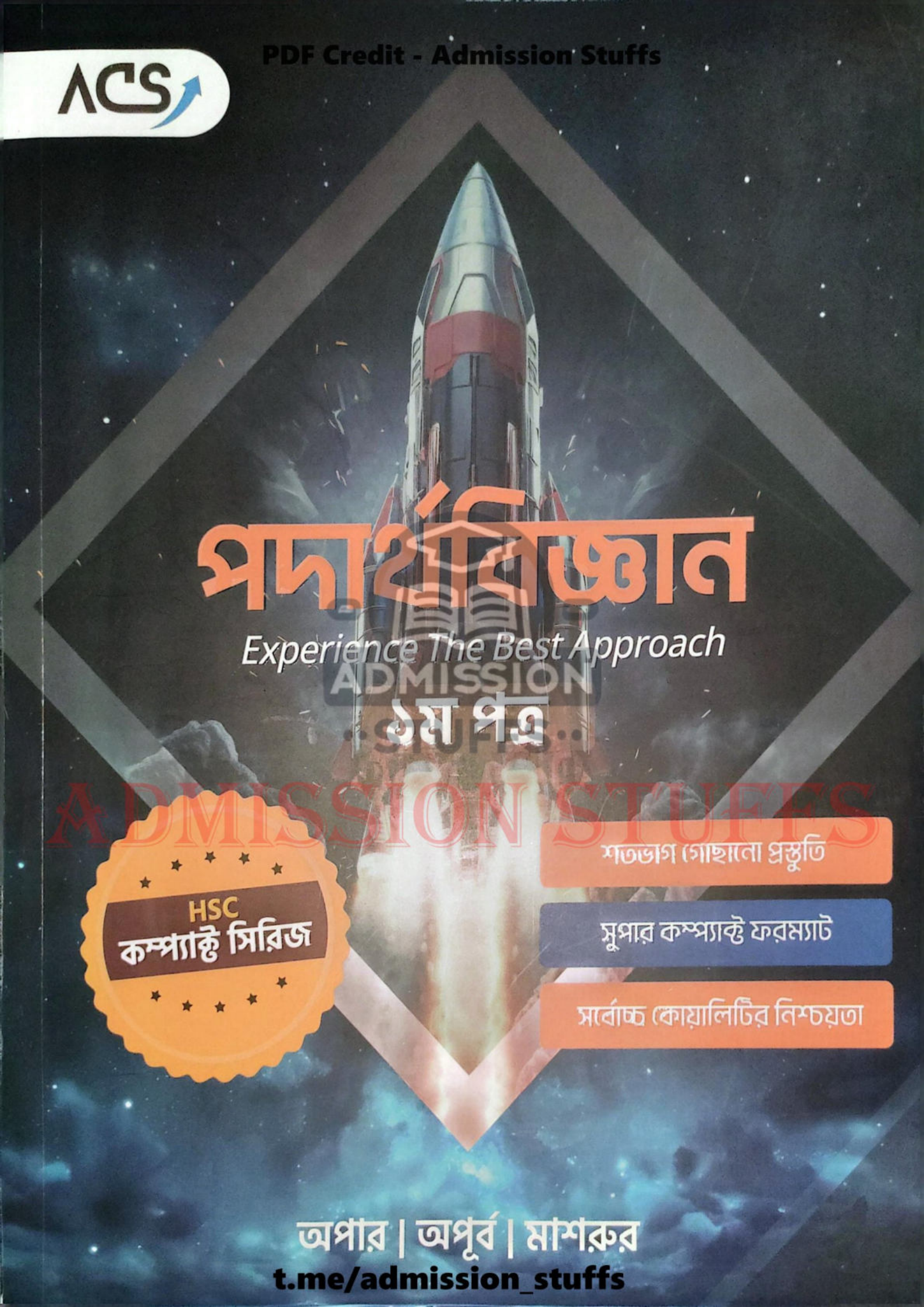
PDF Credit - Admission Stuffs

ACS



পদার্থবিজ্ঞান

Experience The Best Approach

১ম পত্র

ADMISSION STUFFS

HSC
কম্প্যাক্ট সিরিজ

- শতভাগ গোছানো প্রস্তুতি
- সুপার কম্প্যাক্ট ফরম্যাট
- সর্বোচ্চ কোয়ালিটির নিশ্চয়তা

অপার | অপূর্ব | মাশরুর

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

পদার্থবিজ্ঞান

১ম পত্র

Experience The Best Approach

এক নজরে আমা[illegible] বই

- পুরো সিলেবাসকে নিখুঁতভাবে বিশ্লেষণ করে আমরা বেছে নিয়েছি গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নমালা যা একজন HSC পরীক্ষার্থীকে স্বল্প সময়ে সম্পূর্ণ সিলেবাস আয়ত্ত করতে সাহায্য করবে।
- প্রতিটি সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তর আমাদের কন্টেন্ট টিম কর্তৃক এমনভাবে প্রস্তুত করা হয়েছে যেন একজন শিক্ষার্থী পরীক্ষায় সর্বোচ্চ নম্বর অর্জন করতে পারে।
- MCQ প্রশ্নের জন্য প্রয়োজনীয় ব্যাখ্যা প্রদান করা হয়েছে। পর্যাপ্ত Shortcut Technique দেখানো হয়েছে যেন পরীক্ষায় দ্রুত উত্তর করতে পারে।

ADMISSION STUFFS

কীভাবে বইটি অধ্যয়ন করবে?

বোর্ড পরীক্ষার জন্য কোনো অধ্যায়ের চূড়ান্ত প্রস্তুতির অংশ হিসেবে ওই অধ্যায়ের সকল সৃজনশীল এবং বহুনির্বাচনী প্রশ্ন পড়ে ফেল। প্রশ্নগুলো এমন ভাবে বাছাই করা হয়েছে যে এতে তোমার খুব দ্রুত একটি কার্যকর এবং পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি হয়ে যাবে।

ADMISSION STUFFS

কপিরাইট: প্রকাশকের লিখিত অনুমতি ব্যতীত এই বই বা বইয়ের কোনো অংশ নকল/ফটোকপি করে বিক্রি করা কপিরাইট আইন, ২০০০ অনুযায়ী দণ্ডনীয় অপরাধ। বই বা বইয়ের কোনো অংশ অনলাইন প্লাটফর্ম যেমন ফেসবুকের কোনো পেইজ/গ্রুপে প্রচার করলে তার বিরুদ্ধে কঠোর আইনগত ব্যবস্থা নেওয়া হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

রচনায়

নুমেরি সাত্তার অপার
CE'15, BUET

অপূর্ব অপু
EEE'13, RUET

এম. মাশরুর হোসেন
NAME'13, BUET

মোঃ সুজাউল ইসলাম
NAME'14, BUET

নাহিদ আহমেদ সোহাগ
MME'17, BUET

তানভীর আহমেদ সাজিদ
IPE'18, BUET

শোভন আঢ্য
EEE'14, BUET

মোঃ মাসুদ মিয়া
MME'16, BUET

আবু নাছের খান
CE'18, BUET

হাসান ফেরদৌস মাহি
CSE'22, BUET

নাশিতা তাবাসসুম
CSE'22, BUET

মোঃ ফয়সাল রহমান
EEE'22, BUET

সম্পাদকীয় বার্তা

ADMISSION STUFFS

প্রিয় HSC পরীক্ষার্থীবৃন্দ,

কয়েকমাস পরেই তোমরা জীবনের একটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ পরীক্ষায় অংশগ্রহণ করতে যাচ্ছো। তোমাদের মনে প্রশ্ন আসতে পারে বাজারের এত বইয়ের সমাহারের মাঝে আমাদের বইটি আলাদা কী গুরুত্ব বহন করছে? আমাদের বইয়ের বিশেষত্বই বা কী?

ADMISSION STUFFS

একজন HSC পরীক্ষার্থীর জন্য পরীক্ষার আগের কয়েকটি মাস খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এ সময় বিশাল সিলেবাসকে একদম গুছিয়ে পড়তে হয় অন্যথায় হাবুডুবু খেতে হয়। এ ব্যাপারটি মাথায় রেখে আমরা তোমাদের জন্য নিয়ে এসেছি কম্প্যাক্ট সাজেশন বুক। আমাদের কন্টেন্ট টিম রীতিমতো গবেষণা করে একেকটি অধ্যায়ের জন্য সীমিত পরিমাণে এমনভাবে সৃজনশীল এবং বহুনির্বাচনি প্রশ্ন বাছাই করেছে যা তোমাদের প্রত্যেকটি অধ্যায়ের সকল টপিক দ্রুত কভার করতে সাহায্য করবে। আমরা আশাবাদী যে আমাদের এই বইগুলো তোমাদের প্রস্তুতিকে অন্য মাত্রায় নিয়ে যাবে।

তোমাদের ভবিষ্যৎ জীবনের প্রতি অনেক শুভকামনা।

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়

অভি দত্ত তুষার

মঈনুল হাসান

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রকাশনা

রম্বস পাবলিকেশন্স

মিরপুর ডিওএইচএস, ঢাকা - ১২১৬

প্রথম প্রকাশ	:	ডিসেম্বর, ২০২৪
সম্পাদনায়	:	মোঃ সুজাউল ইসলাম
প্রচ্ছদ	:	তারিকুজ্জামান
গ্রাফিক্স	:	তারিকুজ্জামান ইফরান আহম্মেদ ইউশা
অঙ্গসজ্জা	:	তাজ হাসান শাহজাদা
বর্ণবিন্যাস	:	হৃদয় বিশ্বাস মোঃ রাসেল নয়ন আব্দুর রহমান আব্দুর রাজ্জাক
মূদ্রন ও বাধাই	:	রম্বস পাবলিকেশন্স
মূল্য	:	৪৫০.০০(চারশত পঞ্চাশ) টাকা

ACS ENGINEERING এর সবগুলো বই
একসাথে পেতে নিচে ক্লিক করো

@AdmissionStuffs

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

অধ্যায়ভিত্তিক বোর্ডে আসা সৃজনশীল প্রশ্নাবলির বিশ্লেষণ

অধ্যায়	সাল	ঢাকা বোর্ড	রাজশাহী বোর্ড	চট্টগ্রাম বোর্ড	বরিশাল বোর্ড	যশোর বোর্ড	সিলেট বোর্ড	কুমিল্লা বোর্ড	দিনাজপুর বোর্ড	ময়মনসিংহ বোর্ড	মোট	সর্বমোট
ভেক্টর	২০২৪	২	২	২	১	১	১	২	২	২	১৯	৪২
	২০২৩	২	১	১	১	১	১	১	১	১	১০	
	২০২২	২	২	২	২	১	২	২	২	২	১৭	
নিউটনিয়ান বলবিদ্যা	২০২৪	১	১	১	১	১	২	১	১	১	১০	৩৭
	২০২৩	২	২	২	২	১	১	১	১	২	১৪	
	২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা	২০২৪	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	২৭
	২০২৩	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
	২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ	২০২৪	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	২৮
	২০২৩	-	১	১	২	২	১	২	১	১	১০	
	২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
পদার্থের গাঠনিক ধর্ম	২০২৪	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	২৭
	২০২৩	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
	২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
পর্যাবৃত্ত গতি	২০২৪	১	১	১	২	১	১	১	১	১	১০	২৮
	২০২৩	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
	২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১	৯	
আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব	২০২৪	১	১	১	২	২	২	১	১	১	১৫	৩৬
	২০২৩	১	১	১	১	১	২	১	১	১	১১	
	২০২২	১	১	১	২	২	১	১	১	১	১০	

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূচিপত্র

বিষয়	পৃষ্ঠা
ভৌত জগৎ ও পরিমাপ	০১
ভেক্টর	০৯
নিউটনিয়ান বলবিদ্যা	৫৭
কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা	১০৭
মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ	১৫৩
পদার্থের গাঠনিক ধর্ম	১৯৩
পর্যাবৃত্ত গতি	২১৫
আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব	২৬৫

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রথম অধ্যায়

ভৌত জগৎ ও পরিমাপ
Physical World and Measurement

Board Questions Analysis

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	-	-	-	-	২	-	-	২	-
২০২৩	-	-	-	-	-	১	-	-	-
২০২২	-	১	-	-	-	-	-	-	২

গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ স্লাইড ক্যালিপার্স: • $L = M + V \times VC$	L = পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য M = প্রধান স্কেল পাঠ V = ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ VC = ভার্নিয়ার ধ্রুবক
■ স্ক্রু-গজ: • $L = M + C \times K$	$K = \text{লঘিষ্ঠ গণন} = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগসংখ্যা}}$ L = পরিমাপকৃত মান M = রৈখিক স্কেল পাঠ C = বৃত্তাকার স্কেল পাঠ
■ স্ফেরোমিটার: • $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$	R = বক্রতার ব্যাসার্ধ d = স্ফেরোমিটারের পা তিনটির মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব h = তিনটি পায়ের তল হতে বক্রতলের উচ্চতা কিংবা নিম্নতা
■ ত্রুটি: • $A = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n}{n}$ • $d_1 = \lvert x_1 - A \rvert, d_2 = \lvert x_2 - A \rvert, ... d_n = \lvert x_n - A \rvert$ • $d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + ... + d_n}{n}$ • $x = A \pm d$ • $\delta x = \frac{d}{A}$ • $\sigma = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + ... + d_n^2}{n}}$ • $\% e = \frac{\text{সঠিক মান} \sim \text{পরিমাপকৃত মান}}{\text{সঠিক মান}} \times 100\%$ • $Z = A + B$ হলে, $\frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$ • $Z = \frac{A^x B^y}{C^n}$ হলে, $\frac{\Delta Z}{Z} = x\frac{\Delta A}{A} + y\frac{\Delta B}{B} + n\frac{\Delta C}{C}$	$x_1, x_2, \ldots x_n$ = রাশিটির n সংখ্যক বার পরিমাপে প্রাপ্ত মান A = রাশিটির গড় মান। $d_1, d_2, ... d_n$ = পরিমাপে বিচ্যুতি d = গড় বিচ্যুতি x = রাশিটির প্রকৃত মান σ = প্রমাণ বিচ্যুতি δx = আপেক্ষিক ত্রুটি % e = শতকরা ত্রুটি $\frac{\Delta Z}{Z}$ = Z পরিমাপে সম্ভাব্য সর্বোচ্চ ত্রুটি।

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ একটি সরল দোলকের দোলনকালের সমীকরণ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, কোনো স্থানে g নির্ণয়ের পরীক্ষায় $L = (100 \pm 0.4)$cm এবং $T = (2.00 + 0.02)$s পাওয়া গেল। সরল দোলকের ববের ব্যাসার্ধ 2 cm।

(ক) পিচ কাকে বলে? [চ. বো. ১৬]

(খ) স্ক্রেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01mm বলতে কি বুঝ? [ম. বো. ১৯]

(গ) ববের ব্যাসার্ধ পরিমাপে 1.5% ভুল হলে এর আয়তন নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটি কত হবে?

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে উক্ত স্থানে g এর মান নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটি কত বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

ক বৃত্তাকার স্কেলকে একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে পিচ বলে।

খ পিচ এবং বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগসংখ্যার অনুপাতকে লঘিষ্ঠ ধ্রুবক বলে। লঘিষ্ঠ ধ্রুবক, $LC = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগসংখ্যা}}$

স্ক্রেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক হলো সর্বনিম্ন মান যে পর্যন্ত যন্ত্রটি সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে পারে। অর্থাৎ, কোনো স্ক্রেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm বলতে বোঝায়, স্ক্রেরোমিটারটি সর্বনিম্ন 0.01 mm পর্যন্ত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে সক্ষম।

গ আমরা জানি, আয়তন, $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$\therefore$ শতকরা ত্রুটি, $\frac{\Delta V}{V} \times 100\% = 3 \times \frac{\Delta r}{r} \times 100\% = 3 \times 1.5\%$
$= 4.5\%$

সুতরাং, আয়তন নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটি 4.5%। **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g = \frac{L}{4\pi^2 T^2}$

$\therefore$ শতকরা ত্রুটি, $\frac{\Delta g}{g} \times 100\% = \frac{\Delta L}{L} \times 100\% + 2 \times \frac{\Delta T}{T} \times 100\%$
$= \left(\frac{0.4}{100} + 2 \times \frac{0.02}{2}\right) \times 100\%$
$= 2.4\%$ **(Ans.)**

সুতরাং, উক্ত স্থানে g এর মান নির্ণয়ে শতকরা 2.4% ত্রুটি পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ▶ ২ অমৃতা একদিন পরীক্ষাগারে স্ক্রেরোমিটার ব্যবহার করে সমতল কাচ প্লেটের উচ্চতার গড় পাঠ 0.1 mm এবং উত্তল লেন্সের উচ্চতার গড় পাঠ 1.24 mm পেল। যন্ত্রের তিন পায়ের গড় দূরত্ব 40 mm।

(ক) ভার্নিয়ার ধ্রুবক কি?

(খ) সাধারণত স্ক্রেরোমিটারের সাহায্যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয়কালে এর যান্ত্রিক ত্রুটি থাকা সত্ত্বেও তা নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় না কেন? [সি. বো. ২১]

(গ) উদ্দীপকের লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের লেন্সটি উত্তল না হয়ে অবতল হলে বক্রতার ব্যাসার্ধের কোনো পরিবর্তন হবে কি? তোমার মতামত দাও।

সমাধান:

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান এবং ভার্নিয়ার স্কেলের মোট দাগ সংখ্যার অনুপাতকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ স্ক্রেরোমিটারের গোলাকৃতি স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগের সাথে না মিললে যন্ত্রটিতে ত্রুটি আছে বলে ধরা হয়। তবে এক্ষেত্রে যান্ত্রিক ত্রুটি থাকলেও তা পরিমাপ করার প্রয়োজন হয় না, কেননা স্ক্রেরোমিটারকে প্রথমে সমতলে রেখে একবার পাঠ নেয়া হয়। আবার বক্রতলের উপর রেখে পুনরায় পাঠ নেয়া হয়। এক্ষেত্রে বক্রতলের উচ্চতা বা গভীরতা হলো প্রাপ্ত মান দুটির বিয়োগফল। দুটি রাশির বিয়োগ করার ফলে, রাশি পরিমাপে ত্রুটি উপস্থিত থাকলেও বিয়োগফলে এ ত্রুটি আর উপস্থিত থাকে না। তাই স্ক্রেরোমিটারের সাহায্যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয়কালে যান্ত্রিক ত্রুটি থাকলেও তা নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় না।

গ দেওয়া আছে,
সমতল কাচ প্লেটের গড় উচ্চতা, $h_1 = 0.1$ mm
উত্তল লেন্সের গড় উচ্চতা, $h_2 = 1.24$ mm
তিন পায়ের গড় দূরত্ব, $d = 40$ mm
$\therefore$ লেন্সটির উচ্চতা, $h = h_2 - h_1 = 1.24 - 0.1 = 1.14$ mm
বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{40^2}{6 \times 1.14} + \frac{1.14}{2}$
$= 234.488$ mm
$= 23.44$ cm
$\therefore$ উদ্দীপকে লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ = 23.44 cm **(Ans.)**

ঘ লেন্সটি অবতল হলে,
লেন্সটির উচ্চতা, $h = h_1 - h_2 = 0.1 - 1.24 = -1.14$ mm
$\therefore |h| = 1.14$ mm [মান নিয়ে]
$\therefore$ বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R' = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{40^2}{6 \times 1.14} + \frac{1.14}{2}$
$= 23.44$ mm
$\therefore R' = R$
সুতরাং লেন্সটি উত্তল না হয়ে অবতল হলে বক্রতার ব্যাসার্ধের কোনো পরিবর্তন হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩ **দৃশ্যকল্প-১:** একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান 1mm.

দৃশ্যকল্প-২: একজন শিক্ষার্থী একটি উত্তল তলে বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়ের জন্য যে স্ক্রেরোমিটারটি ব্যবহার করে তার রৈখিক স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান 1 mm এবং বৃত্তাকার স্কেলের মোট ঘর সংখ্যা 100। স্ক্রেরোমিটারটিকে সমতলে রাখলে সে রৈখিক ও বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ পায় যথাক্রমে 8 ও 35 এবং উত্তল তলের উপর রেখে পাঠ পায় যথাক্রমে 9 ও 60 স্ক্রেরোমিটারের তিনটি পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 0.04 m।

(ক) লব্ধ একক কি? [চ. বো, সি. বো, কু. বো. ১৬]

(খ) কোনো রাশির পরিমাপ প্রকাশে এককের প্রয়োজন হয় কেন? [রা. বো. ১৭]

(গ) দৃশকল্প-১ এ ভার্নিয়ার স্কেলের 30 ঘর প্রধান স্কেলের 29 ঘরের সমান হলে, ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয় করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর শিক্ষার্থীর নির্ণীত উত্তল তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ হিসাব করো।

সমাধান:

ক যে সকল রাশি বা একক, মৌলিক রাশি বা একক থেকে উদ্ভূত তাদেরকে লব্ধ রাশি বা লব্ধ একক বলে।

খ প্রত্যেকটি রাশির পরিমাপের জন্য রাশিটির একটি সুবিধাজনক মানকে আদর্শ ধরে নেয়া হয়। এই আদর্শ মানের সাথে তুলনা করে রাশিটির পরিমাপ করা হয়। এই আদর্শ মানকে রাশিটির একক বলে। যেমন: 1kg ভরের কোনো বস্তুকে 1 ms^{-2} ত্বরণ দিতে যে পরিমাণ বল প্রয়োজন হয় তাকে 1N বলে। এক্ষেত্রে বলের একক N।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ দেওয়া আছে, প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান = 1mm

$\therefore$ ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘর $= \frac{29}{30}$ mm $= 0.967$ mm

$\therefore$ ভার্নিয়ার ধ্রুবক, VC $= (1 - 0.967)$ mm $= 0.033$mm **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি, লঘিষ্ঠ গুণন, VC $= \frac{1}{100} = 0.01$ mm

সমতলে পাঠ,

h_1 = প্রধান স্কেলের পাঠ + বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ × লঘিষ্ঠ গুণন

$= 8 + 35 \times 0.01$

$= 8.35$ mm

বক্রতলে পাঠ,

h_2 = প্রধান স্কেলের পাঠ + বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ × লঘিষ্ঠ গুণন

$= 9 + 60 \times 0.01$

$= 9.6$ mm

$\therefore$ বক্রতলের উচ্চতা, $h = h_2 - h_1 = 9.6 - 8.35 = 1.25$ mm

$\therefore$ বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{40^2}{6 \times 1.25} + \frac{1.25}{2}$

$= 213.95$ mm **(Ans.)**

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। ধারণা বা প্রত্যয় কাকে বলে?

উত্তর: ধারণা হলো কোনো ভাবনা যা চিন্তা ধারা বা কোনো সাধারণ অভিমত।

২। সূত্র কাকে বলে?

উত্তর: যখন কোনো তত্ত্ব অনেক পরীক্ষা নিরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণিত হয় এবং এর মূল কথাগুলো একটি উক্তির মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় তখন তাকে বৈজ্ঞানিক সূত্র বলা হয়।

৩। নীতি বলতে কি বুঝ?

উত্তর: যেসব প্রাকৃতিক সত্য সরাসরি স্পষ্টভাবে প্রমাণ করা যায় এবং ঐ সত্যের সাহায্যে অনেক প্রাকৃতিক ঘটনাকে প্রমাণ করা যায় তাকে নীতি বলে।

৪। স্বীকার্য কাকে বলে?

উত্তর: কোনো গাণিতিক মডেল বা সূত্র প্রতিষ্ঠা করার লক্ষ্যে যদি কিছু পূর্বশর্ত স্বীকার করে নেয়া হয় তবে ঐ পূর্বশর্তসমূহকে স্বীকার্য বলে।

৫। অনুকল্প কি? [কু. বো., ব. বো., চ.বো. ১৮]

উত্তর: বিজ্ঞানীরা তাদের পর্যবেক্ষিত ঘটনার কারণ সম্বন্ধে ব্যাখ্যা প্রদানের জন্য অনেক সময় পূর্ব আবিষ্কৃত প্রাকৃতিক নিয়মের সাথে সামঞ্জস্য রেখে কিছু অনুমান করেন। এই অনুমানগুলোকে অনুকল্প বলে।

৬। তত্ত্ব বলতে কি বুঝায়?

উত্তর: পরীক্ষা-নিরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে তত্ত্ব বলে।

৭। মৌলিক একক কাকে বলে? [চ. বো., সি. বো., কু. বো. ১৬]

উত্তর: যে একক অন্য কোনো এককের উপর নির্ভর করে না এবং একবারে সম্পর্কশূন্য বা স্বাধীন তাকে মৌলিক একক বলে।

৮। লব্ধ একক কি? [চ. বো., সি. বো., কু. বো. ১৬]

উত্তর: মৌলিক একক হতে যে একক পাওয়া যায় তাকে লব্ধ একক বা যৌগিক একক বলে।

৯। মাত্রা কাকে বলে?

উত্তর: কোনো একটি রাশি এবং তার মৌলিক এককের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপনের জন্য যে সংকেত ব্যবহার করা হয় তাকে উক্ত রাশির মাত্রা বলে।

১০। মাত্রা সমীকরণ বলতে কি বুঝ?

উত্তর: যে সমীকরণ মৌলিক একক ও লব্ধ এককের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তাকে মাত্রা সমীকরণ বলে।

১১। যান্ত্রিক ত্রুটি কাকে বলে?

উত্তর: ভৌত রাশি পরিমাপে যে সমস্ত যন্ত্র ব্যবহার করা হয় সেগুলো সঠিক এবং সুবেদী না হলে পরিমাপে ত্রুটি দেখা যায়। একে যান্ত্রিক ত্রুটি বলে।

১২। পরম ত্রুটি কাকে বলে?

উত্তর: কোনো একটি রাশির প্রকৃত মান ও পরিমাপকৃত মানের পার্থক্যকে পরম ত্রুটি বলে।

১৩। আপেক্ষিক ত্রুটি কাকে বলে?

উত্তর: গড় পরম ত্রুটি ও সঠিক মানের অনুপাতকে আপেক্ষিক ত্রুটি বলে।

১৪। শূন্য ত্রুটি কাকে বলে?

উত্তর: সাধারণত ভার্নিয়ার স্কেল, স্ক্রুগজ, স্লাইড ক্যালিপার্স, স্ফেরোমিটার ইত্যাদির প্রধান স্কেলের শূন্য দাগ, ভার্নিয়ার বা বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগের সাথে না মিললে একে শূন্য ত্রুটি বলে।

১৫। শতকরা ত্রুটি কাকে বলে?

উত্তর: আপেক্ষিক ত্রুটিকে শতকরা হিসাবে প্রকাশ করলে তাকে শতকরা ত্রুটি বলে।

১৬। লঘিষ্ঠ গণন কাকে বলে?

উত্তর: কোনো যন্ত্রের সাহায্যে ন্যূনতম যে পরিমাপ নেয়া সম্ভব তাকে ঐ যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন বলে।

১৭। লম্বন ত্রুটি কাকে বলে? [দি. বো. ১৭]

উত্তর: দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে কোনো লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের কারণে পরিমাপে যে ত্রুটি হয় তাকে লম্বন ত্রুটি বলে।

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। বলের এককে মৌলিক এককের মাধ্যমে প্রকাশ করো। [চ. বো. ১৫]

উত্তর: আমরা জানি, $F = ma$

m এর একক kg এবং a এর একক ms^{-2}।

$\therefore$ F এর একক $kgms^{-2}$

২। পরিমাপের সকল যন্ত্রে পিছট ত্রুটি থাকবে কি না- ব্যাখ্যা করো [য. বো. ১৭]

উত্তর: যে সকল যন্ত্র নাট-স্ক্রু নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরি সে সকল যন্ত্রে পিছট ত্রুটি দেখা যায়। সাধারণত অনেকদিন ব্যবহারের ফলে নাটের গর্ত বড় হয়ে যায় বা স্ক্রু আলগা হয়ে যায়। এর ফলে স্ক্রুকে উভয় দিকে একই পরিমাণ ঘূর্ণনে সমান সরণ হয় না। এর ফলে পরিমাপে যে ত্রুটি দেখা যায় তাকে পিছট ত্রুটি বলে। তবে পাঠ নেয়ার সময় স্ক্রুকে একই দিকে ঘুরালে এ ত্রুটি দূর হয়।

৩। পরিমাপের এককের অন্তর্জাতিক পদ্ধতির প্রয়োজন হয়েছিল কেন? [সি. বো. ১৯]

উত্তর: পৃথিবীর বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন পদ্ধতির এককের প্রচলন রয়েছে, বিভিন্ন দেশ এফ.পি.এস., এম.কে.এস. বা সি.জি.এস. পদ্ধতির একক ব্যবহার করে থাকে, এই ভিন্নতার ফলে পরিমাপে বিভিন্ন অসুবিধার সৃষ্টি হয়। এই অসুবিধা দূর করার জন্য 1960 সালে আন্তর্জাতিক পদ্ধতির এককের প্রচলন ঘটানো হয়। ফলে পৃথিবীর সকল দেশ যে কোনো রাশিকে একই এককে পরিমাপ করতে সক্ষম হয়। এটিই এস.আই. একক নামে পরিচিতি।

৪। মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও মহাকর্ষীয় বিভবের মাত্রা নির্ণয় করো।

উত্তর: মহাকর্ষীয় বিভব, $V = \frac{W}{m} = \frac{Fs}{m}$ $\therefore [V] = \frac{[MLT^{-2}][L]}{[M]} = [L^2T^{-2}]$

মহাকর্ষীয় প্রাবল্য, $E = \frac{F}{m}$ $\therefore [E] = \frac{[MLT^{-2}]}{[M]} = [LT^{-2}]$

৫। $T = 2\pi^2\sqrt{\frac{L}{g}}$ সমীকরণে **L** ও **T** পরিমাপে ত্রুটি যথাক্রমে 2% ও 3% পাওয়া গেল, g নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটি।

উত্তর: $T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}$

$\Rightarrow g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$

$\therefore \frac{\Delta g}{g} \times 100\% = \frac{\Delta L}{L} \times 100\% + 2 \times \frac{\Delta T}{T} \times 100\%$

$= 2\% + 2 \times 3\%$

$= 8\%$

ADMISSION ··STUFFS··

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১। সবচেয়ে ছোট একক কোনটি? [কু. বো. ১৯]
ক মিলি মাইক্রোন খ এ্যাংস্ট্রম
গ এক্সরে-ইউনিট ঘ অ্যাটো-মিটার
উত্তর: ঘ অ্যাটো-মিটার
ব্যাখ্যা: $1\ m\mu = 10^{-9}\ m$
$1\ \mathring{A} = 10^{-10}\ m$
$1\ X.U. = 10^{-13}\ m$
$1\ am = 10^{-18}\ m$

২। কোয়ান্টাম তত্ত্বের জনক কে? [চ. বো. ১৯]
ক টমাস ইয়ং খ আর্নেস্ট রাদারফোর্ড
গ ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক ঘ আলবার্ট আইনস্টাইন
উত্তর: গ ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক
ব্যাখ্যা: কোয়ান্টাম তত্ত্বের জনক ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক।

৩। নিচের কোনটি লব্ধ রাশি? [সি. বো. ১৯]
ক ঘনত্ব খ ভর
গ তাপমাত্রা ঘ সময়
উত্তর: ক ঘনত্ব
ব্যাখ্যা: যে সকল রাশি মৌলিক রাশি হতে উদ্ভূত তাদের লব্ধ রাশি বলে। যেমন: ঘনত্ব, বেগ, কাজ, বল, ক্ষমতা ইত্যাদি।

৪। ঘন কোণের একক কোনটি? [মা. বো. ১৯]
ক রেডিয়ান খ স্টেরেডিয়ান
গ ডিগ্রী ঘ গ্রেডিয়ান
উত্তর: খ স্টেরেডিয়ান
ব্যাখ্যা: কোণের একক রেডিয়ান এবং ঘন কোণের একক স্টেরেডিয়ান।

৫। অভিন্ন একক ও মাত্রার জোড়া হচ্ছে– [চ. বো. ১৯, সি. বো. ১৫]
(i) কাজ ও পৃষ্ঠশক্তি
(ii) পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি
(iii) আনুভূমিক পাল্লা ও সরণ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ ii ও iii
ব্যাখ্যা: কাজ = Fs
∴ একক kgm^2s^{-2}
পৃষ্ঠশক্তি = F ∴ একক $kgms^{-2}$।
আবার, পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি একই রাশি।
আনুভূমিক পাল্লা বলতে ভূমি বরাবর সরণ কে বুঝায়।

৬। নিচের কোন রাশি দুটির মাত্রা ভিন্ন- [মা. বো. ১৯]
ক শক্তি ও কাজ খ পীড়ন ও চাপ
গ চাপ ও বল ঘ ভরবেগ ও প্লাঙ্কের ধ্রুবক
উত্তর: গ চাপ ও বল
ব্যাখ্যা: চাপ $P = \frac{F}{A}$
∴ মাত্রা = $ML^{-1}T^{-2}$
এবং বল F = ma
∴ মাত্রা = MLT^{-2}

৭। পাখির উড়া পর্যবেক্ষণ করে উড়োজাহাজের মডেল তৈরি করেন কে? [চা. বো. ১৭]
ক রবার্ট হুক খ রজার বেকন
গ লিওনার্দো দ্যা ভিঞ্চি ঘ আইজ্যাক নিউটন
উত্তর: গ লিওনার্দো দ্যা ভিঞ্চি

৮। চাপ একটি যৌগিক রাশি। এর এস.আই. একক হচ্ছে– [রা. বো. ১৭]
(i) প্যাসকেল
(ii) নিউটন/মিটার^2
(iii) ডাইন/সে.মি.^{2}
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ক i ও ii
ব্যাখ্যা: চাপ, $P = \frac{F}{A}$ ∴ একক Nm^{-2} বা Pa

৯। মৌলিক রাশি হলো- [চা. বো. ১৬]
(i) তড়িৎ প্রবাহমাত্রা
(ii) পদার্থের পরিমাণ
(iii) দীপন তীব্রতা
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: মৌলিক রাশি: দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, তাপমাত্রা, বিদ্যুৎ প্রবাহ, দীপন তীব্রতা, পদার্থের পরিমাণ।

১০। নিচের কোনটি দৈর্ঘ্যের SI একক? [সি. বো. ১৭]
ক সেন্টিমিটার খ মাইল
গ মিটার ঘ ফুট
উত্তর: গ মিটার

১১। কোনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা তাকে বলে- [কু. বো. ১৬]
বা, পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে কী বলে? [চ. বো. ১৬]
ক স্বীকার্য খ তত্ত্ব
গ অনুকল্প ঘ সূত্র
উত্তর: খ তত্ত্ব
ব্যাখ্যা: কোনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা, ভাব বা ধারণা তাকে তত্ত্ব বলে।

১২। এককের সঠিক ক্রম কোনটি? [চা. বো. ১৬]
ক পারসেক > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম > আলোক বছর
খ আলোক বছর > পারসেক > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম
গ পারসেক > আলোক বছর > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম
ঘ অ্যাংস্ট্রম > পারসেক > মেগামিটার > আলোক বছর
উত্তর: গ পারসেক > আলোক বছর > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম
ব্যাখ্যা: $1\ pc = 3.26\ ly$
$1\ ly = 9.46 \times 10^9\ Mm = 9.46 \times 10^{15}\ m$
$1\ Mm = 10^6\ m$
$1\ \mathring{A} = 10^{-10}\ m$
∴ পারসেক > আলোকবর্ষ > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৩। একটি আদর্শ বা যুক্তিপূর্ণ আচরণ ভিত্তি যার সাপেক্ষে অন্যান্য বিষয় তুলনা, বিচার-বিশ্লেষণ ও পরিমাপ করা হয় তাকে কী বলে? [কু. বো. ১৬]
ক সূত্র খ নীতি
গ অনুকল্প ঘ স্বীকার্য
উত্তর: গ অনুকল্প

১৪। আলোকবর্ষ কিসের একক? [ব. বো. ১৬]
ক সময় খ দূরত্ব
গ ত্বরণ ঘ বেগ
উত্তর: খ দূরত্ব
ব্যাখ্যা: আলোকবর্ষ দূরত্বের একক। $1\ ly = 9.46 \times 10^{15}$ m

১৫। কোন দুটি ভৌত জগতের উপাদান? [ব. বো. ১৬]
ক সময় ও ত্বরণ খ ভর ও স্থান
গ স্থান ও বেগ ঘ ভর ও তাপমাত্রা
উত্তর: খ ভর ও স্থান
ব্যাখ্যা: ভৌত জগতের উপাদান স্থান, কাল, দৈর্ঘ্য ও ভর।

১৬। মৌলিক একক হলো- [সি. বো. ১৬]
(i) মিটার ও কেলভিন
(ii) সেকেন্ড ও অ্যাম্পিয়ার
(iii) ক্যান্ডেলা ও মোল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: যে সকল একক স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য এককের উপর নির্ভর করে না তাদের মৌলিক একক বলে। মৌলিক এককসমূহ- মিটার, কিলোগ্রাম, সেকেন্ড, কেলভিন, অ্যাম্পিয়ার, ক্যান্ডেলা, মোল।

১৭। নিচের কোনটি লব্ধি রাশি? [ঢা. বো. ১৫; চ. বো. ১৯]
ক তাপমাত্রা খ ভর
গ সময় ঘ কম্পাঙ্ক
উত্তর: ঘ কম্পাঙ্ক
ব্যাখ্যা: যে সকল রাশি মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় না তাদের লব্ধ রাশি বলে। যেমন- বল, কাজ, ঘনত্ব, প্রাবল্য, কম্পাঙ্ক ইত্যাদি।

১৮। কোয়ান্টাম তত্ত্বের ধারণা কোন বিজ্ঞানী সম্প্রসারিত করেন? [দি. বো. ১৬]
ক আইজ্যাক নিউটন খ ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক
গ আলবার্ট আইনস্টাইন ঘ মাইকেল ফ্যারাডে
উত্তর: গ আলবার্ট আইনস্টাইন
ব্যাখ্যা: ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক কোয়ান্টাম তত্ত্ব প্রবর্তন করেন। আইনস্টাইন কোয়ান্টাম তত্ত্বকে সম্প্রসারিত করেন।

১৯। এক আলোকবর্ষ হলো- [কু. বো. ১৫]
ক 9.4×10^{12} km খ 9.4×10^{15}km
গ 6.7×10^{18} km ঘ 9.4×10^{21}km
উত্তর: ক 9.4×10^{12} km

২০। পদার্থের পরিমাণের এস.আই. একক হলো- [চ. বো. ১৫]
ক অ্যাম্পিয়ার খ ক্যান্ডেলা
গ মোল ঘ কিলোগ্রাম
উত্তর: গ মোল

২১। 1 GHz ও 1 MHz এর অনুপাত সমান- [চ. বো. ১৫]
ক 10^9 খ 10^6
গ 10^3 ঘ 10^{-3}
উত্তর: গ 10^3
ব্যাখ্যা: $1\text{GHz} : 1\ \text{MHz} = \frac{10^9\text{Hz}}{10^6\text{Hz}} = 10^3$

২২। নিচের কোনটি দ্বারা এক পিকো (1 Pico) বোঝায়? [সি. বো. ১৫; ম. বো. ১৭]
ক 10^{-12} খ 10^{-9}
গ 10^9 ঘ 10^{12}
উত্তর: ক 10^{-12}
ব্যাখ্যা: $1\ \text{Pico} = 10^{-12}$

২৩। বিনা প্রমাণে কোনো কিছু মেনে নেয়াকে বলে- [সি. বো. ১৫]
ক তত্ত্ব খ স্বীকার্য
গ নীতি ঘ ধারণা
উত্তর: খ স্বীকার্য
ব্যাখ্যা: যা বিনা প্রমাণে সত্য বলে স্বীকার করে নেয়া হয় তাকে স্বীকার্য বলে।

২৪। বৃত্তাকার স্কেলের পূর্ণ ঘূর্ণন সংখ্যা M, বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা N এবং লঘিষ্ঠ গণন L_c হলে স্ক্রেরোমিটারের সাহায্যে h নির্ণয়ের সূত্র কোনটি ? [ঢা. বো. ১৯]
ক $h = M + L_c$ খ $h = M \times N + L_c$
গ $h = M \times \text{পিচ} + L_c$ ঘ $h = M \times \text{পিচ} + N \times L_c$
উত্তর: ঘ $h = M \times \text{পিচ} + N \times L_c$
ব্যাখ্যা: স্ক্রেরোমিটারের পাঠ, $h = M \times \text{পিচ} + N \times L_c$।

২৫। একটি স্ক্রুগজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm। এটি দ্বারা ন্যূনতম কত বেধ মাপা যাবে? [রা. বো. ১৯]
ক 1 mm খ 0.10 mm
গ 0.01 mm ঘ 0.001 mm
উত্তর: গ 0.01 mm
ব্যাখ্যা: স্ক্রুগজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm হলে, যন্ত্রটি সর্বনিম্ন 0.01 mm সঠিকভাবে পরিমাপ করতে পারবে।

২৬। স্ক্রেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.02 mm হলে, নিচের কোন বেধটি নির্ভুলভাবে মাপা যাবে? [দি. বো. ২৪; রা. বো. ২২; সকল বোর্ড ১৮]
ক 0.005 mm খ 0.001 mm
গ 0.01 mm ঘ 0.03 mm
উত্তর: ঘ 0.03 mm

২৭। স্ক্রেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা 50। স্কেলটিকে এক পাক ঘুরালে রৈখিক স্কেলে সরণ হয় 0.5mm। লঘিষ্ঠ গণন কত? [চ. বো. ১৬]
ক 0.01mm খ 0.01cm
গ 0.25mm ঘ 0.50mm
উত্তর: ক 0.01mm
ব্যাখ্যা: লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগসংখ্যা}} = \frac{0.5}{50} = 0.01$ mm

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৮। কোন গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করার জন্য কোন সমীকরণটি ব্যবহৃত হয়? [রা. বো. ১৭; চ. বো. ১৭; য. বো. ১৫; ই. বি. ১৭-১৮]

ক $R = \frac{d^2}{6} + \frac{h}{2}$ খ $R = \frac{d^2}{6} + \frac{h}{2}$

গ $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$ ঘ $R = \frac{d^2}{12} + \frac{h}{2}$

উত্তর: গ $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$

ব্যাখ্যা: বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$

এখানে, d = স্ফেরোমিটারের তিন পায়ের গড় দূরত্ব

এবং h = তিনটি পায়ের তল হতে বক্রতলের উচ্চতা কিংবা নিম্নতা।

২৯। কোনো তারের ব্যাসার্ধ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়- [মা. বো. ১৭]

(i) স্লাইড কালিপার্স

(ii) স্ক্রু গজ

(iii) স্ফেরোমিটার

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii

গ i ও ii ঘ i ও iii

উত্তর: খ ii

ব্যাখ্যা: স্ক্রুগজের সাহায্যে তারের ব্যাসার্ধ, সরু চোঙ্গের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করা যায়।

৩০। প্রধান স্কেল পাঠ M, ভার্নিয়ার পাঠ V এবং ভার্নিয়ার ধ্রুবক VC হলে দৈর্ঘ্য L নির্ণয়ের সূত্র- [সি. বো. ১৬]

ক $L = M + VC$ খ $L = MV + VC$

গ $L = MVC + V$ ঘ $L = M + V \times VC$

উত্তর: ঘ $L = M + V \times VC$

ব্যাখ্যা: দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার পাঠ × ভার্নিয়ার ধ্রুবক।

৩১। প্রকৃত মান ও পরিমাপ্য মানের পার্থক্যকে কোন ত্রুটি বলে? [ঢা. বো. ১৯; কু. বো. ১৫]

ক পরম ত্রুটি খ সামগ্রিক ত্রুটি

গ আপেক্ষিক ত্রুটি ঘ পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি

উত্তর: ক পরম ত্রুটি

ব্যাখ্যা: কোনো রাশির পরিমাপকৃত মান ও প্রকৃত মানের পার্থক্যকে পরম ত্রুটি বলে।

৩২। সরলদোলকের সাহায্যে কোনো স্থানের g- এর মান পাওয়া গেল $10 ms^{-2}$। ঐ স্থানে g-এর প্রকৃত মান $9.81\ ms^{-2}$ হলে পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত? [রা. বো. ১৯]

ক 19.673% খ 19%

গ 1.93% ঘ 0.193%

উত্তর: গ 1.93%

ব্যাখ্যা: শতকরা ত্রুটি $= \frac{|\text{প্রকৃত মান} \sim \text{পরিমাপকৃত মান}|}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\%$

$= \frac{|9.81 - 10|}{9.81} \times 100\% = 1.93\%$

৩৩। নিচের কোনটি পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি [দি. বো. ১৯; য. বো. ১৯; ব. বো. ১৯]

ক লম্বন ত্রুটি খ পিছট ত্রুটি

গ লেভেল ত্রুটি ঘ এলোমেলো ত্রুটি

উত্তর: ক লম্বন ত্রুটি

ব্যাখ্যা: পর্যবেক্ষণজনিত ত্রুটি– ব্যক্তিগত ত্রুটি, প্রান্ত দাগ ত্রুটি, লম্বন ত্রুটি, সূচক ত্রুটি, পরিবেশগত ত্রুটি।

❖ কোনো বস্তুর ভর (100 kg ± 2%) এবং আয়তন ($100\ m^3 \pm 3\%$)। নির্দেশনার আলোকে নিচের প্রশ্ন দুটির উত্তর দাও:

৩৪। ঐ বস্তুর ঘনত্বের শতকরা ত্রুটি কত? [য. বো. ১৭]

ক 10 খ 5

গ 0.5 ঘ 0.1

উত্তর: খ 5

ব্যাখ্যা: $\rho = \frac{M}{V}$

$\therefore \frac{\Delta\rho}{\rho} \times 100\% = \frac{\Delta M}{M} \times 100\% + \frac{\Delta V}{V} \times 100\%$

$= 2\% + 3\% = 5\%$

৩৫। ঐ বস্তুটির ঘনত্বের পরম ত্রুটির সঠিক মান কোনটি? [য. বো. ১৭]

ক $5\ kgm^{-3}$ খ $5\ gmm^{-3}$

গ $0.05\ kgm^{-3}$ ঘ $0.5\ kgft^{-3}$

উত্তর: খ $5\ gmm^{-3}$

ব্যাখ্যা: $\rho = \frac{M}{V} = \frac{100}{100} = 1\ kgm^{-3}$

$\therefore \frac{\Delta\rho}{\rho} = 5\%$

$\Rightarrow \Delta\rho = 5\% \times 1 = 0.05\ kgm^{-3}$

৩৬। লেভেল ত্রুটি কোন যন্ত্রের পরিমাপের জন্য প্রযোজ্য? [য. বো. ১৭]

ক স্ক্রুগজ খ মিটার স্কেল

গ স্থিতি নিক্তি ঘ স্ফেরোমিটার

উত্তর: গ স্থিতি নিক্তি

ব্যাখ্যা: নিক্তি, ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার, বিক্ষেপী চৌম্বক মাপক যন্ত্রে লেভেল ত্রুটি দেখা যায়।

৩৭। কোনো গোলকের ব্যাসার্ধের প্রকৃত মান 3 cm এবং পরিমাপ্য মান 2.98 cm. গোলকটির আয়তন পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত? [ব. বো. ১৭; দি. বো. ১০; সি. বো. ১৫; চ. বো. ১০]

ক 0.02% খ 0.066%

গ 0.66% ঘ 2%

উত্তর: ঘ 2%

ব্যাখ্যা: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$\frac{\Delta V}{V} \times 100\% = 3 \times \frac{\Delta r}{r} \times 100\% = 2\%$

৩৮। পরিমাপে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় প্রকার ত্রুটি হয় কোন কারণে- [ব. বো. ১৬]

ক যন্ত্রের খ পরিবেশগত

গ তত্ত্বীয় ঘ ব্যক্তিগত

উত্তর: ক যন্ত্রের

৩৯। পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি কোনটি? [ঢা. বো. ১৫]

ক স্ক্রু গজের শূন্য ত্রুটি খ দৃষ্টিভ্রষ্ট ত্রুটি

গ অনিয়মিত ত্রুটি ঘ সামগ্রিক ত্রুটি

উত্তর: ক স্ক্রু গজের শূন্য ত্রুটি

ব্যাখ্যা: মিটার ব্রিজের প্রান্তিক ত্রুটি, পোটেনশিওমিটারের প্রান্তিক ত্রুটি, স্ক্রুগজের শূন্য ত্রুটি- এগুলো পুনরাবৃত্তিক ত্রুটির অন্তর্ভুক্ত।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪০। আপেক্ষিক ত্রুটি ও শতকরা ত্রুটির মধ্যে সম্পর্ক- [চ. বো. ১৫]

ক শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100

খ শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%

গ আপেক্ষিক ত্রুটি = শতকরা ত্রুটি × 100

ঘ আপেক্ষিক ত্রুটি = শতকরা ত্রুটি × 100%

উত্তর: খ শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%

৪১। নিম্নের কোন ত্রুটি শুধু স্ক্রু জাতীয় যন্ত্রে থাকে? [চ. বো. ১৫]

ক ব্যক্তিগত ত্রুটি খ নিয়মিত ত্রুটি

গ পিছট ত্রুটি ঘ লেভেল ত্রুটি

উত্তর: গ পিছট ত্রুটি

ব্যাখ্যা: নাট-স্ক্রু নীতির উপর ভিত্তি করে যেসব যন্ত্র তৈরি হয়, সেসব যন্ত্রে পিছট ত্রুটি দেখা যায়।

৪২। নিক্তির সাহায্যে ভর পরিমাপে কোন ত্রুটি পরিহার করা হয়? [ব. বো. ১৫]

ক পিছট ত্রুটি খ লেভেল ত্রুটি

গ শূন্য ত্রুটি ঘ পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি

উত্তর: খ লেভেল ত্রুটি

৪৩। পর্যবেক্ষকের দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে লক্ষ্যবস্তুর আপাত পরিবর্তনজনিত পরিমাপের ত্রুটিকে বলে-

ক প্রান্ত দাগ ত্রুটি খ সূচক ত্রুটি

গ লম্বন ত্রুটি ঘ ব্যক্তিগত ত্রুটি

উত্তর: গ লম্বন ত্রুটি

৪৪। একটি গোলকের ব্যাসার্ধ r পরিমাপ করা হলো, $r = (10 \pm 0.1)$ cm এর আয়তনের শতকরা ত্রুটি কত?

ক 1% খ 3%

গ 5% ঘ 0.001%

উত্তর: খ 3%

ব্যাখ্যা: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$$\frac{\Delta V}{V} \times 100\% = 3 \times \frac{\Delta r}{r} \times 100\% = 3 \times \frac{0.1}{10} \times 100\% = 3\%$$

৪৫। 10 m দৈর্ঘ্য পরিমাপে ত্রুটির পরিমাণ 10 cm হলে ত্রুটির হার কত?

ক 0.01% খ 0.1%

গ 1% ঘ 10%

উত্তর: গ 1%

ব্যাখ্যা: ত্রুটির হার $= \frac{\text{ত্রুটি}}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100 = \frac{\frac{10}{100}}{10} \times 100\% = 1\%$

৪৬। একটি দন্ডের পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য 100 cm এবং প্রকৃত মান 100.4 cm হলে, এর পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?

ক 0.0398% খ 0.398%

গ 0.4% ঘ 0.4016%

উত্তর: খ 0.398%

ব্যাখ্যা: শতকরা ত্রুটি $= \frac{|\text{প্রকৃত মান} \sim \text{পরিমাপকৃত মান}|}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\%$

$$= \frac{|100.4 - 100|}{100.4} \times 100\% = 0.398\%$$

৪৭। একটি গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে 1.2% ভুল হলে ঐ গোলকের আয়তন পরিমাপে শতকরা কত ভুল হবে?

ক 1.20% খ 3.64%

গ 3.60% ঘ 2.40%

উত্তর: গ 3.60%

ব্যাখ্যা: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V} \times 100\% = 3 \times \frac{\Delta r}{r} \times 100\% = 3 \times 1.2\% = 3.6\%$$

৪৮। স্ক্রোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক হলো– [দি. বো. ২৪]

(i) স্ক্রোমিটারের ক্ষুদ্রতম যে দৈর্ঘ্য সঠিকভাবে পরিমাপ করতে পারে

(ii) বৃত্তাকার স্কেলকে একবার ঘুরালে রৈখিক স্কেল বরাবর যে সরণ হয়

(iii) স্ক্রোমিটারের পিচ এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যার অনুপাত

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

❖ উদ্দীপকের আলোকে ৪৯ ও ৫০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

একটি স্ক্রোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 100 এবং পিচ 1 mm। স্ক্রোমিটারের তিন পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 70.33 mm। যন্ত্রটির সাহায্যে একটি গোলীয় উত্তল তলের উচ্চতা পাওয়া গেল 8 mm।

৪৯। গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪]

ক 1.07048 mm খ 10.7048 mm

গ 107.048 mm ঘ 1070.48 mm

উত্তর: গ 107.048 mm

ব্যাখ্যা: বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$

$$= \frac{(70.33)^2}{6 \times 8} + \frac{8}{2}$$

$$= 107.048 \text{ mm}$$

৫০। উক্ত স্ক্রোমিটারটি দিয়ে সর্বনিম্ন কত দূরত্ব মাপা যাবে? [রা. বো. ২৪]

ক 0.01 mm খ 0.002 mm

গ 0.003 mm ঘ 0.02 mm

উত্তর: ক 0.01 mm

ব্যাখ্যা: স্ক্রোমিটারের লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগসংখ্যা}}$

$$= \frac{1}{100}$$

$$= 0.01 \text{ mm}$$

তাই, সর্বনিম্ন 0.01 mm পর্যন্ত মাপা যাবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। নিচের কোনটি লব্ধ রাশি?
ক ঘনত্ব খ ভর গ তাপমাত্রা ঘ সময়

২। পাখির উড়া পর্যবেক্ষণ করে উড়োজাহাজের মডেল তৈরি করেন কে?
ক রবার্ট হুক খ রজার বেকন
গ লিওনার্দো দ্যা ভিঞ্চি ঘ আইজ্যাক নিউটন

৩। এককের সঠিক ক্রম কোনটি?
ক পারসেক > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম > আলোক বছর
খ আলোক বছর > পারসেক > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম
গ পারসেক > আলোক বছর > মেগামিটার > অ্যাংস্ট্রম
ঘ অ্যাংস্ট্রম > পারসেক > মেগামিটার > আলোক বছর

৪। পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে কী বলে?
ক নীতি খ স্বীকার্য গ সূত্র ঘ তত্ত্ব

৫। কোন দুটি ভৌত জগতের উপাদান?
ক সময় ও ত্বরণ খ ভর ও স্থান
গ স্থান ও বেগ ঘ ভর ও তাপমাত্রা

৬। কোয়ান্টাম তত্ত্বের ধারণা কোন বিজ্ঞানী সম্প্রসারিত করেন?
ক আইজ্যাক নিউটন খ ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক
গ আলবার্ট আইনস্টাইন ঘ মাইকেল ফ্যারাডে

৭। নিচের কোনটি দ্বারা এক পিকো (1 Pico) বোঝায়?
ক 10^{-12} খ 10^{-9}
গ 10^{9} ঘ 10^{12}

৮। বল ও শক্তির মাত্রা–
ক LT^{-2}, MLT^{-2} খ MLT^{-2}, ML^2T^{-2}
গ LT^{-2}, ML^2T^{-2} ঘ MLT^{-2}, $ML^{-2}T^{-3}$

৯। ত্রিমাত্রিক কোণের একক কোন্‌টি-
ক রেডিয়ান খ স্টেরেডিয়ান
গ ডিগ্রি ঘ সবক'টি

১০। মৌলিক একক হলো-
(i) kg-m-sec (ii) Sec-volt (iii) K-cd-N
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ ii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১১। 1 মাইল ও 1 কিলোমিটার দূরত্বর পার্থক্য মিটারে কত হবে?
ক 0.609m খ 6.09m গ 60.9m ঘ 609m

১২। একটি সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য $\frac{7}{22}$ মিটার। যদি উহার আয়তন 4 m^3 হয়, তাহলে উহার ব্যাস কত?
ক 1 m খ 4 m গ $\frac{7}{22}$ ঘ 2 m

১৩। $A = B^nC^m$ এবং A,B ও C এর মাত্রা যথাক্রমে LT,L^2T^{-1} এবং LT^{-2} হয় তবে n, m হবে–
ক $\frac{2}{3}, \frac{1}{3}$ খ 2,3 গ $\frac{4}{5}, -\frac{1}{5}$ ঘ $\frac{1}{5}, \frac{3}{5}$

১৪। একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের 39 ভাগ ভার্নিয়ার স্কেলের 40 ভাগের সমান। প্রধান স্কেলের এক ভাগের মান 1.00mm। ভার্নিয়ার ধ্রুবক-
ক 0.010 mm খ 0.020 mm
গ 0.025 mm ঘ 0.100 mm

১৫। একটি ভার্নিয়ার ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার স্কেলে 50টি ভাগ আছে যা প্রধান স্কেলের 49 ভাগের সাথে মিলে যায়। ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত?
[দেওয়া আছে, প্রতি সে.মি. এ প্রধান স্কেলে 20টি ভাগ।]
ক 100 μm খ 1000 μm গ 10 μm ঘ 1 μm

১৬। একটি সূক্ষ্ম তারের ব্যাস কোন যন্ত্রটি দিয়ে মাপা হয়?
ক স্লাইড ক্যালিপার্স খ স্ক্রু গজ
গ স্ফেরোমিটার ঘ সবক'টি

১৭। স্লাইড ক্যালিপার্স দিয়ে ন্যূনতম কত দূরত্ব মাপা যায়?
ক 1 mm খ 0.01 mm
গ 0.1 mm ঘ ভার্নিয়ার ধ্রুবক

১৮। একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল স্কেলের 99 ভাগ ভার্নিয়ার স্কেলের 100 ভাগের সমান। ভার্নিয়ার ধ্রুবকের মান কত?
ক 0.01 খ 0.1 গ 0.001 ঘ 0.0001

১৯। পাতলা পাতের পুরত্ব এবং বক্রতলের ব্যাসার্ধ পরিমাপের যন্ত্রের নাম কী?
ক স্ফেরোমিটার খ স্লাইড ক্যালিপার্স
গ স্ক্রু-গজ ঘ ভার্নিয়ার স্কেল

২০। স্ক্রুগজ দ্বারা ন্যূনতম কত দূরত্ব মাপা যাবে?
ক 1 mm খ 0.01 mm
গ 0.1 mm ঘ যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন

২১। কোনো বক্রতলের ব্যাসার্ধ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়–
(i) স্ক্রু-গজ (ii) স্ফেরোমিটার (iii) স্লাইড ক্যালিপার্স
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ ii গ iii ঘ i, ii ও iii

২২। স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা 100। স্কেলটিকে এক পাক ঘুরালে রৈখিক স্কেলে সরণ হয় 1 mm। লঘিষ্ঠ গণন কত?
ক 0.01mm খ 0.01cm গ 0.25mm ঘ 0.50mm

২৩। সরলদোলকের সাহায্যে কোনো স্থানের g-এর মান পাওয়া গেল $9.98ms^{-2}$। ঐ স্থানে g-এর প্রকৃত মান $9.81\ ms^{-2}$ হলে পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?
ক 19.673% খ 19% গ 1.73% ঘ 0.193%

২৪। কোনো গোলকের ব্যাসার্ধের প্রকৃত মান 3 cm এবং পরিমাপ্য মান 2.95 cm। গোলকটির আয়তন পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত?
ক 0.02% খ 0.066% গ 0.66% ঘ 5%

২৫। একটি গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে 1.1% ভুল হলে ঐ গোলকের আয়তন পরিমাপে শতকরা কত ভুল হবে?
ক 1.20% খ 3.64% গ 3.30% ঘ 2.40%

উত্তরপত্র	১	ক	২	গ	৩	গ	৪	ঘ	৫	খ	৬	গ	৭	ক	৮	খ	৯	খ	১০	ক	১১	ক	১২	খ
	১৩	ঘ	১৪	গ	১৫	গ	১৬	খ	১৭	ঘ	১৮	ক	১৯	ঘ	২০	ঘ	২১	খ	২২	ক	২৩	গ	২৪	ঘ	২৫	গ

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

দ্বিতীয় অধ্যায়

ভেক্টর
Vector

Board Questions Analysis

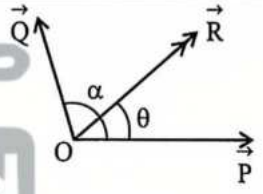
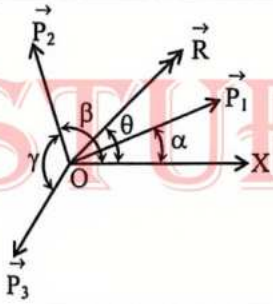
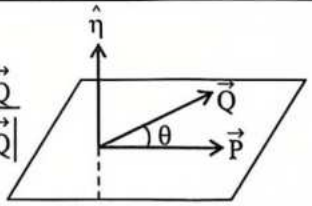
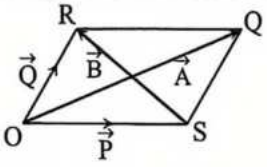
সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	২	২	২	১	১	১	২	২	২
২০২৩	২	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২২	২	২	১	২	১	২	২	২	২

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	৪	৩	৪	৪	৪	৫	৩	৪	৩
২০২৩	২	৪	৪	৩	৪	২	৫	৩	৪
২০২২	৩	২	৪	৩	৪	২	২	৪	৩

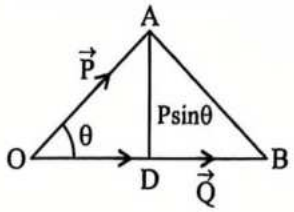
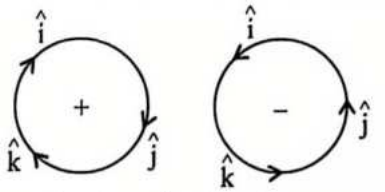
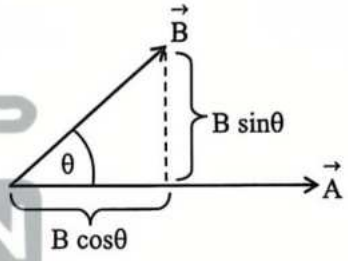
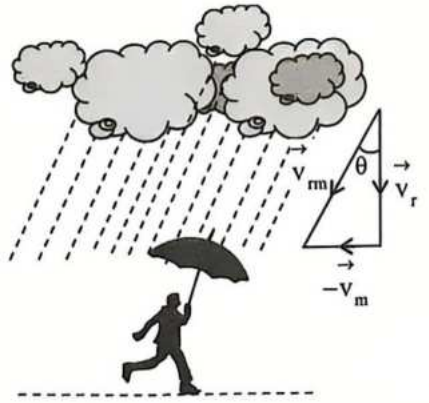
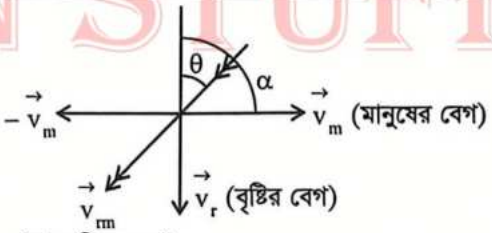
গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ ভেক্টরের লব্ধি ও দিক নির্ণয়: • $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$ • $\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$	 লব্ধির সর্বোচ্চ মান, $R_{max} = P + Q$ যখন, $\alpha = 0°$ সর্বনিম্ন, $R_{min} = P \sim Q$ যখন, $\alpha = 180°$
■ ভেক্টরের বিভাজন ও উপাংশ: • $R_x = P_1\cos\alpha + P_2\cos\beta + P_3\cos(\gamma + \beta)$ • $R_y = P_1\sin\alpha + P_2\sin\beta + P_3\sin(\gamma + \beta)$ • $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$ এবং $\tan\theta = \frac{R_y}{R_x}$	
■ ভেক্টরের গুণন ও ক্ষেত্রফল সংক্রান্ত: • $\vec{P} \cdot \vec{Q} = PQ\cos\theta$ • $\vec{P} \times \vec{Q} = (PQ\sin\theta)\hat{\eta}$	একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \frac{\vec{P} \times \vec{Q}}{\lvert\vec{P} \times \vec{Q}\rvert}$ 
• সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= \lvert\vec{P} \times \vec{Q}\rvert$ যেখানে, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ সন্নিহিত বাহু • সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল, $= \frac{1}{2}\lvert\vec{A} \times \vec{B}\rvert$ যেখানে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ কর্ণ	 ORQS সামান্তরিকের সন্নিহিত দুই বাহু যথাক্রমে OS এবং OR কে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এবং কর্ণদ্বয় OQ ও SR কে $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ দ্বারা নির্দেশ করা হয়েছে।

ADMISSION STUFFS

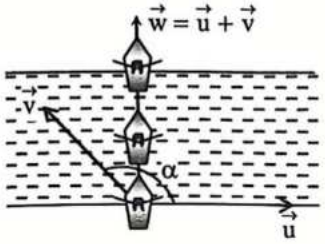
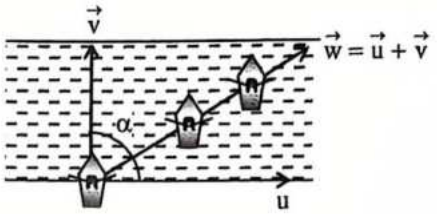
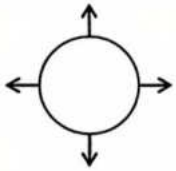
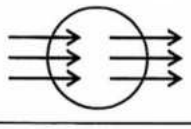
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
• ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}\left\|\vec{P} \times \vec{Q}\right\|$ যেখানে, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ত্রিভুজের সন্নিহিত বাহু • $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$	 $\Delta AOB = \frac{1}{2} \times OB \times AD = \frac{1}{2} \times \left\|\vec{Q}\right\| \times \left\|\vec{P}\right\| \sin\theta$
■ **সমান্তরাল ও লম্ব একক ভেক্টর:** • $\hat{i}.\hat{i} = \hat{j}.\hat{j} = \hat{k}.\hat{k} = 1$ • $\hat{i}.\hat{j} = \hat{j}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{i} = 0$ • $\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = \vec{0}$ • $\vec{P}$ এর লম্বদিকে $\vec{Q}$ এর উপাংশের মান, $Q\sin\theta = \frac{\left\|\vec{P} \times \vec{Q}\right\|}{P}$ • $\vec{Q}$ এর লম্বদিকে $\vec{P}$ এর উপাংশের মান, $P\sin\theta = \frac{\left\|\vec{P} \times \vec{Q}\right\|}{Q}$ • $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দ্বারা সৃষ্ট তলের, ➤ সমতলে একক ভেক্টর $= \pm \frac{\vec{A} \pm \vec{B}}{\left\|\vec{A} \pm \vec{B}\right\|}$ ➤ লম্বদিকে একক ভেক্টর $= \pm \frac{\vec{A} \times \vec{B}}{\left\|\vec{A} \times \vec{B}\right\|}$	 $\hat{i} \times \hat{j} = -(\hat{j} \times \hat{i}) = \hat{k}$ $\hat{j} \times \hat{k} = -(\hat{k} \times \hat{j}) = \hat{i}$ $\hat{k} \times \hat{i} = -(\hat{i} \times \hat{k}) = \hat{j}$  ➤ $\vec{A}$ এর দিক বরাবর $\vec{B}$ এর অভিক্ষেপ, $B\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{A}$ ➤ $\vec{B}$ এর দিক বরাবর $\vec{A}$ এর অভিক্ষেপ, $A\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{B}$
■ **আপেক্ষিক বেগ:** $\vec{v}_{rm} = \vec{v}_r - \vec{v}_m$ 	 $\tan\theta = \frac{\left\|\vec{v}_m\right\|}{\left\|\vec{v}_r\right\|}$ $v_{rm} = \sqrt{v_r^2 + v_m^2 + 2v_r v_m \cos\alpha}$ বাতাসের বেগ $\vec{v}_a$ থাকলে, $\tan\theta = \frac{\left\|\vec{v}_m \pm \vec{v}_a\right\|}{\left\|\vec{v}_r\right\|}$ $\vec{v}_m$ ও $\vec{v}_a$ একই দিকে থাকলে নেগেটিভ।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ **নদী-নৌকা/সাঁতারু বিষয়ক:** • সোজাসুজি/ ন্যূনতম দূরত্বে নদী পারাপারে  ➤ $\cos\alpha = -\frac{u}{v}$ ➤ সময়, $t = \frac{d}{v\sin\alpha}$ ➤ লব্ধি বেগ, $w = \sqrt{v^2 - u^2}$ • নদীর প্রস্থ বরাবর লব্ধি বেগের উপাংশ = $v\cos\alpha + u$ • আনুভূমিক/ পার বরাবর/উজান বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব = $(v\cos\alpha + u) \times \frac{d}{v\sin\alpha}$	• কম সময়ে নদী পারাপারে:  ➤ $\alpha = 90°$ ➤ $t = \frac{d}{v}$ ➤ $w = \sqrt{v^2 + u^2}$ [স্রোতের বেগ = u, নৌকার বেগ = v] ▪ স্রোতের অনুকূলে নৌকার বেগ = $v + u$ ▪ স্রোতের প্রতিকূলে নৌকার বেগ = $v - u$
■ **ভেক্টর ক্যালকুলাস বিষয়ক:** • $\text{grad}\phi = \vec{\nabla}\phi = \hat{i}\frac{\partial\phi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\phi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\phi}{\partial z}$ যেখানে, $\vec{\nabla} = \hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}$ ϕ = একটি অন্তরীকরণযোগ্য স্কেলার অপেক্ষক • $\text{div}\vec{V} = \vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \vec{\nabla} \cdot (V_x\hat{i} + V_y\hat{j} + V_z\hat{k})$ • $\frac{d}{dt}(\vec{A} \cdot \vec{B}) = \frac{d\vec{A}}{dt} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \frac{d\vec{B}}{dt}$ • $\frac{d}{dt}(\vec{A} \times \vec{B}) = \frac{d\vec{A}}{dt} \times \vec{B} + \vec{A} \times \frac{d\vec{B}}{dt}$ • কার্ল = $\vec{\nabla} \times \vec{V} = \vec{0}$ হলে অঘূর্ণনশীল এবং ভেক্টরটি সংরক্ষণশীল হবে। • কার্ল = $\vec{\nabla} \times \vec{V} \neq \vec{0}$ হলে ঘূর্ণনশীল এবং ভেক্টরটি অসংরক্ষণশীল হবে।	➤ $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ = + ve; আয়তন বৃদ্ধি পায়।  ➤ $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ = – ve; আয়তন সংকোচন ঘটে। ➤ $\vec{V}$ একটি সলিনয়ডাল/ চৌম্বাকৃতি ভেক্টর হলে ভেক্টরের ডাইভারজেন্স = 0 $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0$ 

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$; $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k}$

(ক) অবস্থান ভেক্টর কী? [ঢা. বো. ২৪; ম. বো. ২৪; রা. বো. ২৪; দি. বো. ২৪; সি. বো. ২৪; কু. বো. ২৪; চ. বো. ২৪]

(খ) $\hat{i}.\hat{i} \neq 0$ **কেন? ব্যাখ্যা কর।** [ঢা. বো. ২৪]

(গ) $\vec{A}$ **বরাবর** $\vec{B}$ **এর অভিক্ষেপ নির্ণয় কর।** [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ কু. বো. ২৩; রা. বো. ২১; য. বো. ১৯]

(ঘ) উদ্দীপকের ভেক্টর তিনটি একই সমতলে থাকবে কিনা– গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ঢা. বো. ২৪, অনুরূপ ঢা. বো. ২১; চ. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; য. বো. ২১; দি. বো. ২১; সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

সমাধান:

ক প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে যে ভেক্টর দিয়ে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

খ আমরা জানি, দুটি ভেক্টর $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর ডট গুণন,

$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos\alpha$ [যেখানে, P ও Q এর মধ্যবর্তী কোণ α]

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = |\hat{i}|\,|\hat{i}|\cos\alpha$

দুটি সমান ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ 0°

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = |\hat{i}|\,|\hat{i}|\cos(0°)$

$= 1 \times 1 \times 1$

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = 1 \neq 0$

গ আমরা জানি,

$\vec{A}$ বরাবর $\vec{B}$ এর অভিক্ষেপ,

$$B\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|}$$

$$\Rightarrow B\cos\theta = \frac{(2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}).(-\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k})}{\sqrt{2^2 + 3^2 + 5^2}}$$

$$= \frac{-2 + 6 + 35}{\sqrt{38}}$$

$= 6.33$ একক

$\therefore \vec{A}$ বরাবর $\vec{B}$ এর অভিক্ষেপ 6.33 একক। **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

$\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ তিনটি ভেক্টর সমতলীয় হলে $\vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) = 0$ হয়।

$$\therefore \vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) = \begin{vmatrix} A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \\ C_x & C_y & C_z \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} 2 & 3 & 5 \\ -1 & 2 & 7 \\ 1 & 7 & -1 \end{vmatrix}$$

$= 2(-2 - 49) - 3(1 - 7) + 5(-7 - 2)$

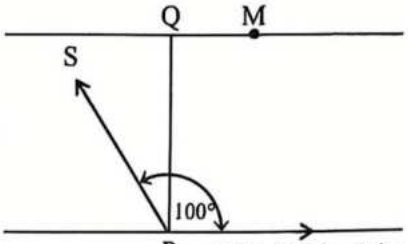
$= -102 + 18 - 45$

$= -129 \neq 0$

$\therefore \vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) \neq 0$

সুতরাং, $\vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) \neq 0$ হওয়ায় ভেক্টর তিনটি একই সমতলে থাকবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২



উপরের চিত্রের তমাল 'P' বিন্দু থেকে নৌকা চালিয়ে নদীর অপর পাড়ে যাচ্ছে। সে PS বরাবর 5 kmh^{-1} বেগে নৌকা চালিয়ে নদীর অপর পাড়ের M বিন্দুতে পৌঁছায়। [নদীর প্রস্থ PQ = 2 km]

(ক) ভেক্টর অপারেটর কী? [ঢা. বো. ২৪]

(খ) একটি বিপ্রতীপ ভেক্টরকে সমরেখ ভেক্টর বলা যাবে কি? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৩; কু. বো. ২৩]

(গ) QM এর দূরত্ব নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৪]

(ঘ) PS বরাবর নৌকা চালিয়ে 'M' বিন্দুতে পৌঁছার সময় এবং P থেকে স্রোতহীন অবস্থায় সরাসরি নৌকা চালিয়ে Q-তে পৌঁছার সময়ের পার্থক্য গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২৪]

সমাধান:

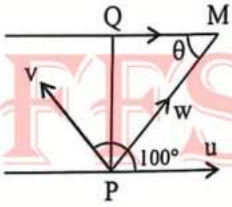
ক যে গাণিতিক চিহ্নের দ্বারা একটি ভেক্টর রাশিকে অন্য একটি স্কেলার বা ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করা যায় বা কোনো পরিবর্তনশীল ভেক্টর রাশির ব্যাখ্যা দেয়া যায় তাকে ভেক্টর অপারেটর বলে।

খ দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

আবার, দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই রেখা বরাবর বা সমান্তরালে ক্রিয়া করে তাহলে তাদেরকে সমরেখ ভেক্টর বরে। যেহেতু বিপ্রতীপ ভেক্টরগুলো একে অপরের সমান্তরাল হয় তাই এদেরকে সমরেখ ভেক্টরও বলা হয়।

গ ধরি, নৌকার বেগ v ও স্রোতের বেগ u

লব্ধি বেগ w স্রোতের সাথে θ কোণ সৃষ্টি করে।



$$\therefore \tan\theta = \frac{v\sin100°}{u + v\cos100°}$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{5 \times \sin100°}{3 + 5 \times \cos100°}$$

$\therefore \theta = 66.59°$

এখন, ΔPQM এ,

$$\tan\theta = \frac{PQ}{QM}$$

$$\Rightarrow QM = \frac{PQ}{\tan\theta} = \frac{2}{\tan66.50°} = 0.865 \text{ km}$$ **(Ans.)**

ঘ প্রথম ক্ষেত্রে, প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{2}{5\sin100°}$

$= 0.406$ hr

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = \frac{d}{v} = \frac{2}{5} = 0.4$ hr

$\therefore$ সময়ের পার্থক্য $= t_1 - t_2 = 0.406 - 0.4 = 0.006$ hr $= 21$ s

সুতরাং, PS বরাবর নৌকা চালিয়ে M বিন্দুতে পৌঁছার সময় এবং P থেকে স্রোতহীন অবস্থায় সরাসরি নৌকা চালিয়ে Q তে পৌঁছার সময়ের পার্থক্য 21s। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩ দুটি ভেক্টর $\vec{v} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - x\hat{k}$ এবং $\vec{u} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ পরস্পর লম্ব। $\vec{v}$ এবং $\vec{u}$ এর মান যদি নৌকা ও একটি নদীতে স্রোতের বেগ নির্দেশ করে তবে সর্বনিম্ন পথে নদী পার হতে নৌকাটির 4 মিনিট সময় লাগে।

(ক) ডাইভারজেন্স কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; কু. বো. ২২, ১৯]

(খ) তিনটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হবে? ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২২]

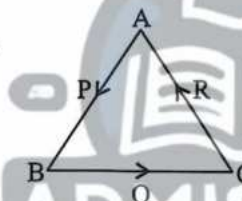
(গ) উদ্দীপকের 'x' এর মান নির্ণয় কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ ম. বো. ২৩; রা. বো. ২৩; দি. বো. ২৩]

(ঘ) ন্যূনতম সময়ে নদী পার হতে হলে মাঝিকে নদীর প্রস্থ অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে কি না– গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ ম. বো. ২৩; রা. বো. ২৩; দি. বো. ২৩]

সমাধান:

ক ত্রিমাত্রিক ব্যবস্থায় R অঞ্চলে কোনো একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের অবস্থান ভেক্টর $\vec{V}(x, y, z) = v_1(x, y, z)\hat{i} + v_2(x, y, z)\hat{j} + v_3(x, y, z)\hat{k}$, তা হলে ডেল (∇) অপারেটরের সাথে $\vec{V}$ এর স্কেলার গুণফলকে ওই ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স বলে।

খ একটি বিন্দুতে ক্রিয়ারত তিনটি সমতলীয় সমজাতীয় ভেক্টরকে যদি কোনো ত্রিভুজের তিনটি বাহু দ্বারা একই ক্রমে নির্দেশ করা যায় তবে, ভেক্টর তিনটির লব্ধি শূন্য হবে।



ধরি, ABC ত্রিভুজের বাহু বরাবর $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$ ভেক্টরত্রয় একইক্রমে ক্রিয়াশীল।

ভেক্টরের ত্রিভুজ সূত্রানুযায়ী,

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$$
$$\Rightarrow \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = -\overrightarrow{CA}$$
$$\Rightarrow \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} = 0$$
$$\therefore \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$$

অর্থাৎ, ভেক্টর তিনটির লব্ধি শূন্য।

গ আমরা জানি,

$\vec{u}$ ও $\vec{v}$ ভেক্টর দুটি পরস্পর লম্ব হলে, $\vec{u}.\vec{v} = 0$

$$\Rightarrow (3\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}).(2\hat{i} + 3\hat{j} - x\hat{k}) = 0$$
$$\Rightarrow 6 + 6 - 2x = 0$$
$$\therefore x = 6$$

সুতরাং, উদ্দীপকের x এর মান 6। **(Ans.)**

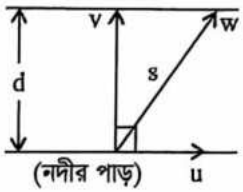
ঘ নৌকার বেগ, $|\vec{v}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + (-6)^2} = 7\ ms^{-1}$

স্রোতের বেগ, $|\vec{u}| = \sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2} = \sqrt{17}\ ms^{-1}$

সর্বনিম্ন পথে নদী পার হলে, লব্ধি বেগ ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ হবে 90°।

$$\therefore \tan 90° = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$$
$$\Rightarrow \frac{1}{0} = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$$
$$\Rightarrow u + v\cos\alpha = 0$$
$$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{\sqrt{17}}{7}\right) = 126.087°$$

নদীর প্রস্থ, $d = (v\sin\alpha)t = 7\sin(126.087°) \times (4 \times 60)$
$= 1357.64$ m



ন্যূনতম সময়ের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময়, $t' = \frac{d}{v} = \frac{1357.64}{7}$
$= 193.9503s$

$$\therefore \text{লব্ধি বেগ, } w = \sqrt{u^2 + v^2}$$
$$= \sqrt{17 + 7^2}$$
$$= \sqrt{66}\ ms^{-1}$$

$\therefore$ নৌকা কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = wt = \sqrt{66} \times 193.950$
$= 1576.65\ m > 1357.64\ m$

সুতরাং, ন্যূনতম সময়ে নদী পার হতে হলে মাঝিকে নদীর প্রস্থ অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৪ $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}$ এবং $\vec{C} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$ ভেক্টর তিনটি একটি ত্রিভুজের তিনটি বাহু নির্দেশ করে।

(ক) তল ভেক্টর কাকে বলে? [সি. বো. ২৩; সি. বো. ২১]

(খ) দেখাও যে, $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$. [ম. বো. ২৪]

(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ কে সন্নিহিত বাহু ধরে সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ২৩; ব. বো. ২২, ২১; ঢা. বো. ২১; সি. বো. ১৯]

(ঘ) উদ্দীপকে ত্রিভুজটি সমকোণী ত্রিভুজ হবে কি-না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২৩; ম. বো. ২২, ২১; ব. বো. ২১, ১৭; য. বো. ১৯]

সমাধান:

ক যখন কোনো ভেক্টর কোনো একটি পৃষ্ঠের বা সমতলের ওপর অভিলম্ব অঙ্কন করলে যে দিক নির্দেশিত হয়, সে দিক বরাবর ক্রিয়া করে এবং যার মান তলটির ক্ষেত্রফলের সমান হয়, তাকে ঐ তলের তল ভেক্টর বলে।

খ দুটি ভেক্টর $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর ভেক্টর গুণন,

$$\hat{i} \times \hat{j} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix} = \hat{i}(0 - 0) - \hat{j}(0 - 0) + \hat{k}(1 - 0)$$
$$= 0\hat{i} + 0\hat{j} + \hat{k}$$
$$\therefore \hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$$ **(Showed)**

গ আমরা জানি,

$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ কোনো সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু হলে সামন্তরিকের ক্ষেত্রফল $= |\vec{A} \times \vec{B}|$ বর্গ একক

$$\therefore |\vec{A} \times \vec{B}| = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & -3 & 1 \\ 3 & -1 & 5 \end{vmatrix}$$
$$= \hat{i}(-15 + 1) - \hat{j}(10 - 3) + \hat{k}(-2 + 9)$$
$$= -14\hat{i} - 7\hat{j} + 7\hat{k}$$
$$\therefore \text{সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল} = |\vec{A} \times \vec{B}|$$
$$= \sqrt{(-14)^2 + (-7)^2 + 7^2}$$
$$= 7\sqrt{6} \text{ বর্গ একক}$$ **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ উদ্দীপকের ত্রিভুজটি সমকোণী হলে যেকোনো দুটি বাহুর মধ্যবর্তী কোণ 90° হতে হবে। এক্ষেত্রে দুটি ভেক্টরের ডট গুণফল শূন্য হতে হবে।

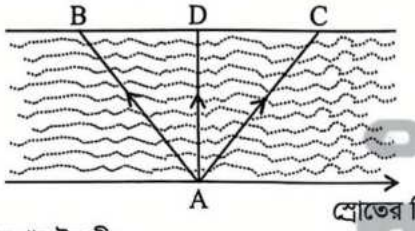
এখন, $\vec{A}.\vec{B} = (2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}).(3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k})$
$= 6 + 3 + 5$
$= 14 \neq 0$

$\vec{B}.\vec{C} = (3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}).(3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k})$
$= 9 - 2 - 20$
$= -13 \neq 0$

$\vec{C}.\vec{A} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}).(2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k})$
$= 6 - 6 - 4$
$= -4 \neq 0$

সুতরাং, ত্রিভুজটির যেকোনো দুটি বাহুর মধ্যবর্তী কোণ 90° না হওয়ায় ত্রিভুজটি সমকোণী ত্রিভুজ হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৫ চিত্রে 4 kmh^{-1} বেগে প্রবাহিত স্রোতের নদীতে সোহেল 8 kmh^{-1} বেগে AB বরাবর নৌকা চালানো শুরু করে। 10 মিনিটে নদীর প্রস্থ AD বরাবর D বিন্দুতে পৌঁছে। কিন্তু রোহান AD বরাবর 10 kmh^{-1} বেগে নৌকা চালানো শুরু করে AC বরাবর C বিন্দুতে পৌঁছে।



(ক) ভেক্টর অপারেটর কী? [ম. বো. ২২]

(খ) ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্র বিনিময় সূত্র মেনে চলে।– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

(গ) সোহেলের ক্ষেত্রে নৌকার বেগ ও স্রোতের বেগের লব্ধি বেগের মান নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩; কু. বো. ২২, ১৯; রা. বো. ২১; সি. বো. ২১]

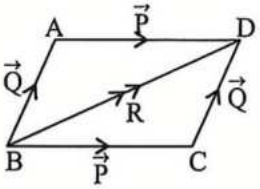
(ঘ) নদীর প্রস্থ AD ও সোহেলের দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব DC সমান হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [রা. বো. ২৪]

সমাধান:

ক ভেক্টর অপারেটরকে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা হয়–

ডেল, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$। এর অন্য নাম ন্যাবলা।

খ ABCD সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু BC ও CD বরাবর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টর ক্রিয়াশীল। আবার সামান্তরিকের বিপরীত বাহুগুলো সমান ও সমান্তরাল হওয়ায়, CD ও AD বাহু বরাবর যথাক্রমে $\vec{Q}$ ও $\vec{P}$ ক্রিয়াশীল।



ΔBCD এ, $\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} = \overrightarrow{BD}$
$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$ .....(i)

ΔBAD এ, $\overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AD} = \overrightarrow{BD}$
$\Rightarrow \vec{Q} + \vec{P} = \vec{R}$ .....(ii)

(i) ও (ii) হতে, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}$

সুতরাং, ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্র বিনিময় সূত্র মেনে চলে। **(Ans.)**

গ সোহেলের ক্ষেত্রে, নৌকার লব্ধি বেগ, স্রোতের বেগের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে।

ধরি, নৌকার বেগ, $v = 8\ kmh^{-1}$
স্রোতের বেগ, $u = 4\ kmh^{-1}$

$\therefore \tan 90° = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$

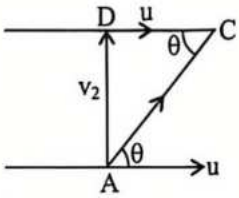
$\Rightarrow u + v\cos\alpha = 0$

$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{4}{8}\right) = 120°$

$\therefore$ লব্ধি বেগ, $w = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$
$= \sqrt{4^2 + 8^2 + 2 \times 4 \times 8 \times \cos(120°)}$
$= 4\sqrt{3}\ kmh^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ সোহেলের ক্ষেত্রে,
নদীর প্রস্থ, $AD = (v_1\sin\alpha) \times t_1$
$= 8 \times \sin(120°) \times \frac{10}{60}$
$= 1.154\ km$

সোহেলের ক্ষেত্রে,
ΔADC সমকোণী ত্রিভুজে,
$\tan\theta = \frac{v_2}{u} = \frac{10}{4}$
$\therefore \theta = \tan^{-1}(2.5) = 68.2°$

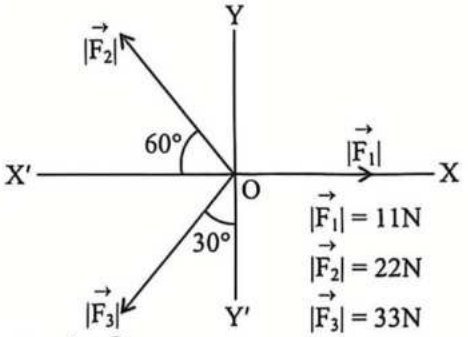


এখন, ΔADC সমকোণী ত্রিভুজে $\tan\theta = \frac{AD}{DC}$

$\Rightarrow DC = \frac{1.154}{\tan(68.2°)}$
$= 0.461\ km < AD$

সুতরাং, নদীর প্রস্থ AD ও রোহানের নদীর দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব DC সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬ চিত্র অনুযায়ী O বিন্দুস্থ স্থির বস্তুকণার উপর তিনটি বল প্রয়োগ করা হল।



(ক) সলিনয়ডাল ভেক্টর কী?

(খ) ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

(গ) বস্তুকণার উপর OX বরাবর ক্রিয়াশীল লব্ধি বলের মান নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪]

(ঘ) বল প্রয়োগের ফলে বস্তুকণাটি কোন দিকে গতিশীল হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ কু. বো. ২২; ব. বো ২২]

সমাধান:

ক কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স শূন্য হলে ভেক্টরটিকে সলিনয়ডাল ভেক্টর বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ ধরি, দুটি ভেক্টর, $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

$\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$

$$\therefore \vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(A_yB_z - A_zB_y) - \hat{j}(A_xB_z - A_zB_x) + \hat{k}(A_xB_y - B_xA_y)$$

আবার,

$$\therefore \vec{B} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ B_x & B_y & B_z \\ A_x & A_y & A_z \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(B_yA_z - B_zA_y) - \hat{j}(B_xA_z - B_zA_x) + \hat{k}(B_xA_y - A_xB_y)$$

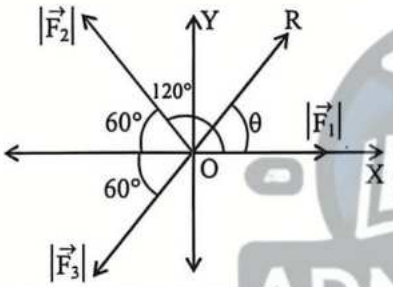
$$= -[\hat{i}(A_yB_z - A_zB_y) - \hat{j}(A_xB_z - A_zB_x) + \hat{k}(A_xB_y - B_xA_y)]$$

$\Rightarrow \vec{B} \times \vec{A} = -\vec{A} \times \vec{B}$

$\therefore \vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$

সুতরাং, ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না।

গ

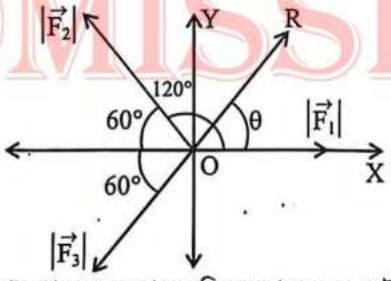


ধরি, লব্ধি বল R, OX রেখার সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে। সুতরাং OX বরাবর ক্রিয়াশীল লব্ধি বলের মান,

$$R\cos\theta = |\vec{F_1}| + |\vec{F_2}|\cos(120°) + |\vec{F_3}|\cos(240°)$$

$$= 11 + 22 \times \left(-\frac{1}{2}\right) + 33 \times \left(-\frac{1}{2}\right) = -16.5 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ



ধরি, লব্ধি বল R, X অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে।

'গ' হতে পাই, $R\cos\theta = -16.5$ .....(i)

$$\therefore R\sin\theta = |\vec{F_1}|\sin(0°) + |\vec{F_2}|\sin(120°) + |\vec{F_3}|\sin(240°)$$

$$= 0 + 22 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 33 \times \frac{-\sqrt{3}}{2}$$

$$\therefore R\sin\theta = -\frac{11\sqrt{3}}{2} \text{ w} \quad .....(ii)$$

(ii) ÷ (i) করে পাই,

$$\tan\theta = \frac{-11\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{-16.5}$$

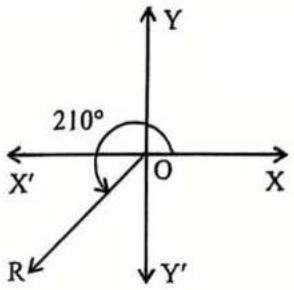
$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

যেহেতু $\sin\theta$ ও $\cos\theta$ উভয়ের মান ঋণাত্মক লব্ধি বল তৃতীয় চতুর্ভাগে অবস্থান করবে,

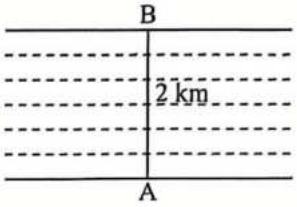
$$\therefore \theta = 180° + \tan^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$$

$$= 210°$$

অর্থাৎ, OX রেখার সাথে 210° কোণে ক্রিয়া করবে। **(Ans.)**



প্রশ্ন ▶ ৭ স্রোতের অনুকূলে নৌকার বেগ 20 kmh^{-1} এবং স্রোতের প্রতিকূলে নৌকার বেগ 10 kmh^{-1}। নদীর বিস্তার 2 km।



(ক) কার্ল এর সংজ্ঞা দাও।

[দি. বো. ২৪, ১৯; ব. বো. ২৩, ২২; সি. বো. ২২, ১৭; কু. বো. ১৯, ১৫]

(খ) $\vec{r} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$ একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর– ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. ২৪, অনুরূপ দি. বো. ১৭; চ. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; সি. বো. ২১; দি.বো. ১৭]

(গ) A হতে সোজা অপর পাড়ের B বিন্দুতে পৌঁছতে হলে নৌকাটিকে কোন দিকে চালনা করতে হবে?

[দি. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২২; রা. বো. ২২; ঢা. বো., সি. বো. ২১; দি. বো. ১৭]

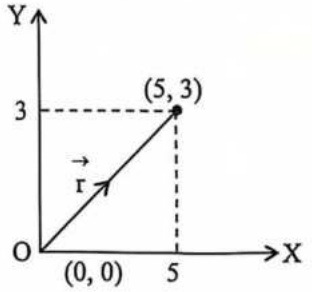
(ঘ) নদী পাড় হওয়ার জন্য নৌকাটি যদি A বিন্দু হতে সোজাসুজি রওনা করতো তাহলে নদী পার হতে পূর্বের চেয়ে সময় কম না বেশি লাগতো? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

[দি. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২৪, ২২; ব. বো. ২৪; ঢা. বো. ২৩, ২১; য. বো. ২৩, ১৭; রা. বো. ২২, ২১; কু. বো. ২২, ১৯; দি. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো ত্রিমাত্রিক স্থানে কোনো বিন্দুর যথার্থ ভেক্টর ফাংশন $\vec{v}(x, y, z) = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$ হলে, ভেক্টর অপারেটর $\vec{\nabla}$ ও $\vec{v}$ এর ভেক্টর গুণনকে কার্ল বলে।

খ কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু যদি নির্দিষ্ট থাকে তবে তাকে সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে। আবার, প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে। এখন, $\vec{r} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$ একটি অবস্থান ভেক্টর কারণ এর পাদবিন্দু মূলবিন্দুতে এবং মূলবিন্দুর সাপেক্ষে একটি বিন্দুর অবস্থানকে নির্দেশ করে।



সুতরাং, $\vec{r}$ একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর। কেননা এর পাদবিন্দু সর্বদা মূলবিন্দুতে এবং এটি অপরিবর্তনীয় বা নিজের ইচ্ছামত পরিবর্তন করা যায় না।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ ধরি, নৌকার বেগ, v এবং স্রোতের বেগ, u

প্রশ্নমতে,

$v + u = 20$ .....(i)

$v - u = 10$ .....(ii)

(i) + (ii) করে,

$2v = 30$

$\therefore v = 15\ kmh^{-1}$

এখন, v এর মান (i) এ বসিয়ে, $u = 5\ kmh^{-1}$

ধরি, A হতে সোজা অপর পাড়ের B বিন্দুতে পৌঁছাতে নৌকাটিকে স্রোতের দিকের সাথে α কোণে চালনা করতে হবে।

$$\therefore \tan 90^\circ = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$$

$$\Rightarrow u + v\cos\alpha = 0$$

$$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{5}{15}\right) = 109.47^\circ \textbf{ (Ans.)}$$

ঘ প্রথম ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t_1 = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{2}{15\sin(109.47^\circ)} = 0.141\ hr$$

'গ' হতে পাই,
১ম ক্ষেত্রে, $\alpha = 109.47^\circ$
নৌকার বেগ, $v = 15\ kmh^{-1}$
স্রোতের বেগ, $u = 5\ kmh^{-1}$
নদীর প্রস্থ, $d = 2\ km$
২য় ক্ষেত্রে, $\alpha' = 90^\circ$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = \frac{d}{v\sin\alpha'} = \frac{2}{15\sin 90^\circ} = 0.133\ hr$

$\therefore t_2 < t_1$

সুতরাং, নদী পার হওয়ার জন্য নৌকাটি যদি সোজাসুজি রওনা করতো তাহলে নদী পার হতে পূর্বের চেয়ে কম সময় লাগতো। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৮ $\vec{r} = ax\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}$; $\vec{P} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 4\hat{i} + 4\hat{j} - \hat{k}$

(ক) সমতলীয় ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো., দি. বো., ম. বো. ২৩]

(খ) $\hat{j} \times \hat{k}$ একটি একক ভেক্টর– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪]

(গ) a এর মান কত হলে $\vec{r}$ ভেক্টরের ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল হবে নির্ণয় কর। [দি. বো. ২৪; অনুরূপ ২২]

(ঘ) $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি ঘূর্ণনশীল না অঘূর্ণনশীল– গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। [দি. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২২; রা. বো. ২২; সি. বো. ২২]

সমাধান:

ক দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই সমতলে অবস্থান করে তবে তাদেরকে সমতলীয় ভেক্টর বলে।

খ দুটি ভেক্টর $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ এর ভেক্টর গুণন,

$$\hat{j} \times \hat{k} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(1-0) - \hat{j}(0-0) + \hat{k}(0-0)$$

$$= \hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k}$$

$\therefore \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$

আমরা জানি, X-অক্ষ বরাবর কার্যকর একক ভেক্টর $\hat{i}$।

সুতরাং $\hat{j} \times \hat{k}$ একটি একক ভেক্টর।

গ আমরা জানি, $\vec{r}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল হলে,

$$\text{Div}(\vec{r}) = 0$$

$$\Rightarrow \vec{\nabla}.\vec{r} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).\left(ax\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}\right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\partial}{\partial x}(ax) + \frac{\partial}{\partial y}(y) + \frac{\partial}{\partial z}(2) = 0$$

$$\Rightarrow a + 1 = 0$$

$\therefore a = -1$

সুতরাং, a এর মান – 1 হলে $\vec{r}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল হবে। **(Ans.)**

ঘ $\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 4 \\ 4 & 4 & -1 \end{vmatrix}$

$$= \hat{i}(-3-16) - \hat{j}(-2-16) + \hat{k}(8-12)$$

$$= -19\hat{i} + 18\hat{j} - 4\hat{k}$$

এখন,

$$\text{Curl}(\vec{P} \times \vec{Q}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ -19 & 18 & -4 \end{vmatrix}$$

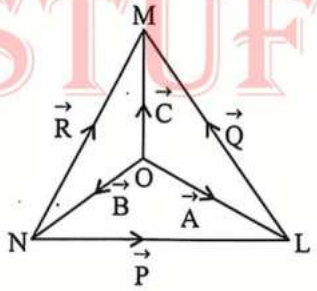
$$= \hat{i}\left[\frac{\partial}{\partial y}(-4) - \frac{\partial}{\partial z}(18)\right] - \hat{j}\left[\frac{\partial}{\partial x}(-4) - \frac{\partial}{\partial z}(-19)\right] + \hat{k}\left[\frac{\partial}{\partial x}(18) - \frac{\partial}{\partial y}(-19)\right]$$

$$= 0\hat{i} + \hat{j}0 + \hat{k}0$$

$\therefore \vec{\nabla} \times (\vec{P} \times \vec{Q}) = \vec{0}$

সুতরাং, $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টরের কার্ল $\vec{0}$ হওয়ায়, $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণশীল হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৯



$\vec{C}$ ভেক্টরটি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের উপর লম্ব।

$\vec{A} = -\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$.

(ক) সীমাবদ্ধ ভেক্টর কাকে বলে? [কু. বো. ২৪]

(খ) বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হলেও কাজ স্কেলার রাশি কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪]

(গ) ভেক্টর $\vec{C}$ বরাবর একক ভেক্টর নির্ণয় কর। [কু. বো. ২৪]

(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী গাণিতিকভাবে যাচাই কর যে, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$. [কু. বো. ২৪]

সমাধান:

ক কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু যদি নির্দিষ্ট থাকে তবে তাকে সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ যে সকল রাশির মান এবং দিক উভয়ই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বা দিক রাশি বলে। দুটি ভেক্টর রাশির ডট গুণন একটি স্কেলার রাশি এবং ক্রস গুণন ভেক্টর রাশি হয়। কাজের সংজ্ঞানুসারে আমরা জানি, কাজ হলো সরণ ও সরণের দিকে বলের উপাংশ অথবা বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। অর্থাৎ $W = FS\cos\theta$। বল ও সরণ উভয়ই দিক রাশি হওয়ায় দিক রাশির স্কেলার গুণফলের সংজ্ঞানুসারে,

$W = \vec{F} . \vec{S}$

যেহেতু দুটি দিক রাশির স্কেলার গুণফল একটি স্কেলার রাশি তাই বল ও সরনের গুণফল একটি স্কেলার রাশি। যার কেবল মান আছে, দিক নেই।

গ $\vec{C}$ বরাবর একক ভেক্টর অর্থাৎ,

$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লম্ব বরাবর একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \pm\dfrac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$

$$\therefore \vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & -3 & 2 \\ 2 & -2 & -2 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(6+4) - \hat{j}(2-4) + \hat{k}(2+6)$$

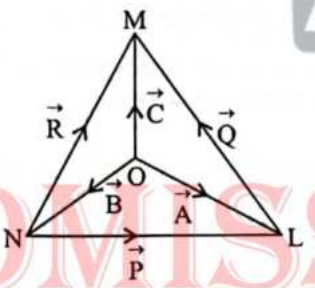
$$= 10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k}$$

$$\therefore |\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{10^2+2^2+8^2} = 2\sqrt{42}$$

$$\therefore \hat{\eta} = \pm\frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|} = \pm\frac{1}{2\sqrt{42}}(10\hat{i}+2\hat{j}+8\hat{k})$$

$$= \pm\left(\frac{5}{\sqrt{42}}\hat{i} + \frac{1}{\sqrt{42}}\hat{j} + \frac{4}{\sqrt{42}}\hat{k}\right) \text{ (Ans.)}$$

ঘ



ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ বিধি অনুসারে,

ΔOML এ, $\vec{A} + \vec{Q} = \vec{C}$

$\Rightarrow \vec{Q} = \vec{C} - \vec{A}$ .....(i)

ΔOMN এ, $\vec{B} + \vec{R} = \vec{C}$

$\Rightarrow \vec{R} = \vec{C} - \vec{B}$ .....(ii)

ΔONL এ, $\vec{B} + \vec{P} = \vec{A}$

$\Rightarrow \vec{P} = \vec{A} - \vec{B}$ .....(iii)

এখন, LHS $= \vec{P} + \vec{Q}$

$= (\vec{A} - \vec{B}) + (\vec{C} - \vec{A})$ [(i) ও (iii) হতে]

$= \vec{C} - \vec{B}$

$= \vec{R} = \text{RHS}$ [(ii) হতে]

$\therefore$ LHS = RHS

সুতরাং, উপরিউক্ত বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রমাণিত হয়, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$

প্রশ্ন ▶ ১০ 1 km প্রস্থের একটি নদীর তীর বরাবর $4ms^{-1}$ বেগে একটি বাস গতিশীল। নদীর অপর তীর হতে এক ব্যক্তি সোজাসুজি বাসটিকে দেখতে পেয়ে বাসটি ধরার জন্য স্রোতের সাথে $70°$ কোণে $6ms^{-1}$ বেগে নৌকাযোগে রওনা দিলো। নদীতে স্রোতের বেগ $2ms^{-1}$।

(ক) সমান ভেক্টর কাকে বলে? [দা. বো. ২২]

(খ) $|\vec{A}\times\vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$ হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪]

(গ) নৌকার লব্ধি বেগ কত ছিল? [কু. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২৪]

(ঘ) লোকটির পক্ষে বাসটি ধরা সম্ভব হবে কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ২৩]

সমাধান:

ক একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান ও দিক একই হলে তাদেরকে সমান ভেক্টর বলে।

খ $|\vec{A}\times\vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$

$\Rightarrow AB\sin\theta = AB\cos\theta$

$\Rightarrow \tan\theta = 1$ [$\because A \neq 0$ এবং $B \neq 0$]

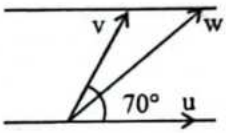
$\Rightarrow \theta = 45°$

সুতরাং, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $45°$ হলে $|\vec{A}\times\vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$ হবে।

গ ধরি, নৌকার বেগ, $v = 6\ ms^{-2}$

স্রোতের বেগ, $u = 2ms^{-2}$

নৌকার লব্ধি বেগ $= w$



$\therefore w = \sqrt{u^2+v^2+2uv\cos\alpha}$

$= \sqrt{2^2+6^2+2\times2\times6\times\cos(70°)}$

$= 6.943\ ms^{-1}$

সুতরাং নৌকার লব্ধি বেগ ছিল $6.943\ ms^{-1}$। **(Ans.)**

ঘ ব্যক্তির নদী পার হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{1000}{6\sin(70°)} = 177.363\ s$$

এ সময়ে বাস কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = v_b t$

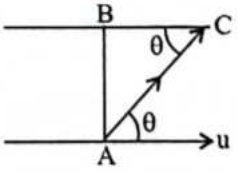
$= 4 \times 177.363$

$= 709.452\ m$

আবার, লব্ধি বেগ স্রোতের বেগের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করলে,

$$\tan\theta = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$$

$$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{6\sin(70°)}{2+6\cos(70°)}\right) = 54.3°$$



ΔABC এ, $\tan\theta = \dfrac{AB}{BC}$

$$\Rightarrow BC = \frac{1000}{\tan(54.3°)} = 718.572m > s$$

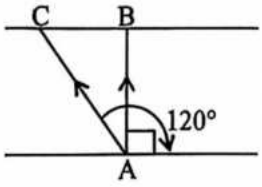
সুতরাং, ব্যক্তির অতিক্রান্ত আনুভূমিক বা তীর বরাবর দূরত্ব, BC > s হওয়ায় ব্যক্তিটি বাসটি ধরতে পারবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১১ **দৃশ্যকল্প-1:**



AB বরাবর সুজনের নৌকার বেগ = 6 ms^{-1}

AC বরাবর কুবেরের নৌকার বেগ = 5.5 ms^{-1}

CB বরাবর স্রোতের বেগ = 1.2 ms^{-1}

নদীর প্রস্থ, AB = 400 m.

দৃশ্যকল্প-2: দুটি বিন্দুর ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় স্থানাঙ্কদ্বয় যথাক্রমে D (1, 0, –1) এবং E (1, 1, 0)

(ক) অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? [চ. বো. ২৪]

(খ) লন রোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ। ব্যাখ্যা কর।
[ব. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২৪; য. বো. ২৩]

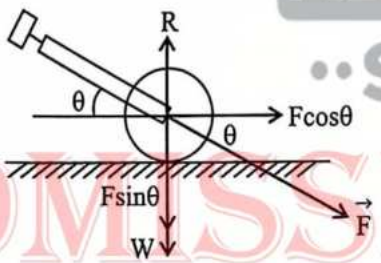
(গ) দৃশ্যকল্প-1 অনুযায়ী, কুবেরের নৌকা প্রকৃতপক্ষে কত মানের বেগে অপর পাড়ে পৌছাল? নির্ণয় কর। [চ. বো. ২৪, অনুরূপ ম. বো. ২২, চ. বো. ২১; য. বো. ২১; ব. বো. ২১; দি. বো. ২১; সি. বো. ২১]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-2 অনুযায়ী, দুটি বিন্দু D ও E এর অবস্থান ভেক্টরদ্বয়ের X অক্ষের উপর লম্ব অভিক্ষেপ এর তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ১৭]

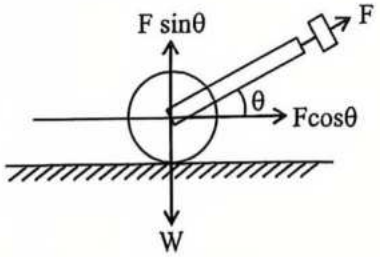
সমাধান:

ক প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে যে ভেক্টর দিয়ে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

খ মনে করি, লনরোলারের উপর $\vec{F}$ বল θ কোণে প্রয়োগ করে একে ঠেলা হচ্ছে।



Fcosθ লনরোলারটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিতে সাহায্য করবে। কিন্তু ওজন W ও Fsinθ উভয়ই নিচের দিকে ক্রিয়া করায় তলের উপর নীট বল (W + Fsinθ) হয়। ফলে লন রোলারের কার্যকর ওজন বৃদ্ধি পায়। এজন্য ঠেলার ক্ষেত্রে লনরোলারটিকে বেশি ভারী মনে হয়।



আবার, লনরোলারকে F বলে θ কোণে টানলে, বলের আনুভূমিক উপাংশ F cosθ লানরোলারকে সামনের দিকে এগিয়ে নিতে সাহায্য করে। আর উলম্ব উপাংশ F sinθ ওজনের বিপরীতে কাজ করে নীট বল (W – F sinθ) হয়। ফলে লনরোলার এর কার্যকর ওজন হ্রাস পাবে। তাই টানার সময় লনরোলার অপেক্ষাকৃত হালকা মনে হবে। এজন্য লনরোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ।

গ ধরি, নৌকার বেগ, v = 5.5 ms^{-1}
স্রোতের বেগ, u = 1.2 ms^{-1}
নৌকার লব্ধি বেগ = w

$\therefore w = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$
$= \sqrt{1.2^2 + 5.5^2 + 2 \times 1.2 \times 5.5 \times \cos(120°)}$
$= 5\ ms^{-1}$

সুতরাং, নৌকার লব্ধি বেগ ছিল 5 ms^{-1}। **(Ans.)**

ঘ ধরি, বিন্দুদ্বয় D(1, 0, – 1) এবং E(1, 1, 0) এর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে,

$\vec{r_1} = \hat{i} - \hat{k}$

$\vec{r_2} = \hat{i} + \hat{j}$

$\vec{r_1}$ এর X অক্ষের উপর লম্ব অভিক্ষেপ $= \frac{\vec{r_1}.\hat{i}}{|\hat{i}|} = \frac{(\hat{i} - \hat{k}).\hat{i}}{1} = 1$

আবার, $\vec{r_2}$ এর X অক্ষের উপর লম্ব অভিক্ষেপ, $= \frac{\vec{r_2}.\hat{i}}{|\hat{i}|} = \frac{(\hat{i} + \hat{j}).\hat{i}}{1} = 1$

সুতরাং, D ও E বিন্দুর অবস্থান ভেক্টরদ্বয়ের X অক্ষের উপর লম্ব অভিক্ষেপের মান সমান। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১২ **দৃশ্যকল্প-1:** ভেক্টর $\vec{P} = (9xy^2 + 5z)\hat{i} + (4y^2 + 2xz)\hat{j} + (3x^3 + 2y)\hat{k}$.

দৃশ্যকল্প-2: $\vec{A} = 2\hat{i} - \hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}$

(ক) বিসদৃশ বা অসদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [ম. বো. ২৩]

(খ) দুইটি ভেক্টরের মান শূন্য না হলেও ডট গুণন শূন্য হতে পারে– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪]

(গ) (– 1, 1, 1) অবস্থানে $\vec{P}$ এর ডাইভারজেন্স নির্ণয় কর। [সি. বো. ২৪]

(ঘ) $\vec{A} \times \vec{B}$ ভেক্টরটি $\vec{A} + \vec{B}$ এর উপর লম্বভাবে অবস্থিত– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে এর সত্যতা যাচাই কর।

সমাধান:

ক সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদেরকে অসদৃশ ভেক্টর বলে।

খ আমরা জানি, দুটি ভেক্টর $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণ α হলে, ভেক্টর দুটির ডট গুণন,

$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos\alpha \qquad [P \neq 0, Q \neq 0]$

এক্ষেত্রে, α = 90° হলে cosα = 0 হয়,

$\therefore \vec{P}.\vec{Q} = PQ \times 0 = 0$

সুতরাং, দুটি ভেক্টরের মান শূন্য না হলেও তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে তাদের ডট গুণন শূন্য হবে।

গ $\vec{P}$ এর ডাইভারজেন্স,

$\vec{\nabla}.\vec{P} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).$
$\left[(9xy^2 + 5z)\hat{i} + (4y^2 + 2xz)\hat{j} + (3x^3 + 2y)\hat{k}\right]$

$= \frac{\partial}{\partial x}(9xy^2 + 5z) + \frac{\partial}{\partial y}(4y^2 + 2xz) + \frac{\partial}{\partial z}(3x^3 + 2y)$

$= 9y^2 + 8y$

$\therefore$ (– 1, 1, 1) বিন্দুতে ডাইভারজেন্সের মান $= 9 \times 1^2 + 8 \times 1$
$= 17$ **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$

$$\therefore \vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 1 & -1 \\ 3 & -2 & 4 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(4-2) + \hat{j}(-3-8) + \hat{k}(-4-3)$$

$$= 2\hat{i} - 11\hat{j} - 7\hat{k}$$

আবার, $\vec{A} + \vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$

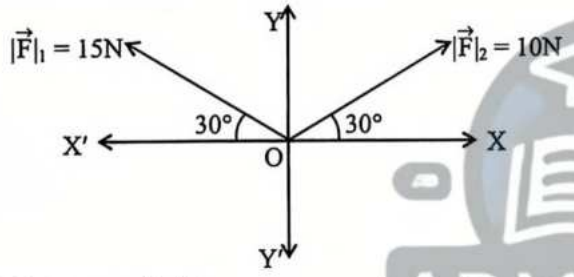
$$\therefore (\vec{A} \times \vec{B}).(\vec{A} + \vec{B}) = (2\hat{i} - 11\hat{j} - 7\hat{k}).(5\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k})$$

$$= 10 + 11 - 21$$

$$= 0$$

সুতরাং প্রশ্নোক্ত উক্তিটি সঠিক। **(Ans.)**

প্রশ্ন ➤ ১৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় ও সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



(ক) আয়ত একক ভেক্টর কী? [য. বো., ব. বো. ২৪]

(খ) একটি ভেক্টর রাশিকে কীরূপে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করবে? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

(গ) F_1 এর ভেক্টর রূপ নির্ণয় কর। [য. বো. ২৪]

(ঘ) উদ্দীপকে $\vec{F_1} + \vec{F_2}$ এবং $\vec{F_1} - \vec{F_2}$ পরস্পর লম্ব কি-না? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪; অনুরূপ, য. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২; কু. বো. ২১]

সমাধান:

ক ত্রিমাত্রিক কার্তেসীয় স্থানাংক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্মক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয় তাদেরকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

খ একটি ভেক্টর রাশিকে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করতে ডাইভারজেন্স ব্যবহার করা হয়।

ভেক্টর ফাংশন বা ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্সগুলো একটি স্কেলার ফাংশন বা ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি জানা যায়।

কোনো ভেক্টর রাশি, $\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$ হলে,

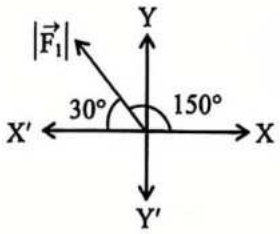
$\text{div}(\vec{v}) = \vec{\nabla}.\vec{v}$ যেখানে, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

$$\therefore \vec{\nabla}.\vec{v} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).(v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k})$$

$$= \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z};$$ যা একটি স্কেলার রাশি।

সুতরাং, ডাইভারজেন্সের মাধ্যমে ভেক্টর রাশিকে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করা যায়।

গ



$|\vec{F_1}|$ ভেক্টরটি X-অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে $(180° - 30°) = 150°$ কোণ উৎপন্ন করে।

$$\vec{F_1} = |\vec{F_1}|\cos(150°)\hat{i} + |\vec{F_1}|\sin(150°)\hat{j}$$

$$= 15\cos(150°)\hat{i} + 15\sin(150°)\hat{j}$$

$$= \frac{-15\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 7.5\hat{j}$$

সুতরাং, F_1 এর ভেক্টর রূপ, $\vec{F_1} = \frac{-15\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 7.5\hat{j}$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, $\vec{F_1} = \frac{-15\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 7.5\hat{j}$

চিত্র হতে, $\vec{F_2} = |\vec{F_2}|\cos(30°)\hat{i} + |\vec{F_2}|\sin(30°)\hat{j}$

$$= 5\sqrt{3}\hat{i} + 5\hat{j}$$

এখন, $\vec{F_1} + \vec{F_2} = \left(-\frac{15\sqrt{3}}{2} + 5\sqrt{3}\right)\hat{i} + (7.5+5)\hat{j}$

$$= \frac{-5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 12.5\hat{j}$$

$$\therefore \vec{F_1} - \vec{F_2} = \left(-\frac{15\sqrt{3}}{2} - 5\sqrt{3}\right)\hat{i} + (7.5-5)\hat{j}$$

$$= -\frac{25\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 2.5\hat{j}$$

$$\therefore (\vec{F_1} + \vec{F_2}).(\vec{F_1} - \vec{F_2}) = \left(\frac{-5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 12.5\hat{j}\right).\left(-\frac{25\sqrt{3}}{2}\hat{i} + 2.5\hat{j}\right)$$

$$= 93.75 + 31.25$$

$$= 125$$

সুতরাং, $(\vec{F_1} + \vec{F_2}).(\vec{F_1} - \vec{F_2}) \neq 0$ হওয়ায় ভেক্টর দুটি পরস্পর লম্ব নয়। **(Ans.)**

প্রশ্ন ➤ ১৪ একটি গাড়ির পেছনের গ্লাস ছাদের সাথে 30° কোণে হেলানো। গাড়িটি $\vec{v} = 18\hat{i}$ বেগে একটি রাস্তায় চলছিল। হঠাৎ বৃষ্টি $\vec{u} = -12\hat{j}$ বেগে পড়া শুরু হলো।

(ক) স্কেলার ক্ষেত্র কাকে বলে? [দি. বো. ২৩]

(খ) কোনো প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয়ে ডাইভারজেন্স এর ভূমিকা আছে কি-না? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৩; দি. বো. ২৩; ম. বো. ২৩]

(গ) গাড়ির সামনের গ্লাসে বৃষ্টি কত বেগে পড়বে? [ঢা. বো. ২৩]

(ঘ) উদ্দীপকের গাড়ির পিছনের গ্লাস বৃষ্টিতে ভিজবে কি না– গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [ঢা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট ভৌত গুণ যদি স্কেলার হয় তবে ঐ ক্ষেত্রটি স্কেলার ক্ষেত্র বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স গুলো একটি স্কেলার ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি (বহি/অন্ত) জানা যায়। অর্থাৎ ডাইভারজেন্স দ্বারা একক আয়তনে কোনো দিক রাশির মোট কতটুকু ফ্লাক্স কোন বিন্দু অভিমুখী বা অপসারিত হচ্ছে তা প্রকাশ করে। ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্যসমূহ–

ধনাত্মক ডাইভারজেন্স ঋণাত্মক ডাইভারজেন্স শূন্য ডাইভারজেন্স

i) মান ধনাত্মক অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = +ve$ হলে, তরল পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়।

ii) মান ঋণাত্মক অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = -ve$ হলে, আয়তন সংকোচন ঘটে।

iii) মান শূন্য অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = 0$ হলে, আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয় এবং আয়তন অপরিবর্তিত থাকবে।

গ গাড়ির সাপেক্ষে বৃষ্টির আপেক্ষিক বেগ, $\vec{v}_{rc} = \vec{v}_r - \vec{v}_c$

$= -12\hat{j} - 18\hat{i}$

$\therefore |\vec{v}_{rc}| = \sqrt{12^2 + 18^2}$

$= 21.63$ একক **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

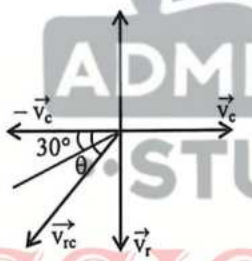
$\vec{v}_{rc} = -18\hat{j} - 12\hat{i}$

$\therefore \tan\theta = \frac{12}{18}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{2}{3}\right)$

$= 33.7°$

$\therefore \theta > 30°$ হওয়ায় বৃষ্টি গাড়ির পিছনের কাচকে ভিজাবে। **(Ans.)**



প্রশ্ন ▶ ১৫ শান্ত বাতাসে 6 kmh^{-1} বেগে বৃষ্টি পড়ছে। এ সময়ে সাইকেলে চড়ে আবিদ 8 kmh^{-1} বেগে বাড়ি ফিরছে। হঠাৎ আবিদের চলার বিপরীত দিকে 2 kmh^{-1} বেগে বাতাস প্রবাহিত হতে লাগল। উভয় ক্ষেত্রে বৃষ্টি থেকে বাঁচতে আবিদ ছাতা ব্যবহার করল।

(ক) সরণ ভেক্টর কাকে বলে? [চ. বো. ২২; ব. বো. ২১; ব. বো. ১৫]

(খ) দরজার হাতল প্রান্তে দেয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
[ঢা. বো. ২৩; রা. বো., ম. বো. ২২]

(গ) স্থির বাতাসে বৃষ্টির লব্ধি বেগ নির্ণয় কর।
[ঢা. বো. ২২; অনুরূপ সি. বো. ২২; রা. বো. ১৭]

(ঘ) বাতাস প্রবাহিত হওয়ার আগে ও পরে একইভাবে ছাতা ধরলে আবিদ বৃষ্টি থেকে রক্ষা পাবে কি-না? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।
[ঢা. বো. ২২; অনুরূপ সি. বো. ২২]

সমাধান:

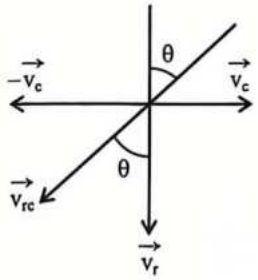
ক কোনো কণার অবস্থান ভেক্টরের পরিবর্তনকে তার সরণ ভেক্টর বলে।

খ কোনো বস্তু কণার উপর প্রযুক্ত বল এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বলের ক্রিয়া রেখার লম্ব দূরত্বের গুণফলকে ঐ অক্ষের টর্ক বলে।

অর্থাৎ টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

দরজার পাল্লা মূলত কব্জার সাহায্যে ফ্রেমের সাথে আটকানো থাকে। দরজার হাতল পাল্লার মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয় যেন বলের মান স্থির রেখে কব্জা থেকে প্রযুক্ত বলের ক্রিয়ারেখা সর্বোচ্চ করা যায়। ফলে পাল্লা খোলা বা বন্ধ করা সহজ হয়। কেননা পাল্লার এ ঘূর্ণনের জন্য প্রয়োজনীয় টর্ক প্রযুক্ত বল এবং অক্ষ থেকে ওই বলে ক্রিয়ারেখার লম্ব দূরত্বের উপর নির্ভর করে।

গ



সাইকেলে বেগ, $\vec{v}_c = 8\hat{i}$ kmh^{-1}

বৃষ্টির বেগ, $\vec{v}_r = -6\hat{j}$ kmh^{-1}

$\therefore$ সাইকেল আরোহীর সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ,

$\vec{v}_{rc} = \vec{v}_r - \vec{v}_c = -6\hat{j} - 8\hat{i}$

$\therefore |\vec{v}_{rc}| = \sqrt{6^2 + 8^2}$

$= 10$ kmh^{-1}

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{8}{6}\right) = 53.13°$ (উলম্বের সাথে)

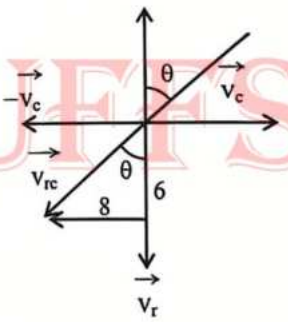
সুতরাং বৃষ্টির লব্ধি বেগ 10 kmh^{-1} এবং উলম্বের সাথে 53.13° কোণে পড়ছে। **(Ans.)**

ঘ বাতাস প্রবাহিত হওয়ার আগে,

$\vec{v}_{rc} = -6\hat{j} - 8\hat{i}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{8}{6}\right)$

$= 53.13°$ (উলম্বের সাথে)



দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বাতাসের বেগ, $\vec{v}_a = -2\hat{i}$ kmh^{-1}

$\therefore$ আবিদের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ,

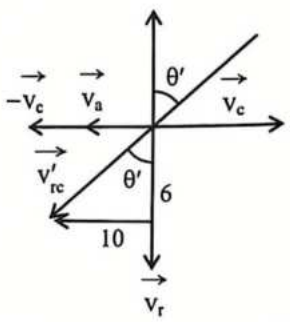
$\vec{v}'_{rc} = (\vec{v}_r + \vec{v}_a) - \vec{v}_c$

$= (-6\hat{j} - 2\hat{i}) - 8\hat{i}$

$= -10\hat{i} - 6\hat{j}$

$\theta' = \tan^{-1}\left(\frac{10}{6}\right)$

$= 59.03°$ (উলম্বের সাথে)



$\therefore$ বাতাস প্রবাহিত হওয়ার পূর্বে 53.19° কোণে এবং বাতাস প্রবাহিত হওয়ার পরে উলম্বের সাথে 59.03° কোণে ছাতা ধরতে হবে। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৬ কোন একদিন সেলিম ও মুরাদ কোনো স্থানে দণ্ডায়মান ছিল। তখন বাতাসের বেগ 5 ms^{-1} যা দক্ষিণ থেকে উত্তরে প্রবাহিত হচ্ছিল। এমন সময় 3 ms^{-1} বেগে বৃষ্টি পড়তে শুরু করল। বৃষ্টি শুরু হবার পর সেলিম দক্ষিণ থেকে উত্তরে এবং মুরাদ উত্তর থেকে দক্ষিণে 7 ms^{-1} বেগে চলতে শুরু করল।

(ক) বিসদৃশ বা অসদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [ম. বো. ২৩]

(খ) নাল ভেক্টরের দিক ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪, ২২; সি. বো. ২১; রা. বো. ১৫]

(গ) দণ্ডায়মান অবস্থায় বৃষ্টি তাদের গায়ে কত বেগে আঘাত করবে? [ম. বো. ২২]

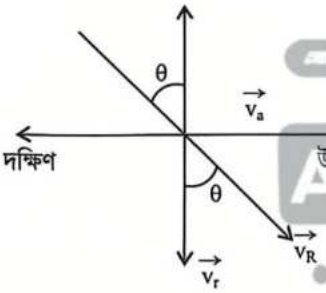
(ঘ) চলমান অবস্থায় বৃষ্টি থেকে রক্ষা পেতে দুই বন্ধুকে একই কোণে ছাতা ধরতে হবে কি-না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২; অনুরূপ রা. বো. ১৭]

সমাধান:

ক সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদেরকে অসদৃশ ভেক্টর বলে।

খ যে ভেক্টর রাশির মান শূন্য তাকে নাল ভেক্টর বলে। অর্থাৎ একটি ভেক্টর রাশির সাথে তার বিপরীত ভেক্টর রাশি যোগ করলে নাল ভেক্টর পাওয়া যায়। নাল ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই। তাই এর কোনো নির্দিষ্ট দিক নেই।

গ



দণ্ডায়মান অবস্থায় বৃষ্টির লব্ধি বেগ,

$\vec{v_R} = \vec{v_r} + \vec{v_a}$

$= -3\hat{j} + 5\hat{i}$

$\therefore |\vec{v_R}| = \sqrt{(5)^2 + (-3)^2}$

$= 5.83\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ধরি,

বাতাসের বেগ, $\vec{v_a} = 5\hat{i}\ ms^{-1}$

বৃষ্টির বেগ, $\vec{v_r} = -3\hat{j}\ ms^{-1}$

[উত্তর দিককে X অক্ষের ধনাত্মক দিক ধরে]

ঘ সেলিমের ক্ষেত্রে,

বেগ, $\vec{v_s} = 7\hat{i}\ ms^{-1}$ [উত্তর দিকে X অক্ষের ধনাত্মক দিক ধরে]

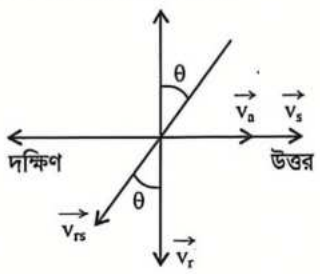
বৃষ্টির লব্ধি বেগ, $\vec{v_r} = 5\hat{i} - 3\hat{j}$

$\therefore$ বৃষ্টির আপেক্ষিক বেগ,

$\vec{v_{rs}} = \vec{v_r} - \vec{v_s}$

$= 5\hat{i} - 3\hat{j} - 7\hat{i}$

$= -2\hat{i} - 3\hat{j}$



ধরি, উল্লম্বের সাথে θ কোণে ছাতা ধরতে হবে।

$\tan\theta = \frac{-2}{-3}$

$\therefore \theta = 33.69°$

মুরাদের ক্ষেত্রে,

বেগ, $\vec{v_m} = -7\hat{i}\ ms^{-1}$

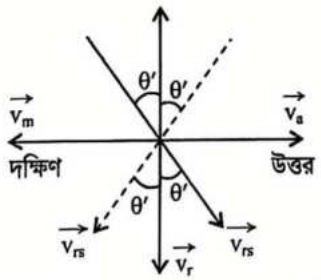
বৃষ্টির লব্ধি বেগ, $\vec{v_r} = 5\hat{i} - 3\hat{j}$

$\therefore$ বৃষ্টির আপেক্ষিক বেগ,

$\vec{v_{rm}} = \vec{v_r} - \vec{v_m}$

$= 5\hat{i} - 3\hat{j} + 7\hat{i}$

$= 12\hat{i} - 3\hat{j}$



ধরি, উল্লম্বের সাথে θ′ কোণে ছাতা ধরতে হবে।

$\tan\theta' = \frac{12}{-3}$

$\therefore \theta' = -75.96°$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা বিপরীত দিক বুঝানো হয়।

$\because \theta \neq \theta'$

সুতরাং দুই বন্ধুকে একই কোণে ছাতা ধরতে হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৭ রবিনদের বাড়ির সামনে 1000 m প্রশস্ত একটি নদী স্রোতস্বিনী প্রবাহিত। বাড়ির সোজাসুজি নদীর ঠিক অপর পাড়ে তার কলেজ। একদিন সকালে সে ক্লাস শুরু হওয়ার ঠিক 10 মিনিট পূর্বে স্রোতের বেগের সাথে 120° কোণে 10 kmh^{-1} বেগের একটি নৌকায় কলেজের উদ্দেশ্যে রওনা দিলো এবং সোজা অপর পাড়ে দিয়ে কলেজে পৌছালো। [নদীর পাড় হতে কলেজের দূরত্ব নগণ্য বিবেচনা করতে হবে।]

(ক) ভেক্টর বিভাজন কী? [য. বো. ২১; সি. বো. ১৬, ১৫; রা. বো. ১৫]

(খ) নৌকার গুণ টানার সময় অনেক লম্বা দড়ি ব্যবহারের সুবিধা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো., চ. বো. ২২; ঢা. বো., য. বো. ২১]

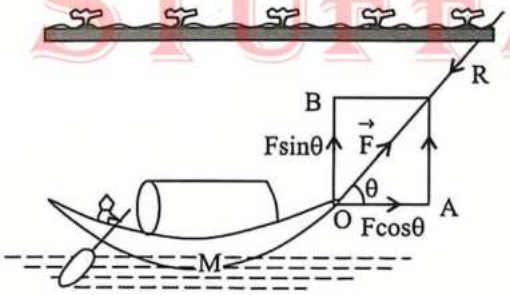
(গ) উদ্দীপক অনুসারে নদীতে স্রোতের বেগ কত? [য. বো. ২১; অনুরূপ চ. বো. ২১]

(ঘ) রবিন কি যথাসময়ে ক্লাসে উপস্থিত হতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [য. বো. ২১; অনুরূপ চ. বো. ২১]

সমাধান:

ক একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াই ভেক্টর বিভাজন।

খ



মনে করি, M একটি নৌকা। এর O বিন্দুতে গুণ বেঁধে OR বরাবর নদীর পাড় দিয়ে $\vec{F}$ বলে টেনে নেওয়া হচ্ছে। বিভাজন পদ্ধতি দ্বারা O বিন্দুতে F কে দুটি উপাংশে বিভাজিত করা যায়; যথা- অনুভূমিক উপাংশ এবং উলম্ব উপাংশ।

অনুভূমিক উপাংশ = F cosθ এর দিক OA বরাবর। উলম্ব উপাংশ = F sinθ এর দিক OB বরাবর।

বলের অনুভূমিক উপাংশ F cosθ নৌকাকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায় এবং উলম্ব উপাংশ F sinθ নৌকাটিকে পাড়ের দিকে টানে। কিন্তু নৌকার হাল দ্বারা উলম্ব উপাংশ F sinθ প্রতিহত করা হয়। গুণ যত লম্বা হবে, θ এর মান তত কম হবে; ফলে F sinθ এর মান কম হবে এবং F cosθ এর মান বেশি হবে। ফলে নৌকা দ্রুত সামনের দিকে এগিয়ে যাবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

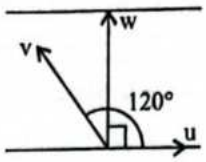
গ ধরি,

স্রোতের বেগ = u kmh^{-1}

নৌকার বেগ, v = 10 kmh^{-1}

মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 120°$

লব্ধি বেগ স্রোতের সাথে সৃষ্ট কোণ, $\theta = 90°$



$\therefore \tan\theta = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$

$\Rightarrow \tan 90° = \frac{10\sin 120°}{u + 10\cos 120°}$

$\Rightarrow \frac{1}{0} = \frac{10\sin 120°}{u - 5}$

$\Rightarrow u - 5 = 0$

$\therefore u = 5$ kmh^{-1} **(Ans.)**

ঘ রবিন যেহেতু সোজা অপর পাড়ে পৌছালো অর্থাৎ ন্যূনতম দূরত্বে নদী পাড় হলো। ফলে সময় লাগলো,

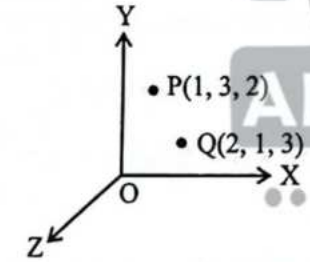
$t = \frac{d_{min}}{v\sin\alpha} = \frac{1}{10 \times \sin 120°}$
$= 0.1155$ hr
$= 6.93$ min

দেওয়া আছে,
নদীর প্রস্থ, $d_{min} = 1000$ m $= 1$ km
ক্লাসে শুরু হতে সময় বাকি,
$t' = 10$ min

$\because t < t'$

সুতরাং, রবিন যথাসময়ে ক্লাসে উপস্থিত হতে পারবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৮



চিত্রের P ও Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$.

(ক) সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [দি. বো. ২২]

(খ) দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো., য. বো. ২২]

(গ) ΔOPQ এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। [দি. বো. ২২; অনুরূপ ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) $\vec{P} + \vec{Q}$ ও $\vec{P} - \vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় +Y অক্ষের সাথে সমান কোণ উৎপন্ন করে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [দি. বো. ২২]

সমাধান:

ক সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে পরস্পরের সদৃশ ভেক্টর বলে।

খ মনেকরি, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টর এবং $\vec{R}$ এদের লব্ধি।

বলদ্বয় পরস্পর α কোণে ক্রিয়া করলে লব্ধি,

$R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$

এখন, $\alpha = 180°$ হলে, $R = P \sim Q$ অর্থাৎ,

সর্বনিম্ন লব্ধি, $R_{min} = P \sim Q$

অর্থাৎ 2টি ভেক্টরের লব্ধির সর্বনিম্ন মান ভেক্টরদ্বয়ের অন্তরফলের সমান। দুটি ভেক্টর অসমান হলে এদের অন্তরফল থাকবেই। তাই দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না।

গ এখানে,

P বিন্দুর স্থানাঙ্ক (1, 3, 2)

$\therefore$ P বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\vec{P} = \hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$

এবং Q বিন্দুর স্থানাঙ্ক (2, 1, 3)

$\therefore$ Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\vec{Q} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$

এখন, $\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(9 - 2) - \hat{j}(3 - 4) + \hat{k}(1 - 6)$

$= 7\hat{i} + \hat{j} - 5\hat{k}$

$\therefore$ ΔOPQ-এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}\left|\vec{P} \times \vec{Q}\right|$

$= \frac{1}{2} \times \sqrt{7^2 + 1^2 + (-5)^2}$

$= \frac{1}{2} \times \sqrt{49 + 1 + 25}$

$= 4.33$ বর্গ একক

সুতরাং, ΔOPQ-এর ক্ষেত্রফল 4.33 বর্গ একক। **(Ans.)**

ঘ $\vec{P} = \hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$

$\vec{Q} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$

$\therefore \vec{P} + \vec{Q} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$

ধরি,

Y অক্ষের সাথে $(\vec{P} + \vec{Q})$ ভেক্টরটি β_1 কোণ উৎপন্ন করে।

$\therefore (\vec{P} + \vec{Q}).\hat{j} = (3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}).\hat{j}$

$\Rightarrow |\vec{P} + \vec{Q}|\,|\hat{j}|\cos\beta_1 = 4$

$\Rightarrow \cos\beta_1 = \frac{4}{|\vec{P} + \vec{Q}|}$

$\Rightarrow \beta_1 = \cos^{-1}\frac{4}{7.07}$

$\therefore \beta_1 = 55.55°$

এখন,

$\vec{P} - \vec{Q} = -\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$

আবার, ধরি Y অক্ষের সাথে $(\vec{P} - \vec{Q})$ ভেক্টরটি β_2 কোণ উৎপন্ন করে।

$\therefore (\vec{P} - \vec{Q}).\hat{j} = (-\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}).\hat{j}$

$\Rightarrow |\vec{P} - \vec{Q}|\,|\hat{j}|\cos\beta_2 = 2$

$\Rightarrow \sqrt{(-1)^2 + (2)^2 + (-1)^2} \times \cos\beta_2 = 2$

$\Rightarrow \beta_2 = \cos^{-1}\frac{2}{2.4495}$

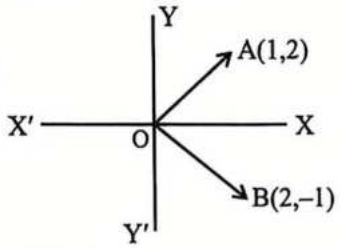
$\therefore \beta_2 = 35.26°$

$\therefore \beta_1 \neq \beta_2$ হওয়ায় $\vec{P} + \vec{Q}$ এবং $\vec{P} - \vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় y-অক্ষের সাথে সমান কোণ উৎপন্ন করবে না। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৯ চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



(ক) একক ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; কু. বো. ২২, ২১; য. বো. ২২; রা. বো. ১৭]

(খ) বৈদ্যুতিক পাখার বাতাস কিভাবে নিচে নামে? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২২; ম. বো. ২২]

(গ) উদ্দীপকের $\vec{OA}$ ভেক্টরটি Y অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করবে? [য. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকের $\vec{OA}$ এবং $\vec{OB}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [য. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো ভেক্টরের মান এক একক হলে তাই একক ভেক্টর।

খ বৈদ্যুতিক পাখাগুলোর একটি দিক হালকা বাঁকা রাখা হয়। তাই পাখাগুলো ঘুরলে বাতাসের নিম্নমুখী চাপ সৃষ্টি হয়। ফলে বাতাস নিচের দিকে প্রবাহিত হতে থাকে। যতক্ষণ চাপ বজায় থাকে বাতাস ততক্ষণ নিচের দিকে প্রবাহিত হতে থাকে। এভাবে বৈদ্যুতিক পাখার বাতাস নিচে নামে।

গ দেওয়া আছে,

A বিন্দুর স্থানাঙ্ক = (1, 2)

$\therefore \vec{OA} = \hat{i} + 2\hat{j}$

ধরি, $\vec{OA}$, y অক্ষের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে।

$\vec{OA}.\hat{j} = |\vec{OA}|\,|\hat{j}|\cos\theta$

$\Rightarrow 2 = \sqrt{(1)^2 + (2)^2} \times 1 \times \cos\theta$

$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}\frac{2}{\sqrt{5}}$

$\therefore \theta = 26.57°$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, A(1, 2) ও B(2, – 1) বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে

$\vec{OA} = \hat{i} + 2\hat{j}$

$\vec{OB} = 2\hat{i} + \hat{j}$

এখন, $\vec{OA}.\vec{OB} = (\hat{i} + 2\hat{j}).(2\hat{i} - \hat{j})$

$\Rightarrow |\vec{OA}|\,|\vec{OB}|\cos\theta = 2 - 2$

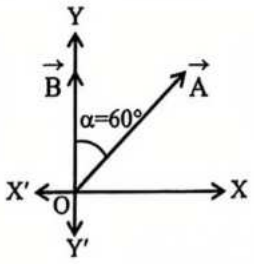
$\Rightarrow |\vec{OA}|\,|\vec{OB}|\cos\theta = 0$

অর্থাৎ, $\cos\theta = 0$ [$\because |\vec{OA}|, |\vec{OB}|$ শূন্য নয়]

$\therefore \theta = 90°$

সুতরাং, $\vec{OA}$ ও $\vec{OB}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব।

প্রশ্ন ▶ ২০



চিত্রে $|\vec{A}| = 5N$ ও $|\vec{B}| = 8\ N$

(ক) সম প্রারম্ভিক ভেক্টর কাকে বলে?

(খ) দুইয়ের অধিক ভেক্টর রাশির যোগের নিয়ম ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২২]

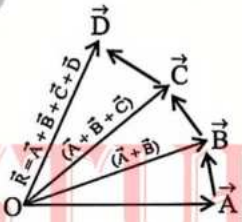
(গ) ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্ণয় কর। [দি. বো. ২১]

(ঘ) $(\vec{A} - \vec{B})$ ভেক্টরটি X অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করে? প্রয়োজনীয় চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২১]

সমাধান:

ক একই মূলবিন্দু বা পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে সম প্রারম্ভিক ভেক্টর বলে।

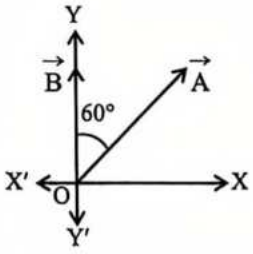
খ দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশির ক্ষেত্রে ভেক্টর রাশিগুলোকে একই ক্রমে সাজিয়ে প্রথম ভেক্টরের পাদবিন্দু এবং দ্বিতীয় ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু যোগ করলে বিপরীতক্রমে ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধি পাওয়া যায়। এভাবে পরবর্তী প্রত্যেকটি ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু যোগ করতে করতে সর্বশেষ যে ভেক্টরটি পাওয়া যায় সেই বাহুটিই ভেক্টর রাশিগুলোর লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।



মনে করি, $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ চারটি ভেক্টর রাশি। এদের লব্ধি হবে,

$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$

গ দেওয়া আছে, $|\vec{A}| = 5\ N$; $|\vec{B}| = 8\ N$



$\vec{A} = 5\cos60°\hat{j} + 5\sin60°\hat{i}$

$= \frac{5}{2}\hat{j} + \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i}$

$\vec{B} = 8\cos0°\hat{j} + 8\cos90°\hat{i}$

$= 8\hat{j}$

$\therefore \vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লব্ধি,

$\vec{A} + \vec{B} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \left(\frac{5}{2} + 8\right)\hat{j} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{21}{2}\hat{j}$

$\therefore |\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{\left(\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(\frac{21}{2}\right)^2} = 11.36\ N$ **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

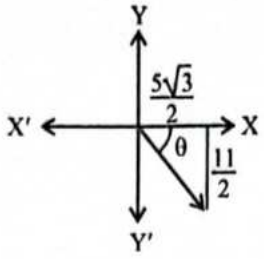
ঘ 'গ' হতে পাই,

$\vec{A} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{5}{2}\hat{j}$

$\vec{B} = 8\hat{j}$

$\vec{A} - \vec{B} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \left(\frac{5}{2} - 8\right)\hat{j}$

$= \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} - \frac{11}{2}\hat{j}$



ধরি, $(\vec{A} - \vec{B})$ ভেক্টরটি X অক্ষের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে।

এখন, $(\vec{A} - \vec{B}).\hat{i} = \left(\frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} - \frac{11}{2}\hat{j}\right).\hat{i}$

$\Rightarrow |\vec{A} - \vec{B}|\,|\hat{i}|\cos\theta = \frac{5\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow \sqrt{\left(\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(-\frac{11}{2}\right)^2}\cos\theta = \frac{5\sqrt{3}}{2}$

$\Rightarrow \theta = \cos^{-1}\left(\frac{5\sqrt{3}}{2 \times 7}\right)$

$\therefore \theta = 51.79°$ **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২১ ঘণ্টায় 40 km বেগে পূর্ব দিকে চলমান একটি গাড়ির চালক উত্তর দিকে ঘণ্টায় তার বেগের দ্বিগুণ বেগে একটি ট্রাক চলতে দেখল। [পূর্ব দিক ধনাত্মক X-অক্ষ ও উত্তর দিক ধনাত্মক Y-অক্ষ বিবেচনা করা হলো।]

(ক) স্বীকার্য কী? [ঢা. বো. ১৯]

(খ) চারটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হবে– চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৩]

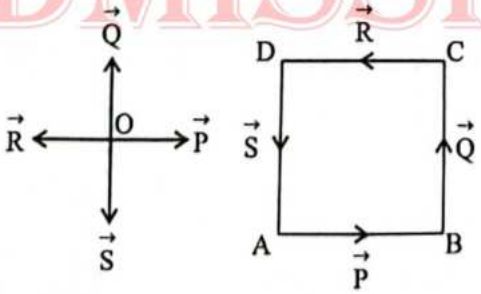
(গ) ট্রাকটি প্রকৃতপক্ষে কোন দিকে চলছিল? [ঢা. বো. ১৯]

(ঘ) ট্রাক ও গাড়িটির প্রকৃত বেগ যে তলে অবস্থিত তার উলম্ব দিকে একটি ভেক্টর নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও। [ঢা. বো. ১৯]

সমাধান:

ক কোনো গাণিতিক মডেল বা সূত্র প্রতিষ্ঠা করার লক্ষ্যে যদি কিছু পূর্বশর্ত স্বীকার করে নেয়া হয়, তবে ওই পূর্বশর্তসমূহকে স্বীকার্য বলে।

খ



O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল 4টি ভেক্টর $\vec{P}$, $\vec{Q}$, $\vec{R}$ ও $\vec{S}$ কে ABCD চতুর্ভুজের চারটি বাহু দ্বারা প্রকাশ করা হলো।

এখন,

$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = \vec{AD}$

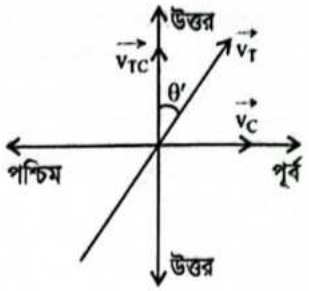
$\Rightarrow \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = -\vec{DA}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = -\vec{S}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} + \vec{S} = 0$

অর্থাৎ, যদি 4টি ভেক্টরের প্রথম তিনটি ভেক্টরের লব্ধি, চতুর্থ ভেক্টরের সমান ও বিপরীত চিহ্নবিশিষ্ট হয় তখন চারটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হবে।

গ



এখানে, গাড়ির বেগ, $\vec{v_C} = 40\hat{i}$

গাড়ির চালকের সাপেক্ষে ট্রাকের বেগ,

$\vec{v_{TC}} = 80\hat{j} \Rightarrow \vec{v_T} - \vec{v_C} = 80\hat{j} \Rightarrow \vec{v_T} = 80\hat{j} + 40\hat{i}$

ধরি, ট্রাকটি উত্তর দিকের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে।

$\tan\theta = \frac{40}{80} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{1}{2} \therefore \theta = 26.57°$

সুতরাং, ট্রাকটি উত্তর-পূর্ব দিকে 26.57° কোণ করে চলছিল। **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, গাড়ির প্রকৃত বেগ, $\vec{v_C} = 40\hat{i}$

ট্রাকটির প্রকৃত বেগ, $\vec{v_T} = 40\hat{i} + 80\hat{j}$

এখানে, গাড়ি ও ট্রাকটি XY তলে অবস্থিত।

XY তলের উপর লম্ব ভেক্টর,

$\vec{v_C} \times \vec{v_T} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 40 & 0 & 0 \\ 40 & 80 & 0 \end{vmatrix} = \hat{i}(0-0) - \hat{j}(0-0) + \hat{k}(3200-0)$

$= 3200\hat{k}$

এখন, লম্ব একক ভেক্টর, $\eta = \pm\frac{\vec{v_C} \times \vec{v_T}}{|\vec{v_C} \times \vec{v_T}|} = \pm\frac{3200\hat{k}}{\sqrt{(3200)^2}} = \pm\hat{k}$

সুতরাং ট্রাক ও গাড়ির প্রকৃত বেগ যে তলে অবস্থিত তার উলম্ব দিকে একক ভেক্টর নির্ণয় করা সম্ভব। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২২ 30° কোণে আনত একটি পাহাড়ের ঢাল বেয়ে 72 km/h সমবেগে একটি বাস উপরে উঠছে। এমন সময় হঠাৎ বৃষ্টি 6 m/s সমবেগে খাড়া নিচে পড়তে শুরু করে। বৃষ্টি যখন প্রায় শেষ তখন অনুভূমিকভাবে বায়ুপ্রবাহ শুরু হল।

(ক) বিপ্রতীপ ভেক্টর কাকে বলে? [কু. বো. ২৩; রা. বো. ১৯]

(খ) দুটি ভেক্টর রাশির যোগফল ও বিয়োগফলের মান কখন সমান– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩; রা. বো. ১৯; ঢা. বো. ১৭]

(গ) শুরুতে বাসচালক কত কোণে বৃষ্টি পড়তে দেখবে নির্ণয় কর। [রা. বো. ১৯]

(ঘ) বায়ুপ্রবাহের দরুণ বাসচালক খাড়া নিচের দিকে বৃষ্টি পড়তে দেখলে বায়ু প্রবাহের প্রকৃত মান ও দিক গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ১৯]

সমাধান:

ক দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটি মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

খ ধরি, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি একই জাতীয় ভেক্টর রাশি।

$\Rightarrow |\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$

প্রশ্নমতে, $A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$

$\Rightarrow 4\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \cos\theta = 0$

$\therefore \theta = \frac{\pi}{2}$

অর্থাৎ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ $\frac{\pi}{2}$ হলে এদের ভেক্টর যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ ট্রাকের বেগ, $\vec{v_c}$

বৃষ্টির বেগ, $\vec{v_r}$

$\vec{v_c} = 20\cos30\hat{i} + 20\sin30°\hat{j}$

$= 10\sqrt{3}\hat{i} + 10\hat{j}$

এবং $\vec{v_r} = -6\hat{j}$

∴ ট্রাকের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ,

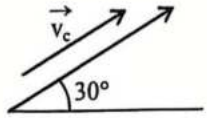
$\vec{v_{rc}} = \vec{v_r} - \vec{v_c}$

$= -6\hat{j} - 10\sqrt{3}\hat{i} - 10\hat{j}$

$= -10\sqrt{3}\hat{i} - 16\hat{j}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{10\sqrt{3}}{16}\right)$

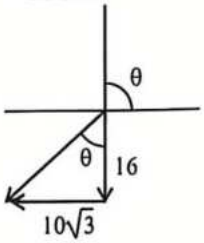
$= 47.27°$ (উলম্বের সাথে) **(Ans.)**



$v_c = 72$ km/h

$= \frac{72}{3.6}$ m/s

$= 20$ m/s



ঘ 'গ' হতে পাই,

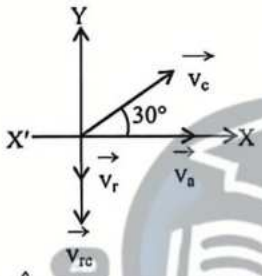
$\vec{v_c} = 10\sqrt{3}\hat{i} + 10\hat{j}$

$\vec{v_r} = -6\hat{j}$

ধরি, বায়ুর বেগ, $\vec{v_a} = v\hat{i}$

ট্রাকের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ,

$\vec{v_{rc}} = (\vec{v_r} + \vec{v_a}) - \vec{v_c}$



প্রশ্নমতে, $x\hat{j} = -6\hat{j} + v\hat{i} - 10\sqrt{3}\hat{i} - 10\hat{j}$

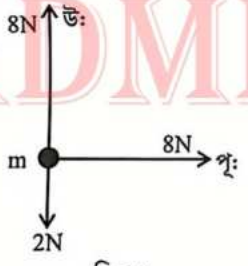
$\Rightarrow x\hat{j} = (v - 10\sqrt{3})\hat{i} - 16\hat{j}$

$\hat{i}$-এর সহগ সমীকৃত করে, $0 = v - 10\sqrt{3}$

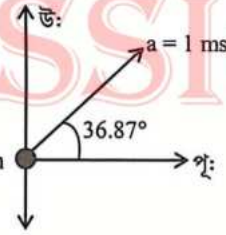
$\therefore v = 17.32\ ms^{-1}$

সুতরাং বায়ু প্রবাহ আনুভূমিক বরাবর $17.32\ ms^{-1}$ বেগে প্রবাহিত হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৩ $m = 10$ kg ভরের একটি বস্তুর উপর একই সময়ে তিনটি বল ক্রিয়া করছে যা ১নং চিত্রে দেখানো হলো।



চিত্র-১



চিত্র-২

(ক) স্কেলার অপেক্ষকের গ্রেডিয়েন্টের সংজ্ঞা লিখ। [সি. বো. ২৩]

(খ) বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হলেও তাদের দ্বারা সৃষ্ট কাজ স্কেলার রাশি– ব্যাখ্যা কর। [সম্মিলিত ১৮]

(গ) ১নং চিত্রে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল নীট বলের মান কত? [সম্মিলিত ১৮]

(ঘ) চিত্র-১ এর আলোকে চিত্র-২ এর সঠিকতা যাচাই কর। [সম্মিলিত ১৮]

সমাধান:

ক যদি $\varphi(x, y, z)$ একটি ব্যবকলনযোগ্য স্কেলার ক্ষেত্র নির্দেশ করে, তা হলে φ এর গ্রেডিয়েন্টকে $\vec{\nabla}\varphi$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ, $\text{grad}\ \varphi = \vec{\nabla}\varphi = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)\varphi$

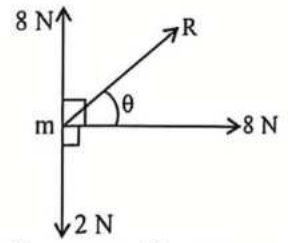
$= \hat{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\varphi}{\partial} + \hat{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}$

খ যে সকল রাশির মান এবং দিক উভয়ই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বা দিক রাশি বলে। দুটি ভেক্টর রাশির ডট গুণন একটি স্কেলার রাশি এবং ক্রস গুণন ভেক্টর রাশি হয়। কাজের সংজ্ঞানুসারে আমরা জানি, কাজ হলো সরণ ও সরণের দিকে বলের উপাংশ অথবা বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। অর্থাৎ $W = FS\cos\theta$। বল ও সরণ উভয়ই দিক রাশি হওয়ায় দিক রাশির স্কেলার গুণফলের সংজ্ঞানুসারে,

$W = \vec{F} \cdot \vec{S}$

যেহেতু দুটি দিক রাশির স্কেলার গুণফল একটি স্কেলার রাশি তাই বল ও সরনের গুণফল একটি স্কেলার রাশি। যার কেবল মান আছে, দিক নেই।

গ



ধরি, 8 N পূর্ব বলের সাথে লব্ধি বল (R) θ কোণ উৎপন্ন করে।

8 N বরাবর লম্বাংশ উপপাদ্য প্রয়োগ করি,

$R\cos\theta = 8\cos0° + 8\cos90° + 2\cos270°$

$\therefore R\cos\theta = 8$ .....(i)

এবং $R\sin\theta = 8\sin0° + 8\sin90° + 2\sin270°$

$\therefore R\sin\theta = 6$ ..... (ii)

$(i)^2 + (ii)^2 \Rightarrow R^2 = 100$

$\therefore R = 10$ N **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

$R\cos\theta = 8$ .....(i)

$R\sin\theta = 6$ .....(ii)

এবং লব্ধি, $R = 10$ N $\Rightarrow ma = 10 \Rightarrow 10a = 10$

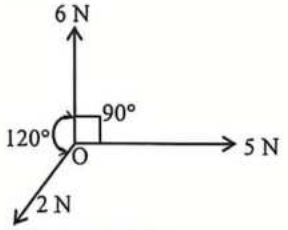
$\therefore a = 1\ ms^{-1}$

$(ii) \div (i) \Rightarrow \tan\theta = \frac{6}{8}$

$\therefore \theta = 36.87°$

সুতরাং চিত্র-১ অনুযায়ী চিত্র-২ সঠিক। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৪ চিত্র অনুসারে O বিন্দুতে 2 kg ভরের কোন স্থির বস্তুর উপর 4s ধরে তিনটি বল ক্রিয়া করে। পরবর্তীতে একই বস্তুর উপর কেবলমাত্র 5 N ও 6 N বল 4 s ধরে ক্রিয়া করে।



(ক) ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লিখ। [চ. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

(খ) দুটি ভেক্টর রাশির যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

(গ) প্রথম 4s সময়ে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল লব্ধি বলের মান নির্ণয় কর। [দি. বো. ১৯]

(ঘ) উভয় ক্ষেত্রে লব্ধি বলের দিক একই হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [দি. বো. ১৯]

সমাধান:

ক কোনো ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু বরাবর একইক্রমে দুটি ভেক্টর ক্রিয়াশীল হলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্দেশ করবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ ধরি, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি একই জাতীয় ভেক্টর রাশি।

প্রশ্নমতে, $|\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$

$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$

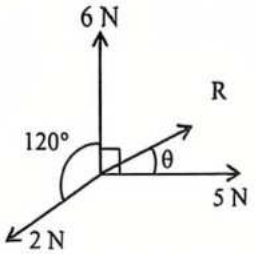
$\Rightarrow 4\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \cos\theta = 0$

$\therefore \theta = \frac{\pi}{2}$

অর্থাৎ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ $\frac{\pi}{2}$ হলে এদের ভেক্টর যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান।

গ



ধরি, লব্ধি বল (R), 5 N বলের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে 5 N বল বরাবর লম্ব উপাংশে বিভাজন করে পাই,

$R\cos\theta = 5\cos0° + 6\cos90° + 2\cos210°$

$\therefore R\cos\theta = 3.268$ .....(i)

এবং $R\sin\theta = 5\sin0° + 6\sin90° + 2\sin210°$

$\therefore R\sin\theta = 5$ .....(ii)

$(i)^2 + (ii)^2 \Rightarrow 35.68$

$\therefore R = 5.973$ N **(Ans.)**

ঘ ১ম ক্ষেত্রে, 'গ' হতে পাই,

$R\cos\theta = 3.268$ .....(i)

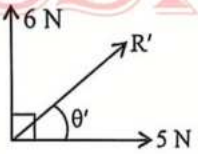
$R\sin\theta = 5$ .....(ii)

$(ii) \div (i) \Rightarrow \tan\theta = \frac{5}{3.268}$

$\therefore \theta = 56.83°$

অর্থাৎ, ১ম ক্ষেত্রে লব্ধি 5 N বলের সাথে 56.83° কোণে ক্রিয়া করবে।

২য় ক্ষেত্রে,



লব্ধি, $R' = \sqrt{5^2 + 6^2}$

$= 7.81$ N

$\tan\theta' = \frac{6}{5}$

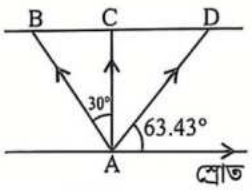
$\therefore \theta' = 50.19°$

অর্থাৎ, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে লব্ধি 5 N বলের সাথে 50.19° কোণ উৎপন্ন করবে।

$\because \theta \neq \theta'$

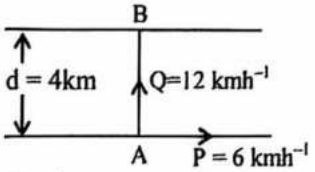
সুতরাং উভয় ক্ষেত্রে লব্ধির দিক একই হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৫ চিত্র-১:



চিত্রানুযায়ী একটি নদী 31 km প্রশস্ত। দুটি ইঞ্জিন বোট আড়াআড়ি পার হওয়ার জন্য A হতে অভিন্ন বেগে যাত্রা শুরু করল যাদের একটি AB বরাবর অপরটি AC বরাবর। প্রথমটি আড়াআড়ি পার হয়ে C বিন্দুতে পৌছালে দ্বিতীয়টি D বিন্দুতে পৌছায়। স্রোতের বেগ 9 km h^{-1}।

চিত্র-২:



4 km প্রস্থ বিশিষ্ট একটি নদীর পাড়ের 'A' বিন্দু হতে 12 km/hr বেগে একটি নৌকা নদীর অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য যাত্রা শুরু করল। একজন লোক নৌকা চলার শুরু হতে অপর পাড়ের 'B' বিন্দুতে 20 মিনিট অপেক্ষা করে চেলে গেল। নদীতে স্রোতের বেগ 6 kmh^{-1}।

(ক) তল ভেক্টর কাকে বলে? [সি. বো. ২৩, ২১]

(খ) "আয়ত একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট হলেও একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট নয়"– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

(গ) চিত্র-১ হতে নৌকার অভিন্ন বেগ হিসাব কর। [চ. বো. ১৭]

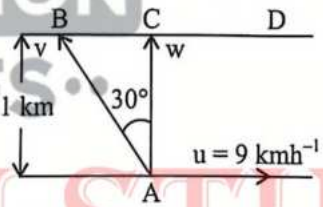
(ঘ) চিত্র-২ অনুযায়ী, অপেক্ষমান লোকটির সাথে নৌকার সাক্ষাৎ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [সি. বো. ২১]

সমাধান:

ক যখন কোনো ভেক্টর কোনো একটি পৃষ্ঠের বা সমতলের ওপর অভিলম্ব অঙ্কন করলে যে দিক নির্দেশিত হয়, সে দিক বরাবর ক্রিয়া করে এবং যার মান তলটির ক্ষেত্রফলের সমান হয়, তাকে ঐ তলের তল ভেক্টর বলে।

খ আয়ত একক ভেক্টর হচ্ছে ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় X, Y ও Z তিনটি অক্ষ বরাবর যথাক্রমে তিনটি একক ভেক্টর $\hat{i}$, $\hat{j}$ ও $\hat{k}$। যেহেতু, X, Y ও Z অক্ষ তিনটি অপরিবর্তনশীল অর্থাৎ নির্দিষ্ট, তাই এদের আয়ত একক ভেক্টরের দিকও নির্দিষ্ট। আবার, একক ভেক্টরের দিক বলতে সংশ্লিষ্ট ভেক্টরের দিককে নির্দেশ করে। সংশ্লিষ্ট ভেক্টরটি কোনো একটি সমতলে বিভিন্ন দিকে ক্রিয়া করতে পারে। যদি ভেক্টরটি নির্দিষ্ট হয় তাহলেই কেবল এর একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট করে বলা যায়। সুতরাং ভেক্টরগুলো নির্দিষ্ট না হলে এদের একক ভেক্টরের দিককে নির্দিষ্ট করা যায় না।

গ



ধরি, নৌকার অভিন্ন বেগ = v kmh^{-1}

স্রোতের বেগ, u = 9 kmh^{-1}

১ম বোট-এর ক্ষেত্রে, স্রোত বরাবর উপাংশ নিয়ে,

$w\cos90° = u\cos0° + v\cos(90° + 30°)$ [লব্ধি বেগ = w]

$\Rightarrow u + v\cos120° = 0$

$\therefore v = 2u = 2 \times 9 = 18$ kmh^{-1} **(Ans.)**

ঘ নৌকাটি সোজা অপর পাড়ে পৌছালে,

$\tan90° = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$

$\Rightarrow \frac{1}{0} = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$

$\Rightarrow v\cos\alpha = -u$

$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{-u}{v}\right)$

$= \cos^{-1}\left(\frac{-6}{12}\right) = 120°$

দেওয়া আছে,
স্রোতের বেগ, u = 6 kmh^{-1}
নৌকার বেগ, v = 12 kmh^{-1}
মধ্যবর্তী কোণ, α = ?
পাড়ের দূরত্ব, d = 4 km
অপর পাড়ের লোকটি কর্তৃক অপেক্ষাকালীন সময়, t′ = 20 min

এখন, অপর পাড়ে যেতে সময় লাগবে,

$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{4}{12\sin120} = 0.385$ hr $= 23.94$ min

$\because t > t'$

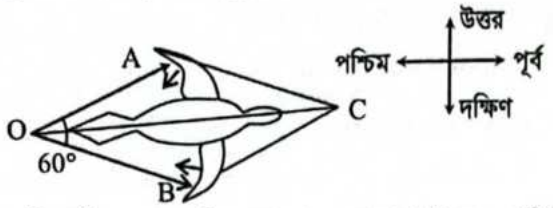
সুতরাং লোকটির সাথে নৌকার সাক্ষাৎ হবে না। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২৬



চিত্রানুযায়ী একটি পাখি সমতল ভূমির সমান্তরালে আকাশে উড়ছে। পাখিটির উভয় পাখা কর্তৃক ধাক্কার পরিমাণ 5N।

(ক) ল্যাপ্লাসিয়ান অপারেটর কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

(খ) আমাদের পায়ে হাঁটা কিভাবে ভেক্টর বিভাজনের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায়। [সি. বো. ১৭]

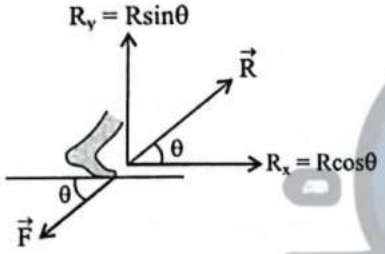
(গ) চিত্রের OC বরাবর প্রতিক্রিয়া বলের মান কত? [সি. বো. ১৭]

(ঘ) AO বরাবর পাখার ধাক্কার পরিমাণ দ্বিগুণ হলে পাখিটি কোনদিকে উড়বে? গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৭]

সমাধান:

ক যে অপারেটরের মাধ্যমে কোনো স্কেলার ক্ষেত্রের গ্রেডিয়েন্টের ডাইভারজেন্স নির্ণয় করা হয় তাকে ল্যাপ্লাসিয়ান অপারেটর বলে। একে $\nabla.\nabla$ বা ∇^2 দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

খ



হাঁটার সময় পায়ের আঙ্গুল দিয়ে মাটিতে তীর্যকভাবে (θ কোণে) $\vec{F}$ বল প্রয়োগ করা হয়। মাটি কর্তৃক এর সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া বল $\vec{R}$ পায়ের আঙ্গুলে ক্রিয়া করে। এখন, প্রতিক্রিয়া বলের

আনুভূমিক উপাংশ, $R_x = R\cos\theta$

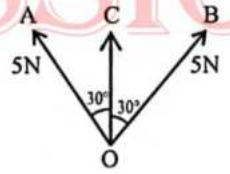
এবং উলম্ব উপাংশ, $R_y = R\sin\theta$

R_x উপাংশ আমাদের সামনে যেতে সাহায্য করে। R_y উপাংশ ওজনের বিপরীতে ক্রিয়া করায় এটি আমাদের ওজনকে কিছুটা হ্রাস করে।

গ $OC = AO\cos30° + BO\cos30°$

$= 5 \times \frac{\sqrt{3}}{2} + 5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

$= 5\sqrt{3}$ N **(Ans.)**



ঘ OC বরাবর X অক্ষ ধরে,

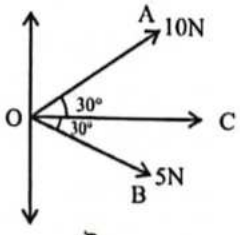
লব্ধি বল R হলে,

$R_x = 10\cos30° + 5\cos30°$

$= 13$ N

$R_y = 10\sin30° - 5\sin30°$

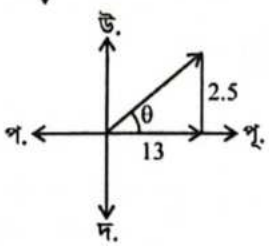
$= 2.5$ N



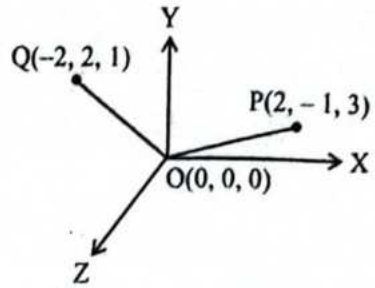
$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$

$= \tan^{-1}\left(\frac{2.5}{13}\right)$

$= 10.88°$ (পূর্ব-উত্তর বরাবর) **(Ans.)**



প্রশ্ন ▶ ২৭ (i)



(ii) তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$, $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{C} = (6xy + z^3)\hat{i} - (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$.

(ক) একক ভেক্টরের সংজ্ঞা দাও। [ঢা. বো. ২৩; কু. বো., য. বো. ২২; কু. বো. ২১; রা. বো. ১৭]

(খ) সমান ভেক্টর সমান্তরাল ভেক্টর কি-না? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২১]

(গ) উদ্দীপকে (i) $\vec{PQ}$ ভেক্টরের সমান্তরাল একটি একক ভেক্টর নির্ণয় করো। [সি. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো. ২১; কু. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপকে (ii) এর $\vec{C}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল কি না যাচাই কর। [রা. বো. ২২; অনুরূপ চ. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো ভেক্টরের মান এক একক হলে তাকে একক ভেক্টর বলে।

খ দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই রেখা বরাবর বা সমান্তরালে ক্রিয়া করলে তাদেরকে সমান্তরাল ভেক্টর বলে। সমান্তরাল ভেক্টরের সংজ্ঞা থেকে বলা যায়, কেবল দিক একই হলে দুটি ভেক্টর সমান্তরাল হবে। কিন্তু আমরা জানি, দুটি ভেক্টর সমান হতে হলে তাদের মান ও দিক উভয়ই একই হতে হবে। তাই বলা যায়, সমান্তরাল ভেক্টরের সকল বৈশিষ্ট্য সমান ভেক্টরের মধ্যে বিদ্যমান হওয়ায়, সমান ভেক্টরকে সমান্তরাল ভেক্টর বলা যায়।

গ $\vec{OQ} = -2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$

$\vec{OP} = 2\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$

$\vec{PQ} = \vec{OQ} - \vec{OP}$

$= \left(-2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}\right) - \left(2\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}\right)$

$= -4\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$

$\therefore \vec{PQ}$ এর সমান্তরালে একটি একক ভেক্টর,

$$\hat{\eta} = \frac{\vec{PQ}}{|\vec{PQ}|} = \frac{-4\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}}{\sqrt{4^2 + 3^2 + 2^2}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{29}}\left(-4\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}\right) \textbf{ (Ans.)}$$

Note: প্রশ্নে একটি ভেক্টর চাওয়ায়, $\pm$ ব্যবহার করা হয়নি।

ঘ $\text{Curl}\left(\vec{C}\right) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 6xy + z^3 & -3x^2 + z & 3xz^2 - y \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(-1 - 1) + \hat{j}(3z^2 - 3z^2) + \hat{k}(-6x - 6x)$

$= -2\hat{i} - 12x\hat{k} \neq 0$

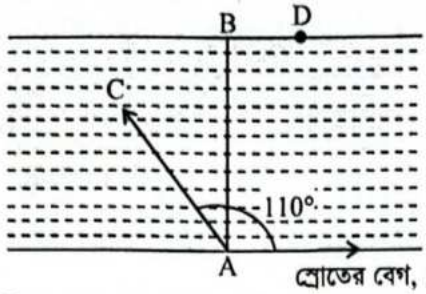
$\therefore \vec{C}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল নয়। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২৮

দৃশ্যকল্প-১:



চিত্রে স্রোতের নদীতে একজন লোক এক পাড় হতে অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য $4kmh^{-1}$ বেগে AC বরাবর নৌকা চালানো শুরু করে। সে অপর পাড়ে D বিন্দুতে পৌঁছে। BD = 0.5 km, নদীর প্রস্থ = AB.

দৃশ্যকল্প-২: বর্ষাকালে স্রোতের নদীতে মাঝি 7 kmh^{-1} বেগে নৌকা চালিয়ে আড়াআড়িভাবে নদী পার হয়। স্রোতের বেগ 3 kmh^{-1}।

(ক) ডট গুণন কী? [চ. বো. ২২]

(খ) $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° এর চেয়ে কম হওয়া সম্ভব নয়– ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২১]

(গ) দৃশ্যকল্প-১ অনুযায়ী, নদীর প্রস্থ AB নির্ণয় কর। [দি. বো. ২২]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ অনুযায়ী, মাঝি আড়াআড়ি নৌকা চালনা করলে নৌকার লব্ধির মান উদ্দীপকের নৌকার লব্ধির বেগের বেশি হবে– উক্তিটি গাণিতিকভাবে যাচাই করো।

সমাধান:

ক দুটি ভেক্টর রাশির গুণনে গুণফল একটি স্কেলার রাশি হলে এই গুণনকে ডট গুণন বলে।

খ আমরা জানি, $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ হচ্ছে ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় যথাক্রমে X ও Y অক্ষ বরাবর দুটি আয়ত একক ভেক্টর। এখন, X ও Y অক্ষ পরস্পর লম্ব হওয়ায়, $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হবে।

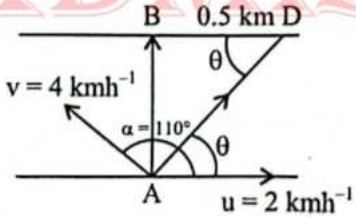
আবার, $\hat{i}.\hat{j} = |\hat{i}|\,|\hat{j}|\cos\theta$

$\Rightarrow 0 = 1 \times 1 \times \cos\theta$

$\therefore \theta = 90°$

সুতরাং $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোন 90° বাদে অন্য কোন কিছু হওয়া সম্ভব নয়।

গ



দেওয়া আছে,

নৌকার বেগ, $v = 4\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ, $u = 2\ kmh^{-1}$

নৌকাটি স্রোতের সাথে θ কোণে AD পথে অপর পাড়ে পৌঁছালে,

$$\tan\theta = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$$

$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{4\sin110°}{2 + 4\cos110°}$$

$\therefore \theta = 80.46°$

$$\tan\theta = \frac{AB}{BD}$$

$\therefore AB = 0.5 \times \tan80.46°$

$= 2.974$ km **(Ans.)**

ঘ ১ম ক্ষেত্রে, আড়াআড়ি পার হলে,

$$\tan90° = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$$

$\Rightarrow u + v\cos\alpha = 0$

$$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{3}{7}\right) = 115.38°$$

লব্ধি, $w_1 = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$

$= \sqrt{(3)^2 + (7)^2 + 2 \times 3 \times 7\cos(115.38°)} = 6.32\ kmh^{-1}$

২য় ক্ষেত্রে, আড়াআড়ি যাত্রা করলে, $\alpha = 90°$

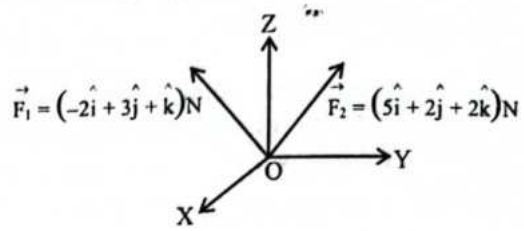
$\therefore$ লব্ধি, $w_2 = \sqrt{u^2 + v^2} = \sqrt{(3)^2 + (7)^2} = 7.62\ kmh^{-1}$

$\therefore w_1 < w_2$

সুতরাং উক্তিটি যথার্থ। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৯

তথ্য-১:



চিত্রে $\vec{F_1}$ ও $\vec{F_2}$ বলদ্বয় O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল।

তথ্য-২: $\vec{A} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{C} = 4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$

(ক) গ্রেডিয়েন্ট কাকে বলে? [ঢা. বো. ২১, ১৭]

(খ) কোনো প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয়ে ডাইভারজেন্স এর ভূমিকা আছে কি-না? ব্যাখ্যা কর।
অথবা, ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্য কি কি? [রা. বো. ২৩; ঢা. বো. ২১]

(গ) তথ্য-১ এ, $\vec{F_1} \times \vec{F_2}$ বের কর। [কু. বো. ২১]

(ঘ) তথ্য-২ অনুযায়ী, $|\vec{A} - \vec{B}| > |\vec{B} - \vec{C}| > |\vec{A} - \vec{C}|$; সঠিক/সঠিক নয়-যাচাই কর। [রা. বো. ২১]

সমাধান:

ক গ্রেডিয়েন্ট হলো একটি ভেক্টর ক্ষেত্র যা অদিক রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হার প্রকাশ করে। একে স্কেলার অপেক্ষকও বলে।

খ ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স গুলো একটি স্কেলার ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি (বহি/অন্ত) জানা যায়। অর্থাৎ ডাইভারজেন্স দ্বারা একক আয়তনে কোনো দিক রাশির মোট কতটুকু ফ্লাক্স কোন বিন্দু অভিমুখী বা অপসারিত হচ্ছে তা প্রকাশ করে। ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্যসমূহ–

ধনাত্মক ডাইভারজেন্স ঋণাত্মক ডাইভারজেন্স শূন্য ডাইভারজেন্স

i) মান ধনাত্মক অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = +ve$ হলে, তরল পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়

ii) মান ঋণাত্মক অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = -ve$ হলে, আয়তন সংকোচন ঘটে।

iii) মান শূন্য অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = 0$ হলে, আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয় এবং আয়তন অপরিবর্তিত থাকবে।

গ এখানে,

$$\vec{F_1} \times \vec{F_2} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -2 & 3 & 1 \\ 5 & 2 & 2 \end{vmatrix}$$

দেওয়া আছে, $\vec{F_1} = -2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$

$\vec{F_2} = 5\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$

$= \hat{i}(6 - 2) - \hat{j}(-4 - 5) + \hat{k}(-4 - 15)$

$= 4\hat{i} + 9\hat{j} - 19\hat{k}$ **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ $\vec{A} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}, \vec{C} = 4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$

$\therefore \vec{A} - \vec{B} = 3\hat{i} + 4\hat{j}$

$\therefore |\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$

আবার, $\vec{B} - \vec{C} = -3\hat{i} - 2\hat{k}$

$\therefore |\vec{B} - \vec{C}| = \sqrt{3^2 + 2^2} = 3.605$

আবার, $\vec{A} - \vec{C} = 4\hat{j} - 2\hat{k}$

$\therefore |\vec{A} - \vec{C}| = \sqrt{4^2 + 2^2} = 4.47$

সুতরাং $|\vec{A} - \vec{B}| > |\vec{A} - \vec{C}| > |\vec{B} - \vec{C}|$

অতএব, প্রশ্নের উক্তিটি সঠিক নয়। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩০ দৃশ্যকল্প-১: একদিন একটি অঞ্চলের তাপমাত্রা ও বাতাসের বেগ পাওয়া গেলো যথাক্রমে, $Q = 2xy^2z^3 - 4xy$ ও

$\vec{v} = (y^2\cos x + z^3)\hat{i} + (2y\sin x - 4)\hat{j} + (3xz^2 + 2)\hat{k}$.

দৃশ্যকল্প-২: দুটি ত্রিমাত্রিক ভেক্টর $\vec{A} = 3\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}, \vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{P}$ উহাদের লব্ধি।

(ক) একক ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; কু. বো., য. বো. ২২; কু. বো. ২১; রা. বো. ১৭]

(খ) বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও একজন সাইকেল আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করেন কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

(গ) (1, –1, 2) বিন্দুতে ঐ অঞ্চলের তাপমাত্রার গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। [দৃশ্যকল্প-১ হতে] [চ. বো. ২২; অনুরূপ সি. বো. ২২; ব. বো. ২২]

(ঘ) এমন একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর যা $X - Y$ তলের সমান্তরাল এবং $\vec{P}$ এর সাথে লম্ব। [দৃশ্যকল্প-২ হতে]

সমাধান:

ক কোনো ভেক্টরের মান এক একক হলে তাই একক ভেক্টর।

খ সাইকেলে চলার সময় বায়ু প্রবাহ না থাকলেও আরোহীর সাপেক্ষে বাতাসের আপেক্ষিক বেগ বিদ্যমান থাকে।

এখন,

বাতাসের আপেক্ষিক বেগ = বাতাসের প্রকৃত বেগ – সাইকেলের বেগ

$\therefore$ বাতাসের আপেক্ষিক বেগ = – সাইকেলের বেগ

অর্থাৎ, সাইকেল চালানোর সময় সাইকেল যেদিকে যায়, আরোহীর কাছে মনে হয় বায়ু তার বিপরীত দিকে যাচ্ছে। এক্ষেত্রে বায়ু প্রকৃতপক্ষে স্থির থাকলেও আরোহীর কাছে এরূপ মনে হয়। তাই বিপরীত দিকে বায়ুর আপেক্ষিক বেগের কারণে আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করে।

গ $\text{Grad}(Q) = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).(2xy^2z^3 - 4xy)$

$= (2y^2z^3 - 4y)\hat{i} + (4xyz^3 - 4x)\hat{j} + (6xy^2z^2)\hat{k}$

$\therefore$ (1, –1, 2) বিন্দুতে Grad(Q) এর মান–

$\text{Grad}(Q) = (16 + 4)\hat{i} + (-32 - 4)\hat{j} + 24\hat{k}$

$= 20\hat{i} - 36\hat{j} + 24\hat{k}$ **(Ans.)**

ঘ ধরি, ভেক্টরটি, $\vec{Q} = x\hat{i} + y\hat{j}$

প্রশ্নমতে, $\vec{P}.(x\hat{i} + y\hat{j}) = 0$

$\Rightarrow (5\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}).(x\hat{i} + y\hat{j}) = 0$

$\Rightarrow 5x - 5y = 0$

$\therefore x = y$

একক ভেক্টর $= \pm\frac{\vec{Q}}{|\vec{Q}|} = \frac{x\hat{i} + x\hat{j}}{\sqrt{x^2 + x^2}} = \pm\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{i} + \hat{j})$ **(Ans.)**

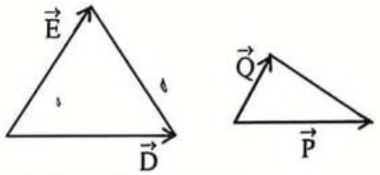
প্রশ্ন ▶ ৩১ দৃশ্যকল্প-১: নিচে তিনটি ভেক্টর দেওয়া আছে:

$\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$

$\vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 6\hat{k}$

$\vec{C} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

দৃশ্যকল্প-২: $\vec{D} = 2\hat{i} + \sqrt{2}\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}$ এবং $\vec{E} = \sqrt{3}\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$ একটি ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করে। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় অপর একটি ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করে, যেখানে $\vec{P} = 3\vec{D}$ এবং $\vec{Q} = \frac{1}{2}\vec{E}$।



(ক) সমরেখ বা সমরৈখিক ভেক্টর কাকে বলে?

(খ) বাতাস প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ১৫]

(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{C}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [দৃশ্যকল্প-১ হতে] [ব. বো. ২১]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ত্রিভুজদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক জায়গা দখল করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [দৃশ্যকল্প-২ হতে] [চ. বো. ২১]

সমাধান:

ক যদি দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই সরলরেখা বরাবর বা পরস্পর সমান্তরালে ক্রিয়া করে তাহলে তাদেরকে সমরৈখিক ভেক্টর বলে।

খ বাতাস প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের আপেক্ষিক বেগের জন্য বাতাসের বেগ কম মনে হয়।

এখন, বাতাস প্রবাহের দিকে দৌড়ালে,

বাতাসের আপেক্ষিক বেগ = বাতাসের প্রকৃত বেগ – বস্তুর বেগ

$\therefore$ বাতাসের প্রকৃত বেগ > বাতাসের আপেক্ষিক বেগ

যেহেতু, বাতাসের আপেক্ষিক বেগ বাতাসের প্রকৃত বেগ অপেক্ষা কম তাই দৌড়বিদ বা ব্যক্তির কাছে বাতাসের বেগ কম বলে মনে হবে।

গ $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$

$\vec{C} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

$\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{C}}{|\vec{A}|.|\vec{C}|}$

$\therefore \theta = \cos^{-1}\left[\frac{(2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}).(4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k})}{\sqrt{2^2 + 3^2 + 4^2}.\sqrt{4^2 + 2^2 + 3^2}}\right]$

$= \cos^{-1}\left(\frac{8 + 6 - 12}{\sqrt{29}.\sqrt{29}}\right)$

$= 86.04°$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

১ম ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু বরাবর কার্যরত ভেক্টর,

$\vec{D} = 2\hat{i} + \sqrt{2}\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}$

$\vec{E} = \sqrt{3}\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$

২য় ত্রিভুজের ক্ষেত্রে,

$\vec{P} = 3\vec{D} = 6\hat{i} + 3\sqrt{2}\hat{j} - 3\sqrt{3}\hat{k}$

$\vec{Q} = \frac{1}{2}\vec{E} = \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{3}{2}\hat{j} - \hat{k}$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১ম ত্রিভুজের ক্ষেত্রে,

$$\vec{D}\times\vec{E}=\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 2 & \sqrt{2} & -\sqrt{3}\\ \sqrt{3} & 3 & -2\end{vmatrix}$$

$$=\hat{i}(-2\sqrt{2}+3\sqrt{3})-\hat{j}(-4+3)+\hat{k}(6-\sqrt{6})$$

$$=2.37\hat{i}+\hat{j}+3.55\hat{k}$$

$$\therefore \text{ক্ষেত্রফল, } A_1=\frac{1}{2}\left|\vec{D}\times\vec{E}\right|$$

$$=\frac{1}{2}\sqrt{(2.37)^2+1^2+(3.55)^2}=2.192 \text{ বর্গ একক}$$

২য় ত্রিভুজের জন্য,

$$\vec{P}\times\vec{Q}=\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 6 & 3\sqrt{2} & -3\sqrt{3}\\ \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{3}{2} & -1\end{vmatrix}$$

$$=\hat{i}\left(-3\sqrt{2}+\frac{9\sqrt{3}}{2}\right)-\hat{j}\left(-6+\frac{9}{2}\right)+\hat{k}\left(9-\frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)$$

$$\therefore \text{ক্ষেত্রফল, } A_2=\frac{1}{2}\left|\vec{P}\times\vec{Q}\right|$$

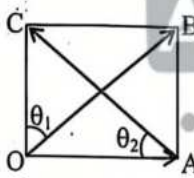
$$=\frac{1}{2}\sqrt{\left(-3\sqrt{2}+\frac{9\sqrt{3}}{2}\right)^2+\left(-6+\frac{9}{2}\right)^2+\left(9-\frac{3\sqrt{3}}{\sqrt{2}}\right)^2}$$

$$=3.287 \text{ বর্গ একক}$$

$\because A_2 > A_1$

সুতরাং দ্বিতীয় ত্রিভুজটি বেশি জায়গা দখল করবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩২ তথ্য-১:



উপরের চিত্র অনুসারে OABC একটি আয়তক্ষেত্র। এর OA এবং OB বাহু দ্বারা দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}=\hat{i}-2\hat{j}-\hat{k}$ এবং $\vec{Q}=2\hat{i}-3\hat{j}+2\hat{k}$ নির্দেশিত হয়েছে।

তথ্য-২: অনিক $\vec{P}=2\hat{i}+\hat{j}-\hat{k}$ এবং $\vec{Q}=\hat{i}-2\hat{j}-3\hat{k}$ দুটি ভেক্টর দিয়ে তাদের ডট ও ক্রস গুণন নির্ণয় করছিল। সে দেখল যে, ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যস্থ কোণের মান একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পরিবর্তন করলে তাদের ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হয়।

(ক) উপাংশ কী?

(খ) পাখি কিভাবে আকাশে উড়ে– ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপক অনুসারে ΔOAB এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) অনিকের পর্যবেক্ষণের গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। [ব. বো. ১৯]

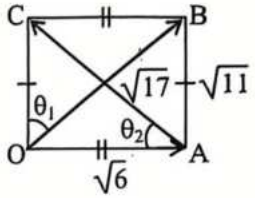
সমাধান:

ক একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার পদ্ধতিকে ভেক্টরের বিশ্লেষণ বলে এবং বিভক্ত অংশগুলোকে মূল ভেক্টরটির উপাংশ বলে।

খ একটি পাখি যখন OA বরাবর উড়ে যায় তখন পাখিটি তার ডানা দুটি দিয়ে বায়ুর ওপর OB এবং OC অভিমুখে বল প্রয়োগ করে। একই সঙ্গে বায়ুও OE এবং OD অভিমুখে পাখিটির উপর প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বল দুটি পাখি উপর ক্রিয়া করায় পাখির গতি সৃষ্টি হয়। প্রতিক্রিয়া বল দুটির লব্ধি হলো OA, ফলে পাখিটি OA বরাবর উড়ে চলে যায়।

গ $\overrightarrow{OA}=\hat{i}-2\hat{j}-\hat{k}$

$\overrightarrow{OB}=2\hat{i}-3\hat{j}+2\hat{k}$



$$\overrightarrow{OA}\times\overrightarrow{OB}=\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 1 & -2 & -1\\ 1 & -3 & 2\end{vmatrix}$$

$$=-7\hat{i}-4\hat{j}+\hat{k}$$

$$\Delta OAB=\frac{1}{2}|\overrightarrow{OA}\times\overrightarrow{OB}|=\frac{1}{2}\sqrt{7^2+4^2+1}$$

$$=4.06 \text{ বর্গ একক } \textbf{(Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$\vec{P}=2\hat{i}+\hat{j}-\hat{k}$

$\vec{Q}=\hat{i}-2\hat{j}-3\hat{k}$

$\therefore |\vec{P}|=\sqrt{4+1+1}=\sqrt{6}$

$|\vec{Q}|=\sqrt{1+4+9}=\sqrt{14}$

$\vec{P}.\vec{Q}=PQ\cos\theta$

$\Rightarrow (2\hat{i}+\hat{j}-\hat{k}).(\hat{i}-2\hat{j}-3\hat{k})=\sqrt{6}\times\sqrt{14}\cos\theta$

$\Rightarrow \cos\theta=\frac{2-2+3}{\sqrt{84}}$

$\therefore \theta=70.89°$

প্রশ্নমতে, $\vec{P}.\vec{Q}=|\vec{P}\times\vec{Q}|$

$\Rightarrow PQ\cos\theta'=PQ\sin\theta'$

$\Rightarrow \tan\theta'=1$

$\therefore \theta'=45°$

$\therefore$ কোণের পরিবর্তন, $\Delta\theta=\theta-\theta'=25.89°$

সুতরাং কোণ এর মান 25.89° পরিবর্তন করতে হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৩ একটি নদী 12 km চওড়া। এতে 7 kmh^{-1} বেগে স্রোত বইছে। দুটি নৌকা স্রোতের সাথে যথাক্রমে 40° ও 70° কোণে যথাক্রমে 10 kmh^{-1} ও 8 kmh^{-1} বেগে অপর পাড়ে যাবার জন্য রওনা দিল।

(ক) সঠিক ভেক্টর কাকে বলে?

(খ) গুণ টানার ফলে নৌকা সামনের দিকে কিভাবে এগিয়ে চলে– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২; চ. বো. ২২; ঢা. বো. ২১; য. বো. ২১]

(গ) কোন নৌকাটি কত সময় ব্যবধানে আগে অপর পাড়ে পৌছাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

(ঘ) যদি নদীতে স্রোত না থাকে তবে 20 মিনিট পর নৌকা দুটির মধ্যে দূরত্ব কত?

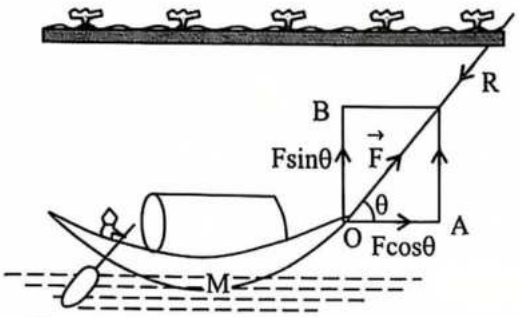
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সমাধান:

ক যে সকল ভেক্টরের মান শূন্য নয় তাদেরকে সঠিক ভেক্টর বলে।

খ



মনে করি M একটি নৌকা। এর O বিন্দুতে গুণ বেঁধে OR বরাবর নদীর পাড় দিয়ে $\vec{F}$ বলে টেনে নেওয়া হচ্ছে। বিভাজন পদ্ধতি দ্বারা O বিন্দুতে F কে দুটি উপাংশে বিভাজিত করা যায়; যথা- অনুভূমিক উপাংশ এবং উলম্ব উপাংশ।

অনুভূমিক উপাংশ = F cosθ এর দিক OA বরাবর। উলম্ব উপাংশ = F sinθ এর দিক OB বরাবর।

বলের অনুভূমিক উপাংশ F cosθ নৌকাকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায় এবং উলম্ব উপাংশ F sinθ নৌকাটিকে পাড়ের দিকে টানে। কিন্তু নৌকার হাল দ্বারা উলম্ব উপাংশ F sinθ প্রতিহত করা হয়। গুণ যত লম্বা হবে, θ এর মান তত কম হবে; ফলে F sinθ এর মান কম হবে এবং F cosθ এর মান বেশি হবে। ফলে নৌকা দ্রুত সামনের দিকে এগিয়ে যাবে।

গ নৌকা কর্তৃক অপর পাড়ে পৌছানোর প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{d}{v\sin\alpha}$$

$$\therefore t \propto \frac{1}{v\sin\alpha}$$

$$\therefore \frac{t_1}{t_2} = \frac{v_2\sin\beta}{v_1\sin\alpha}$$

$$= \frac{8 \times \sin70°}{10 \times \sin40°}$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 1.17$$

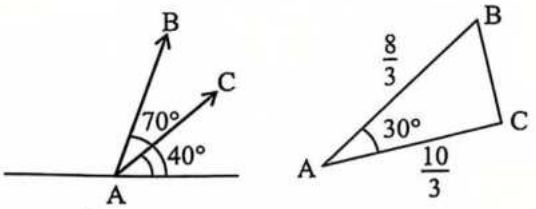
$$\therefore \frac{t_1}{t_2} > 1$$

$$\Rightarrow t_1 > t_2$$

∴ দ্বিতীয় নৌকাটি আগে অপর পাড়ে পৌছাবে। **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
১ম নৌকার বেগ, $v_1 = 10\ kmh^{-1}$
১ম নৌকার বেগ ও স্রোতের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 40°$
২য় নৌকার বেগ, $v_2 = 8\ kmh^{-1}$
২য় নৌকার বেগ ও স্রোতের মধ্যবর্তী কোণ, $\beta = 70°$

ঘ



$t = 20\ min = \frac{1}{3}\ hr$

∴ $\frac{1}{3}$ hr পর প্রথম নৌকার অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$AC = \frac{1}{3} \times 10 = \frac{10}{3}\ km$

∴ $\frac{1}{3}$ hr পর দ্বিতীয় নৌকার অতিক্রান্ত দূরত্ব,

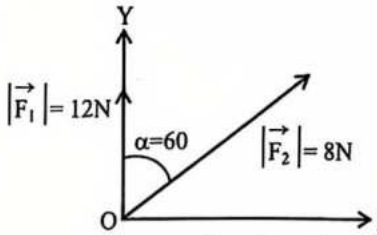
$AB = \frac{1}{3} \times 8 = \frac{8}{3}\ km$

$$\therefore \cos30° = \frac{AB^2 + AC^2 - BC^2}{2 \times AB \times AC}\left[\because \cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\left(\frac{8}{3}\right)^2 + \left(\frac{10}{3}\right)^2 - BC^2}{2 \times \frac{10}{3} \times \frac{8}{3}}$$

∴ BC = 1.68 km **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৪ (i)



(ii) তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 4\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$, $\vec{B} = 2\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{C} = x^2y\hat{i} + y^2z\hat{j} + z^2x\hat{k}$

(ক) বিপরীত বা ঋণ ভেক্টর কাকে বলে?

(খ) ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়।– ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ১৯]

(গ) উদ্দীপকের (i) অনুযায়ী, বল দুটির লব্ধি X-অক্ষের সাথে যে কোণে ক্রিয়াশীল তা নির্ণয় কর। [কু. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকের (ii)-এ, $\vec{C}$ ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [চ. বো. ১৯]

সমাধান:

ক একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান সমান কিন্তু দিক বিপরীত হলে তাদেরকে একটির সাপেক্ষে অপরটির বিপরীত বা ঋণ ভেক্টর বলে।

খ ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম অনুসারে বামদিকে বা ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘুরালে স্ক্রুটি উপরের দিকে অগ্রসর হয়। একইভাবে বোতলের ছিপি বামদিকে ঘুরালে ছিপিটি বাইরের দিকে অগ্রসর হয়ে মুখ খুলে যায়। অনুরূপভাবে, বোতলের ছিপিও ডানদিকে বা ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরালে সেটি ভিতরের দিকে অগ্রসর হয়ে মুখ বন্ধ হয়ে যায়। অতএব বলা যায়, ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়।

গ $\vec{F_2} = 8\cos60°\hat{j} + 8\sin60°\hat{i} = 4\hat{j} + 4\sqrt{3}\hat{i}$

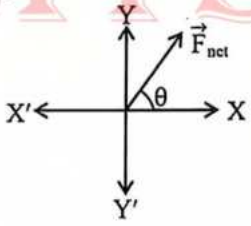
$\vec{F_1} = 12\cos90°\hat{i} + 12\cos0°\hat{j}$

$= 12\hat{j}$

$\therefore \vec{F_{net}} = \vec{F_1} + \vec{F_2} = 4\sqrt{3}\hat{i} + 16\hat{j}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{16}{4\sqrt{3}}\right)$

$= 66.59°$ **(Ans.)**



ঘ দেওয়া আছে, $\vec{C} = x^2y\hat{i} + y^2z\hat{j} + z^2x\hat{k}$

$$Curl(\vec{C}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x^2y & y^2z & z^2x \end{vmatrix} = \hat{i}(0 - y^2) - \hat{j}(z^2 - 0) + \hat{k}(0 - x^2)$$

$$= -y^2\hat{i} - z^2\hat{j} - x^2\hat{k}$$

$$Div\{Curl(\vec{C})\} = \vec{\nabla}.Curl(\vec{C})$$

$$= \left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right).(-y^2\hat{i} - z^2\hat{j} - x^2\hat{k})$$

$$= 0 + 0 + 0 = 0$$

সুতরাং, $\vec{C}$ ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য হবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। অবস্থান ভেক্টর কী? [ঢা. বো. ২৪; ম. বো. ২৪; রা. বো. ২৪; দি. বো. ২৪; সি. বো. ২৪; কু. বো. ২৪; চ. বো. ২৪]

উত্তর: প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে যে ভেক্টর দিয়ে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

২। ভেক্টর অপারেটর কী? [ঢা. বো. ২৪; ম. বো. ২২]

উত্তর: যে গাণিতিক চিহ্নের দ্বারা একটি ভেক্টর রাশিকে অন্য একটি স্কেলার বা ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করা যায় বা কোনো পরিবর্তনশীল ভেক্টর রাশির ব্যাখ্যা দেয়া যায় তাকে ভেক্টর অপারেটর বলে।

৩। ডাইভারজেন্স কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; কু. বো. ২২, ১৯]

উত্তর: ত্রিমাত্রিক কার্তেসীয় ব্যবস্থায় R অঞ্চলে কোনো একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের অবস্থান ভেক্টর $\vec{V}(x, y, z) = v_1(x, y, z)\hat{i} + v_2(x, y, z)\hat{j} + v_3(x, y, z)\hat{k}$ হলে ডেল (∇) অপারেটরের সাথে $\vec{V}$ এর স্কেলার গুণফলকে ওই ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স বলে।

৪। তল ভেক্টর কাকে বলে? [সি. বো. ২৩; সি. বো. ২১]

উত্তর: যখন কোনো ভেক্টর কোনো একটি পৃষ্ঠের বা সমতলের ওপর অভিলম্ব অঙ্কন করলে যে দিক নির্দেশিত হয়, সে দিক বরাবর ক্রিয়া করে এবং যার মান তলটির ক্ষেত্রফলের সমান হয়, তাকে ঐ তলের তল ভেক্টর বলে।

৫। সলিনয়ডাল ভেক্টর কী?

উত্তর: কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স শূন্য হলে ভেক্টরটিকে সলিনয়ডাল ভেক্টর বলে।

৬। কার্ল এর সংজ্ঞা দাও।
[দি. বো. ২৪, ১৯; ব. বো. ২৩, ২২; সি. বো. ২২, ১৭; কু. বো. ১৯, ১৫]

উত্তর: কোনো ত্রিমাত্রিক স্থানে কোনো বিন্দুর যথার্থ ভেক্টর ফাংশন $\vec{v}(x, y, z) = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$ হলে, ভেক্টর অপারেটর $\vec{\nabla}$ ও $\vec{v}$ এর ভেক্টর গুণনকে কার্ল বলে।

৭। সমতলীয় ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো., দি. বো., ম. বো. ২৩]

উত্তর: দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই সমতলে অবস্থান করে তবে তাদেরকে সমতলীয় ভেক্টর বলে।

৮। সীমাবদ্ধ ভেক্টর কাকে বলে? [কু. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু যদি নির্দিষ্ট থাকে তবে তাকে সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে।

৯। সমান ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো. ২২]

উত্তর: একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান ও দিক একই হলে তাদেরকে সমান ভেক্টর বলে।

১০। বিসদৃশ বা অসদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [ম. বো. ২৩]

উত্তর: সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদেরকে অসদৃশ ভেক্টর বলে।

১১। আয়ত একক ভেক্টর কী? [য. বো., ব. বো. ২৪]

উত্তর: ত্রিমাত্রিক কার্তেসীয় স্থানাংক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্মক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয় তাদেরকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

১২। স্কেলার ক্ষেত্র কাকে বলে? [দি. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট ভৌত গুণ যদি স্কেলার হয় তবে ঐ ক্ষেত্রটি স্কেলার ক্ষেত্র বলে।

১৩। সরণ ভেক্টর কাকে বলে? [চ. বো. ২২; ব. বো. ২১; ব. বো. ১৫]

উত্তর: কোনো কণার অবস্থান ভেক্টরের পরিবর্তনকে তার সরণ ভেক্টর বলে।

১৪। ভেক্টর বিভাজন কী? [য. বো. ২১; সি. বো. ১৬, ১৫; রা. বো. ১৫]

উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াই ভেক্টর বিভাজন।

১৫। সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [দি. বো. ২২]

উত্তর: সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে পরস্পরের সদৃশ ভেক্টর বলে।

১৬। একক ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; কু. বো. ২২, ২১; য. বো. ২২; রা. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো ভেক্টরের মান এক একক হলে তাই একক ভেক্টর।

১৭। সম প্রারম্ভিক ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: একই মূলবিন্দু বা পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে সম প্রারম্ভিক ভেক্টর বলে।

১৮। বিপ্রতীপ ভেক্টর কাকে বলে? [কু. বো. ২৩; রা. বো. ১৯]

উত্তর: দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটি মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

১৯। ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লিখ। [চ. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

উত্তর: কোনো ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু বরাবর একইক্রমে দুটি ভেক্টর ক্রিয়াশীল হলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্দেশ করবে।

২০। স্কেলার অপেক্ষকের গ্রেডিয়েন্টের সংজ্ঞা লিখ। [সি. বো. ২৩]

উত্তর: যদি $\varphi(x, y, z)$ একটি ব্যবকলনযোগ্য স্কেলার ক্ষেত্র নির্দেশ করে, তা হলে φ এর গ্রেডিয়েন্টকে $\vec{\nabla}\varphi$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ, $\text{grad}\ \varphi = \vec{\nabla}\varphi = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)\varphi$

$= \hat{i}\frac{\partial \varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial \varphi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial \varphi}{\partial z}$

২১। ল্যাপ্লাসিয়ান অপারেটর কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

উত্তর: যে অপারেটরের মাধ্যমে কোনো স্কেলার ক্ষেত্রের গ্রেডিয়েন্টের ডাইভারজেন্স নির্ণয় করা হয় তাকে ল্যাপ্লাসিয়ান অপারেটর বলে। একে $\nabla.\nabla$ বা ∇^2 দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

২২। ডট গুণন কী? [চ. বো. ২২]

উত্তর: দুটি ভেক্টর রাশির গুণনে গুণফল একটি স্কেলার রাশি হলে এই গুণনকে ডট গুণন বলে।

২৩। গ্রেডিয়েন্ট কাকে বলে? [ঢা. বো. ২১, ১৭]

উত্তর: গ্রেডিয়েন্ট হলো একটি ভেক্টর ক্ষেত্র যা অদিক রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হার প্রকাশ করে। একে স্কেলার অপেক্ষকও বলে।

২৪। সমরেখ বা সমরৈখিক ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: যদি দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই সরলরেখা বরাবর বা পরস্পর সমান্তরালে ক্রিয়া করে তাহলে তাদেরকে সমরৈখিক ভেক্টর বলে।

২৫। উপাংশ কী?

উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার পদ্ধতিকে ভেক্টরের বিশ্লেষণ বলে এবং বিভক্ত অংশগুলোকে মূল ভেক্টরটির উপাংশ বলে।

২৬। বিপরীত বা ঋণ ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান সমান কিন্তু দিক বিপরীত হলে তাদেরকে একটির সাপেক্ষে অপরটির বিপরীত বা ঋণ ভেক্টর বলে।

২৭। সঠিক ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: যে সকল ভেক্টরের মান শূন্য নয় তাদেরকে সঠিক ভেক্টর বলে।

২৮। ব্যাসার্ধ ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় যে ভেক্টরের সাহায্যে মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় করা যায় তাকে ব্যাসার্ধ ভেক্টর বলে।

২৯। পোলার ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: বস্তুর ঘূর্ণনের সঙ্গে যুক্ত নয় এমন ভেক্টরকে তীর চিহ্ন যুক্ত সরলরেখা দ্বারা প্রকাশ করলে রেখাটির দৈর্ঘ্য ভেক্টরের মান ও তীর চিহ্ন দিক নির্দেশ করে। এদেরকে পোলার ভেক্টর বলে।

৩০। অক্ষীয় ভেক্টর কাকে বলে?

উত্তর: বস্তুর ঘূর্ণনের সঙ্গে যুক্ত ভেক্টরকে অক্ষীয় ভেক্টর বলে।

৩১। স্বাধীন ভেক্টর কাকে বলে? [ব. বো. ২২; য. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো ভেক্টর রাশির পাদবিন্দু যদি ইচ্ছামতো ঠিক করা যায় তবে সেই ভেক্টরকে স্বাধীন ভেক্টর বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩২। লব্ধি ভেক্টর কাকে বলে? [রা. বো. ১৬; য. বো. ১৫]

উত্তর: দুই বা ততোধিক ভেক্টরের সম্মিলিত ক্রিয়ার ফলাফল যে ভেক্টরের ক্রিয়ার ফলাফলের সমান হয় সেই ভেক্টরটিকে প্রথমোক্ত ভেক্টরগুলোর লব্ধি ভেক্টর বলে।

৩৩। স্কেলার রাশি কাকে বলে?

উত্তর: যেসব ভৌত রাশির শুধু মান আছে, কিন্তু দিক নেই তাদেরকে স্কেলার রাশি বা অদিক রাশি বলে।

৩৪। ভেক্টর রাশি কাকে বলে?

উত্তর: যে সব ভৌত রাশির মান ও দিক উভয়ই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে।

৩৫। ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্রটি লিখ।

উত্তর: দুটি সমজাতীয় ভেক্টরকে যদি কোনো সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু দ্বারা মানে ও অভিমুখে সূচিত করা যায় তবে বাহুদ্বয়ের ছেদবিন্দুগামী সামান্তরিকের কর্ণটি ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধিকে মানে ও অভিমুখে সূচিত করবে।

৩৬। স্কেলার ত্রৈধ গুণন কি?

উত্তর: দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণফলের সাথে তৃতীয় একটি ভেক্টরের স্কেলার গুণনকে স্কেলার ত্রৈধ গুণন বলে।

৩৭। ভেক্টর ত্রৈধ গুণন কি?

উত্তর: দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণফলের সাথে তৃতীয় একটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণনকে ভেক্টর ত্রৈধ গুণন বলে।

৩৮। আপেক্ষিক বেগ কাকে বলে?

উত্তর: দুটি চলমান বস্তুর একটির সাপেক্ষে অপরটির বেগকে আপেক্ষিক বেগ বলে।

৩৯। স্কেলার গুণন কাকে বলে?

উত্তর: দুটি ভেক্টর রাশির গুণনে গুণফল যদি একটি স্কেলার রাশি হয়, তবে ঐ গুণনকে স্কেলার গুণন বলে।

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। $\hat{i}.\hat{i} \neq 0$ কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৪]

উত্তর: আমরা জানি, দুটি ভেক্টর $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর ডট্ গুণন,

$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos\alpha$ [যেখানে, P ও Q এর মধ্যবর্তী কোণ α]

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = |\hat{i}|\,|\hat{i}|\cos\alpha$

দুটি সমান ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ $0°$

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = |\hat{i}|\,|\hat{i}|\cos(0°)$

$= 1 \times 1 \times 1$

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = 1 \neq 0$

২। একটি বিপ্রতীপ ভেক্টরকে সমরেখ ভেক্টর বলা যাবে কি? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৩; কু. বো. ২৩]

উত্তর: দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

আবার, দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই রেখা বরাবর বা সমান্তরালে ক্রিয়া করে তাহলে তাদেরকে সমরেখ ভেক্টর বরে। যেহেতু বিপ্রতীপ ভেক্টরগুলো একে অপরের সমান্তরাল হয় তাই এদেরকে সমরেখ ভেক্টরও বলা হয়।

৩। দেখাও যে, $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$. [ম. বো. ২৪]

উত্তর: দুটি ভেক্টর $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর ভেক্টর গুণন,

$$\hat{i} \times \hat{j} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}(0-0) - \hat{j}(0-0) + \hat{k}(1-0)$

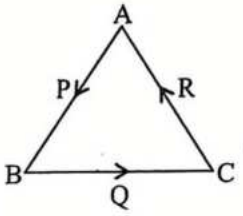
$= 0\hat{i} + 0\hat{j} + \hat{k}$

$\therefore \hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ **(Showed)**

৪। তিনটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হবে? ব্যাখ্যা কর।

[ম. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২২]

উত্তর: একটি বিন্দুতে ক্রিয়ারত তিনটি সমতলীয় সমজাতীয় ভেক্টরকে যদি কোনো ত্রিভুজের তিনটি বাহু দ্বারা একই ক্রমে নির্দেশ করা যায় তবে, ভেক্টর তিনটির লব্ধি শূন্য হবে।



ধরি, ABC ত্রিভুজের বাহু বরাবর $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$ ভেক্টরত্রয় একইক্রমে ক্রিয়াশীল।

ভেক্টরের ত্রিভুজ সূত্রানুযায়ী,

$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$

$\Rightarrow \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = -\overrightarrow{CA}$

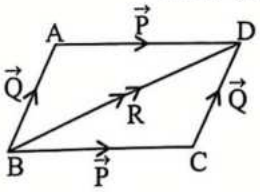
$\Rightarrow \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} = 0$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$

অর্থাৎ, ভেক্টর তিনটির লব্ধি শূন্য।

৫। ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্র বিনিময় সূত্র মেনে চলে।– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

উত্তর: ABCD সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু BC ও CD বরাবর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টর ক্রিয়াশীল। আবার সামান্তরিকের বিপরীত বাহুগুলো সমান ও সমান্তরাল হওয়ায়, CD ও AD বাহু বরাবর যথাক্রমে $\vec{Q}$ ও $\vec{P}$ ক্রিয়াশীল।



ΔBCD এ, $\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} = \overrightarrow{BD}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$ .....(i)

ΔBAD এ, $\overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AD} = \overrightarrow{BD}$

$\Rightarrow \vec{Q} + \vec{P} = \vec{R}$ .....(ii)

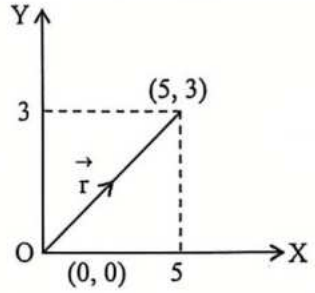
(i) ও (ii) হতে, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}$

সুতরাং, ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্র বিনিময় সূত্র মেনে চলে।

৬। $\vec{r} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$ একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর– ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. ২৪, ১৭; অনুরূপ চ. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; সি. বো. ২১]

উত্তর: কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু যদি নির্দিষ্ট থাকে তবে তাকে সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে। আবার, প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে। এখন, $\vec{r} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$ একটি অবস্থান ভেক্টর কারণ এর পাদবিন্দু মূলবিন্দুতে এবং মূলবিন্দুর সাপেক্ষে একটি বিন্দুর অবস্থানকে নির্দেশ করে।



সুতরাং, $\vec{r}$ একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর। কেননা এর পাদবিন্দু সর্বদা মূলবিন্দুতে এবং এটি অপরিবর্তনীয় বা নিজের ইচ্ছামত পরিবর্তন করা যায় না।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৭। ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

উত্তর: ধরি, দুটি ভেক্টর, $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$

$$\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$$

$$\therefore \vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(A_yB_z - A_zB_y) - \hat{j}(A_xB_z - A_zB_x) + \hat{k}(A_xB_y - B_xA_y)$$

আবার,

$$\therefore \vec{B} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ B_x & B_y & B_z \\ A_x & A_y & A_z \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(B_yA_z - B_zA_y) - \hat{j}(B_xA_z - B_zA_x) + \hat{k}(B_xA_y - A_xB_y)$$

$$= -[\hat{i}(A_yB_z - A_zB_y) - \hat{j}(A_xB_z - A_zB_x) + \hat{k}(A_xB_y - B_xA_y)]$$

$$\Rightarrow \vec{B} \times \vec{A} = -\vec{A} \times \vec{B}$$

$$\therefore \vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$$

সুতরাং, ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না।

৮। $\hat{j} \times \hat{k}$ একটি একক ভেক্টর– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪]

উত্তর: দুটি ভেক্টর $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ এর ভেক্টর গুণন,

$$\hat{j} \times \hat{k} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(1 - 0) - \hat{j}(0 - 0) + \hat{k}(0 - 0) = \hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k}$$

$$\therefore \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$$

আমরা জানি, x-অক্ষ বরাবর কার্যকর একক ভেক্টর $\hat{i}$।

সুতরাং $\hat{j} \times \hat{k}$ একটি একক ভেক্টর।

৯। $|\vec{A} \times \vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$ হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪]

উত্তর: $|\vec{A} \times \vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$

$$\Rightarrow AB\sin\theta = AB\cos\theta$$

$$\Rightarrow \tan\theta = 1 \qquad [\because A \neq 0 \text{ এবং } B \neq 0]$$

$$\Rightarrow \theta = 45°$$

সুতরাং, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 45° হলে $|\vec{A} \times \vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$ হবে।

১০। কোনো প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয়ে ডাইভারজেন্স এর ভূমিকা আছে কি-না? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৩; দি. বো. ২৩; ম. বো. ২৩]

উত্তর: ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স গুলো একটি স্কেলার ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি (বহি/অন্ত) জানা যায়। অর্থাৎ ডাইভারজেন্স দ্বারা একক আয়তনে কোনো দিক রাশির মোট কতটুকু ফ্লাক্স কোন বিন্দু অভিমুখী বা অপসারিত হচ্ছে তা প্রকাশ করে। ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্যসমূহ–

ধনাত্মক ডাইভারজেন্স ঋণাত্মক ডাইভারজেন্স শূন্য ডাইভারজেন্স

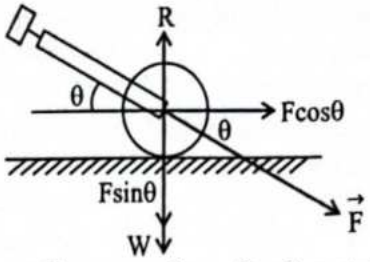
i) মান ধনাত্মক অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = +ve$ হলে, তরল পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়।

ii) মান ঋণাত্মক অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = -ve$ হলে, আয়তন সংকোচন ঘটে।

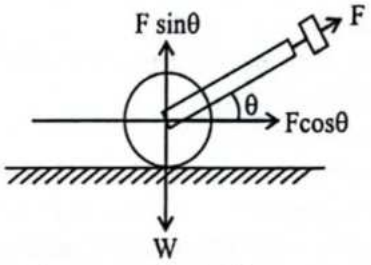
iii) মান শূন্য অর্থাৎ, $\vec{\nabla}.\vec{V} = 0$ হলে, আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয় এবং আয়তন অপরিবর্তিত থাকবে।

১১। লন রোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ। ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২৪; য. বো. ২৩]

উত্তর: মনে করি, লনরোলারের উপর $\vec{F}$ বল θ কোণে প্রয়োগ করে একে ঠেলা হচ্ছে।



Fcosθ লনরোলারটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিতে সাহায্য করবে। কিন্তু ওজন W ও Fsinθ উভয়ই নিচের দিকে ক্রিয়া করায় তলের উপর নীট বল (W + Fsinθ) হয়। ফলে লন রোলারের কার্যকর ওজন বৃদ্ধি পায়। এজন্য ঠেলার ক্ষেত্রে লনরোলারটিকে বেশি ভারী মনে হয়।



আবার, লনরোলারকে F বলে θ কোণে টানলে, বলের আনুভূমিক উপাংশ F cosθ লানরোলারকে সামনের দিকে এগিয়ে নিতে সাহায্য করে। আর উলম্ব উপাংশ F sinθ ওজনের বিপরীতে কাজ করে নীট বল (W – F sinθ) হয়। ফলে লনরোলার এর কার্যকর ওজন হ্রাস পাবে। তাই টানার সময় লনরোলার অপেক্ষাকৃত হালকা মনে হবে। এজন্য লনরোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ।

১২। একটি ভেক্টর রাশিকে কীরূপে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করবে? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করতে ডাইভারজেন্স ব্যবহার করা হয়।

ভেক্টর ফাংশন বা ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্সগুলো একটি স্কেলার ফাংশন বা ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি জানা যায়।

কোনো ভেক্টর রাশি, $\vec{v} = v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k}$ হলে,

$\text{div}(\vec{v}) = \vec{\nabla}.\vec{v}$ যেখানে, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

$$\therefore \vec{\nabla}.\vec{v} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).(v_x\hat{i} + v_y\hat{j} + v_z\hat{k})$$

$$= \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z}\text{; যা একটি স্কেলার রাশি।}$$

সুতরাং, ডাইভারজেন্সের মাধ্যমে ভেক্টর রাশিকে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করা যায়।

১৩। দরজার হাতল প্রান্তে দেয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২৩; রা. বো. ম., ম. বো. ২২]

উত্তর: কোনো বস্তু কণার উপর প্রযুক্ত বল এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বলের ক্রিয়া রেখার লম্ব দূরত্বের গুণফলকে ঐ অক্ষের টর্ক বলে।

অর্থাৎ টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

দরজার পাল্লা মূলত কব্জার সাহায্যে ফ্রেমের সাথে আটকানো থাকে। দরজার হাতল পাল্লার মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয় যেন বলের মান স্থির রেখে কব্জা থেকে প্রযুক্ত বলের ক্রিয়ারেখা সর্বোচ্চ করা যায়। ফলে পাল্লা খোলা বা বন্ধ করা সহজ হয়। কেননা পাল্লার এ ঘূর্ণনের জন্য প্রয়োজনীয় টর্ক প্রযুক্ত বল এবং অক্ষ থেকে ওই বলে ক্রিয়ারেখার লম্ব দূরত্বের উপর নির্ভর করে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

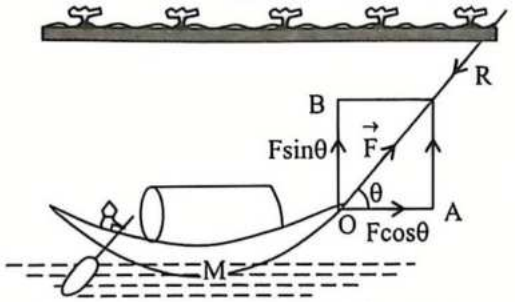
PDF Credit - Admission Stuffs

১৪। নাল ভেক্টরের দিক ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪, ২২; সি. বো. ২১; রা. বো. ১৫]

উত্তর: যে ভেক্টর রাশির মান শূন্য তাকে নাল ভেক্টর বলে। অর্থাৎ একটি ভেক্টর রাশির সাথে তার বিপরীত ভেক্টর রাশি যোগ করলে নাল ভেক্টর পাওয়া যায়। নাল ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই। তাই এর কোনো নির্দিষ্ট দিক নেই।

১৫। নৌকার গুণ টানার সময় অনেক লম্বা দড়ি ব্যবহারের সুবিধা ব্যাখ্যা কর।
[কু. বো., চ. বো. ২২; ঢা. বো., য. বো. ২১]

উত্তর:



মনে করি, M একটি নৌকা। এর O বিন্দুতে গুণ বেঁধে OR বরাবর নদীর পাড় দিয়ে $\vec{F}$ বলে টেনে নেওয়া হচ্ছে। বিভাজন পদ্ধতি দ্বারা O বিন্দুতে F কে দুটি উপাংশে বিভাজিত করা যায়; যথা- অনুভূমিক উপাংশ এবং উলম্ব উপাংশ।

অনুভূমিক উপাংশ = F cosθ এর দিক OA বরাবর। উলম্ব উপাংশ = Fsinθ এর দিক OB বরাবর।

বলের অনুভূমিক উপাংশ Fcosθ নৌকাকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায় এবং উলম্ব উপাংশ Fsinθ নৌকাটিকে পাড়ের দিকে টানে। কিন্তু নৌকার হাল দ্বারা উলম্ব উপাংশ Fsinθ প্রতিহত করা হয়। গুণ যত লম্বা হবে, θ এর মান তত কম হবে; ফলে F sinθ এর মান কম হবে এবং Fcosθ এর মান বেশি হবে। ফলে নৌকা দ্রুত সামনের দিকে এগিয়ে যাবে।

১৬। দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না– ব্যাখ্যা কর।
[দি. বো., য. বো. ২২]

উত্তর: মনেকরি, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টর এবং $\vec{R}$ এদের লব্ধি।

সর্বনিম্ন লব্ধি, $R_{min} = P \sim Q$

অর্থাৎ 2টি ভেক্টরের লব্ধির সর্বনিম্ন মান ভেক্টরদ্বয়ের অন্তরফলের সমান। দুটি ভেক্টর অসমান হলে এদের অন্তরফল থাকবেই। তাই দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না।

১৭। বৈদ্যুতিক পাখার বাতাস কিভাবে নিচে নামে? ব্যাখ্যা কর।
[ব. বো. ২২; ম. বো. ২২]

উত্তর: বৈদ্যুতিক পাখাগুলোর একটি দিক হালকা বাঁকা রাখা হয়। তাই পাখাগুলো ঘুরলে বাতাসের নিম্নমুখী চাপ সৃষ্টি হয়। ফলে বাতাস নিচের দিকে প্রবাহিত হতে থাকে। যতক্ষণ চাপ বজায় থাকে ততক্ষণ বাতাস নিচের দিকে প্রবাহিত হবে। এভাবে বৈদ্যুতিক পাখার বাতাস নিচে নামে।

১৮। বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হলেও তাদের দ্বারা সৃষ্ট কাজ স্কেলার রাশি– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো., সি. বো. ও দি. বো (সম্মিলিত) ১৮]

উত্তর: যে সকল রাশির মান এবং দিক উভয়ই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বা দিক রাশি বলে। দুটি ভেক্টর রাশির ডট গুণন একটি স্কেলার রাশি এবং ক্রস গুণন ভেক্টর রাশি হয়। কাজের সংজ্ঞানুসারে আমরা জানি, কাজ হলো সরণ ও সরণের দিকে বলের উপাংশ অথবা বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল।

অর্থাৎ $W = Fs\cos\theta$।

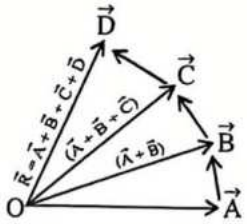
বল ও সরণ উভয়ই দিক রাশি হওয়ায় দিক রাশির স্কেলার গুণফলের সংজ্ঞানুসারে,

$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$

যেহেতু দুটি দিক রাশির স্কেলার গুণফল একটি স্কেলার রাশি তাই বল ও সরনের গুণফল একটি স্কেলার রাশি। যার কেবল মান আছে, দিক নেই।

১৯। দুইয়ের অধিক ভেক্টর রাশির যোগের নিয়ম ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২২]

উত্তর: দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশির ক্ষেত্রে ভেক্টর রাশিগুলোকে একই ক্রমে সাজিয়ে প্রথম ভেক্টরের পাদবিন্দু এবং দ্বিতীয় ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু যোগ করলে বিপরীতক্রমে ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধি পাওয়া যায়। এভাবে পরবর্তী প্রত্যেকটি ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু যোগ করতে করতে সর্বশেষ যে ভেক্টরটি পাওয়া যায় সেই বাহুটিই ভেক্টর রাশিগুলোর লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।

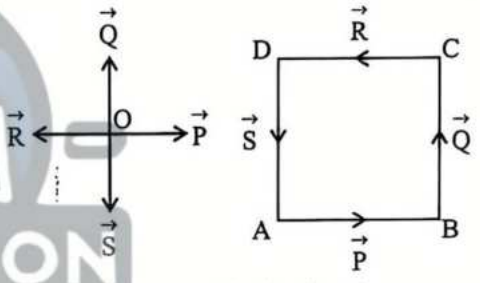


মনে করি, $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ চারটি ভেক্টর রাশি। এদের লব্ধি হবে,

$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D}$

২০। চারটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হবে– চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর।
[ম. বো. ২৩]

উত্তর:



O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল 4টি ভেক্টর $\vec{P}, \vec{Q}, \vec{R}$ ও $\vec{S}$ কে ABCD চতুর্ভুজের চারটি বাহু দ্বারা প্রকাশ করা হলো।

এখন,

$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = \vec{AD}$

$\Rightarrow \vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = -\vec{DA}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = -\vec{S}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} + \vec{S} = 0$

অর্থাৎ, যদি 4টি ভেক্টরের প্রথম তিনটি ভেক্টরের লব্ধি, চতুর্থ ভেক্টরের সমান ও বিপরীত চিহ্নবিশিষ্ট হয় তখন চারটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হবে।

২১। দুটি ভেক্টর রাশির যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান– ব্যাখ্যা কর।
[য. বো. ২৩; রা. বো. ১৯; ঢা. বো. ১৭]

উত্তর: ধরি,

$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি একই জাতীয় ভেক্টর রাশি।

প্রশ্নমতে, $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$

$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$

$\Rightarrow 4\cos\theta = 0$

$\Rightarrow \cos\theta = 0$

$\therefore \theta = \frac{\pi}{2}$

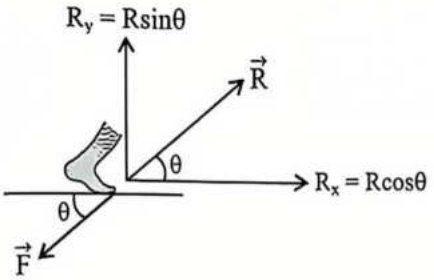
অর্থাৎ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ $\frac{\pi}{2}$ হলে এদের ভেক্টর যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২২। আমাদের পায়ে হাঁটা কিভাবে ভেক্টর বিভাজনের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায়। [সি. বো. ১৭]

উত্তর:



হাঁটার সময় পায়ের আঙ্গুল দিয়ে মাটিতে তীর্যকভাবে (θ কোণে) $\vec{F}$ বল প্রয়োগ করা হয়। মাটি কর্তৃক এর সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া বল $\vec{R}$ পায়ের আঙ্গুলে ক্রিয়া করে। এখন, প্রতিক্রিয়া বলের,

আনুভূমিক উপাংশ, $R_x = R\cos\theta$

এবং উলম্ব উপাংশ, $R_y = R\sin\theta$

R_x উপাংশ আমাদের সামনে যেতে সাহায্য করে। R_y উপাংশ ওজনের বিপরীতে ক্রিয়া করায় এটি আমাদের ওজনকে কিছুটা হ্রাস করে।

২৩। "আয়ত একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট হলেও একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট নয়"– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

উত্তর: আয়ত একক ভেক্টর হচ্ছে ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় X, Y ও Z তিনটি অক্ষ বরাবর যথাক্রমে তিনটি একক ভেক্টর $\hat{i}$, $\hat{j}$ ও $\hat{k}$। যেহেতু, X, Y ও Z অক্ষ তিনটি অপরিবর্তনশীল অর্থাৎ নির্দিষ্ট, তাই এদের আয়ত একক ভেক্টরের দিকও নির্দিষ্ট। আবার, একক ভেক্টরের দিক বলতে সংশ্লিষ্ট ভেক্টরের দিককে নির্দেশ করে। সংশ্লিষ্ট ভেক্টরটি কোনো একটি সমতলে বিভিন্ন দিকে ক্রিয়া করতে পারে। যদি ভেক্টরটি নির্দিষ্ট হয় তাহলেই কেবল এর একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট করে বলা যায়। সুতরাং ভেক্টরগুলো নির্দিষ্ট না হলে এদের একক ভেক্টরের দিককে নির্দিষ্ট করা যায় না।

২৪। সমান ভেক্টর, সমান্তরাল ভেক্টর কি-না? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২১]

উত্তর: দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই রেখা বরাবর বা সমান্তরালে ক্রিয়া করলে তাদেরকে সমান্তরাল ভেক্টর বলে। সমান্তরাল ভেক্টরের সংজ্ঞা থেকে বলা যায়, কেবল দিক একই হলে দুটি ভেক্টর সমান্তরাল হবে। কিন্তু আমরা জানি, দুটি ভেক্টর সমান হতে হলে তাদের মান ও দিক উভয়ই একই হতে হবে। তাই বলা যায়, সমান্তরাল ভেক্টরের সকল বৈশিষ্ট্য সমান ভেক্টরের মধ্যে বিদ্যমান হওয়ায়, সমান ভেক্টরকে সমান্তরাল ভেক্টর বলা যায়।

২৫। বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও একজন সাইকেল আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করেন কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

উত্তর: সাইকেলে চলার সময় বায়ু প্রবাহ না থাকলেও আরোহীর সাপেক্ষে বাতাসের আপেক্ষিক বেগ বিদ্যমান থাকে।

এখন,

বাতাসের আপেক্ষিক বেগ= বাতাসের প্রকৃত বেগ – সাইকেলের বেগ

$\therefore$ বাতাসের আপেক্ষিক বেগ = – সাইকেলের বেগ

অর্থাৎ, সাইকেল চালানোর সময় সাইকেল যেদিকে যায়, আরোহীর কাছে মনে হয় বায়ু তার বিপরীত দিকে যাচ্ছে। এক্ষেত্রে বায়ু প্রকৃতপক্ষে স্থির থাকলেও আরোহীর কাছে এরূপ মনে হয়। তাই বিপরীত দিকে বায়ুর আপেক্ষিক বেগের কারণে আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করে।

২৬। ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়।– ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ১৯]

উত্তর: ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম অনুসারে বামদিকে বা ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে ঘুরালে স্ক্রুটি উপরের দিকে অগ্রসর হয়। একইভাবে বোতলের ছিপি বামদিকে ঘুরালে ছিপিটি বাইরের দিকে অগ্রসর হয়ে মুখ খুলে যায়। অনুরূপভাবে, বোতলের ছিপিও ডানদিকে বা ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরালে সেটি ভিতরের দিকে অগ্রসর হয়ে মুখ বন্ধ হয়ে যায়। অতএব বলা যায়, ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়।

২৭। $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° এর চেয়ে কম হওয়া সম্ভব নয়– ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২১]

উত্তর: আমরা জানি, $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ হচ্ছে ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় যথাক্রমে X ও Y অক্ষ বরাবর দুটি আয়ত একক ভেক্টর। এখন, X ও Y অক্ষ পরস্পর লম্ব হওয়ায়, $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হবে।

আবার, $\hat{i}.\hat{j} = |\hat{i}|\,|\hat{j}|\cos\theta$

$\Rightarrow 0 = 1 \times 1 \times \cos\theta$

$\therefore \theta = 90°$

সুতরাং $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোন 90° বাদে অন্য কোন কিছু হওয়া সম্ভব নয়।

২৮। বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ১৫]

উত্তর: বাতাস প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের আপেক্ষিক বেগের জন্য বাতাসের বেগ কম মনে হয়।

এখন, বাতাস প্রবাহের দিকে দৌড়ালে,

বাতাসের আপেক্ষিক বেগ = বাতাসের প্রকৃত বেগ – বক্তর বেগ

$\therefore$ বাতাসের প্রকৃত বেগ > বাতাসের আপেক্ষিক বেগ

যেহেতু, বাতাসের আপেক্ষিক বেগ বাতাসের প্রকৃত বেগ অপেক্ষা কম তাই দৌড়বিদ বা ব্যক্তির কাছে বাতাসের বেগ কম বলে মনে হবে।

২৯। পাখি কিভাবে আকাশে উড়ে– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: একটি পাখি যখন OA বরাবর উড়ে যায় তখন পাখিটি তার ডানা দুটি দিয়ে বায়ুর ওপর OB এবং OC অভিমুখে বল প্রয়োগ করে। একই সঙ্গে বায়ুও OE এবং OD অভিমুখে পাখিটির উপর প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বল দুটি পাখি উপর ক্রিয়া করায় পাখির গতি সৃষ্টি হয়।প্রতিক্রিয়া বল দুটির লব্ধি হলো OA, ফলে পাখিটি OA বরাবর উড়ে চলে যায়।

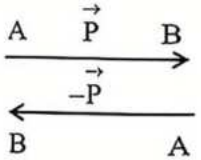
৩০। ভেক্টরের মান কখন ঋণাত্মক হয় এবং কেন? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৫]

উত্তর: সাধারণত কোনো একটি ভেক্টরের মান কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। কিন্তু অপর কোন ভেক্টরের সাপেক্ষে দিক বুঝাতে, মানের সাথে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। অর্থাৎ দুটি সমজাতীয় ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়ারত থাকলে তাদের একটির সাপেক্ষে অপরটির মানকে ঋনাত্মক চিহ্ন দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

এখানে, $\overrightarrow{AB} = \vec{P}$

এর বিপরীত ভেক্টর, $\overrightarrow{BA} = -\vec{P}$

এবং, $\overrightarrow{AB} = -\overrightarrow{BA}$



Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩১। স্রোতের সাথে আড়াআড়িভাবে নদী পাড়ি দিতে নৌকা কিভাবে চালাতে হবে? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৩; ম. বো. ২৩]

উত্তর: স্রোতের সাথে আড়াআড়িভাবে নদী পাড়ি দিতে অর্থাৎ সোজা অপর পাড়ে পৌঁছাতে হলে নৌকার বেগ ও স্রোতের বেগের মিলিত লব্ধি বেগ অবশ্যই স্রোতের সাথে 90° কোণে ক্রিয়া করবে।

এক্ষেত্রে, $\tan 90° = \frac{v\sin\alpha}{u+v\cos\alpha}$

$\Rightarrow \frac{1}{0} = \frac{v\sin\alpha}{u+v\cos\alpha}$

$\Rightarrow u + v\cos\alpha = 0$

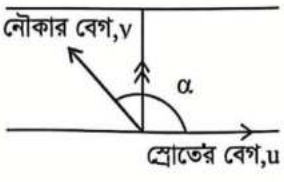
$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$

যেখানে,

u = স্রোতের বেগ

v = নৌকার বেগ

α = স্রোত ও নৌকার মধ্যবর্তী কোণ



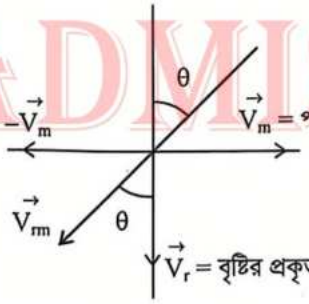
সুতরাং, নৌকাটিকে স্রোতের সাথে $\cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$ কোণে যাত্রা করলে আড়াআড়ি পাড় হতে পারবে।

৩২। স্বাধীন ভেক্টরের পাদবিন্দু মূলবিন্দুতে নয় কেন–ব্যাখ্যা কর। [সি.বো. ১৫]

উত্তর: কোনো ভেক্টর রাশির পাদবিন্দু যদি ইচ্ছামতো ঠিক করা যায় তবে সেই ভেক্টরকে স্বাধীন ভেক্টর বলে। অর্থাৎ স্বাধীন ভেক্টরের পাদবিন্দু নির্দিষ্ট নয়। এখন, যদি কোন ভেক্টরের পাদবিন্দুকে মূলবিন্দুতে স্থাপন করা হয় তাহলে সেটিকে অবস্থান ভেক্টর বলা হয়। অবস্থান ভেক্টরের পাদবিন্দু নির্দিষ্ট। তাই বলা যায়, বৈশিষ্ট্যগত পার্থক্য থাকায় স্বাধীন ভেক্টরের পাদবিন্দু মূলবিন্দুতে হয় না।

৩৩। বৃষ্টির ফোঁটা ভূপৃষ্ঠের ওপর লম্বভাবে পড়লেও একজন পথচারী তার ছাতাকে বৃষ্টির ফোঁটার অভিমুখের সাথে সামান্য কোণে আনত রাখেন কেন?

উত্তর: বৃষ্টির ফোঁটা লম্বভাবে মাটিতে পড়লেও পথচারী তার গতির জন্য ফোঁটাগুলোকে সামান্য আনত কোণে পড়তে দেখেন।



পথচারীর সাপেক্ষে বৃষ্টির আপেক্ষিক বেগ, $\vec{V}_{rm} = \vec{V}_r - \vec{V}_m$

এখন, পথচারীর বেগ যত বেশি হবে বৃষ্টির আপেক্ষিক বেগ উলম্বের সাথে তত বেশি কোণ উৎপন্ন করবে। আবার, পথচারী স্থির থাকলে সে বৃষ্টিকে লম্বভাবে পড়তে দেখবে। তাই চলমান অবস্থায় বৃষ্টি থেকে রক্ষা পেতে পথচারী ছাতাকে আনত কোণে মেলে ধরেন।

৩৪। গ্রেডিয়ান্ট এর ভৌতিক তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। [ঢা.বো. ১৭]

উত্তর: $\varphi(x,y,z)$ একটি ব্যবকলনযোগ্য স্কেলার ক্ষেত্র নির্দেশ করলে ডেল $\left(\vec{\nabla}\right)$ অপারেটরের সাথে φ এর গুণনকে ফাংশনের গ্রেডিয়েন্ট বলে। এর ভৌত তাৎপর্য নিম্নরূপ:

(i) কোন স্কেলার ক্ষেত্রের গ্রেডিয়ান্ট একটি ভেক্টর ক্ষেত্র।

(ii) এটির মান ঐ স্কেলার রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হারের সমান।

(iii) গ্রেডিয়েন্ট এর দিক স্কেলার বৃদ্ধির হারের দিককে নির্দেশ করে।

৩৫। দেখাও যে, পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত দুটি সমান বলের যোগফল এবং বিয়োগফল সমান এবং এরা পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত।

উত্তর: মনে করি, সমান বল $= \vec{P}$

বলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 90°$

$\tan\theta_1 = \frac{P\sin\alpha}{P + P\cos\alpha}$

$\Rightarrow \theta_1 = \tan^{-1}\frac{P\sin 90°}{P + P\cos 90°}$

$\therefore \theta_1 = 45°$

$\therefore$ লব্ধি, $\vec{R} = \vec{P} + \vec{P}$

আবার, $\vec{P}$ ও $-\vec{P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ,

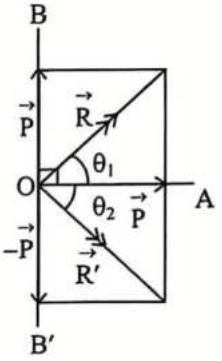
$\alpha' = 180° - \alpha = 90°$

$\therefore \tan\theta_2 = \frac{P\sin\alpha'}{P + P\cos\alpha'}$

$\Rightarrow \theta_2 = \tan^{-1}\frac{P\sin 90°}{P + P\cos 90°}$

$\therefore \theta_2 = 45°$

$\therefore$ লব্ধি, $\vec{R}' = \vec{P} + (-\vec{P})$



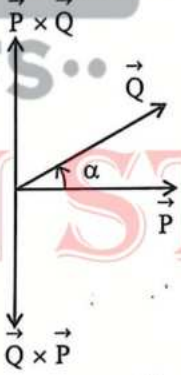
সুতরাং, $\vec{R}$ ও $\vec{R}'$ অর্থাৎ ভেক্টরদ্বয়ের যোগফল ও বিয়োগফলের মধ্যবর্তী কোণ $= \theta_1 + \theta_2$

$= 45° + 45°$

$= 90°$ **[Showed]**

৩৬। দেখাও যে, দুটি ভেক্টরের ডট গুণন বিনিময় সূত্র মানে কিন্তু ক্রস গুণন বিনিময় সূত্র মানে না। [ব. বো. ২১]

উত্তর:



ধরি, ভেক্টর দুটি হল $\vec{P}$ ও $-\vec{q}$

এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণ $= \alpha$

এখন, $\vec{P} \cdot \vec{Q} = PQ\cos\alpha$

আবার, $\vec{Q} \cdot \vec{P} = PQ\cos(-\alpha)$

$= PQ\cos\alpha$

$\therefore \vec{P} \cdot \vec{Q} = \vec{Q} \cdot \vec{P}$; যা বিনিময় সূত্রকে সমর্থন করে।

আবার, $\vec{P} \times \vec{Q} = PQ\sin\alpha.\hat{\eta}$

এবং, $\vec{Q} \times \vec{P} = PQ\sin(-\alpha).\hat{\eta}$

$= -PQ\sin\alpha\hat{\eta}$

অর্থাৎ, $\vec{P} \times \vec{Q} = -\left(\vec{Q} \times \vec{P}\right)$

$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} \neq \vec{Q} \times \vec{P}$; যা বিনিময় সূত্রকে সমর্থন করে না।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

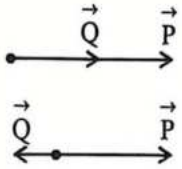
৩৭। দেখাও যে, দুটি ভেক্টরের লব্ধির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান যথাক্রমে ভেক্টরদ্বয়ের মানের যোগফল ও বিয়োগফলের সমান। [য. বো. ২৩; ঢা. বো. ১৭]

উত্তর: ধরি, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ মানের বল পরস্পর α কোণে ক্রিয়ারত এবং $P > Q$

$\therefore$ লব্ধি, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$

এখানে, $\cos\alpha = 1$ বা $\alpha = 0°$ হলে

$$R_{max} = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ}$$
$$= \sqrt{(P+Q)^2}$$
$$= P + Q$$



আবার, $\cos\alpha = -1$ বা $\alpha = 180°$ হলে

$$R_{min} = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ}$$
$$= \sqrt{(P-Q)^2} = P - Q$$

সুতরাং দুটি বলের লব্ধির সর্বোচ্চ মান তাদের যোগফল ও সর্বনিম্ন মান তাদের বিয়োগফলের সমান।

৩৮। ডাইভারজেন্স এর ভৌতিক তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর।

[রা,বো. ২৩; ঢা.বো. ২১; কু.বো. ১৯]

উত্তর: ত্রিমাত্রিক ব্যবস্থার কোনো অঞ্চলে একটি ভেক্টর ক্ষেত্র

$\vec{V}(x,y,z) = v_1(x,y,z)\hat{i} + v_2(x,y,z)\hat{j} + v_3(x,y,z)\hat{k}$ হলে ডেল $\left(\vec{\nabla}\right)$ অপারেটরের সাথে $\vec{V}$ এর স্কেলার গুণনকে ঐ ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেনস্স বলে।

এর ভৌত তাৎপর্য নিম্নরূপ:

(i) ডাইভারজেন্স একটি স্কেলার রাশি।

(ii) $\vec{\nabla}.\vec{V}$ বা div. $\vec{V}$ দ্বারা একক সময়ে কোনো তরলের ঘনত্বের পরিবর্তনের হার বুঝায়।

(iii) div. $\vec{V}$ = ধনাত্মক হলে তরল পদার্থের ঘনত্ব হ্রাস ও আয়তন বৃদ্ধি পায়

(iv) $\vec{V}$= ঋণাত্মক হলে তরল পদার্থের ঘনত্ব বৃদ্ধি ও আয়তন হ্রাস পায়

(iv) $\vec{V} = 0$ হলে সলিনয়ডাল বুঝায়।

৩৯। দুটি ভেক্টর পরস্পর সমান্তরাল ও লম্ব হওয়ার শর্ত কি কি?

উত্তর: ধরি, দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$, যেখানে $P \neq 0, Q \neq 0$

এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণ α

এখন, $\alpha = 90°$ হলে,

$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos\alpha$

$= PQ\cos90°$

$\therefore \vec{P}.\vec{Q} = 0$

সুতরাং দুটি ভেক্টর পরস্পর লম্ব হলে তাদের ডট গুণন শূন্য হবে।

আবার, $\alpha = 0°$ হলে,

$|\vec{P} \times \vec{Q}| = PQ\sin\alpha$

$= PQ\sin0°$

$\therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = 0$

সুতরাং, দুটি ভেক্টর সমান্তরাল হলে তাদের ক্রস গুণনের মান শূন্য হবে।

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনী প্রশ্নোত্তর

ভেক্টর (চিহ্ন ও ধর্ম)

১। নিচের কোনটিতে সবগুলো ভেক্টর রাশি? [ঢা. বো. ২৪]

ক ভর, সময়, বেগ

খ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, ত্বরণ, কৌণিক ভরবেগ

গ চৌম্বকক্ষেত্র, টর্ক, কৌণিক সরণ

ঘ চাপ, বল, তাপমাত্রা

উত্তর: গ চৌম্বকক্ষেত্র, টর্ক, কৌণিক সরণ

ব্যাখ্যা: যেসব রাশির মান ও দিক দুইটিই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে। যেমন– বল, বেগ, ত্বরণ, কৌণিক ভরবেগ, বিদ্যুৎ ক্ষেত্র, চৌম্বক ক্ষেত্র, টর্ক, কৌণিক সরণ ইত্যাদি।

২। স্কেলার রাশির উদাহরণ– [দি. বো. ২১; অনুরূপ ম. বো. ২১]

ক কাজ খ বল

গ টর্ক ঘ কৌণিক ভরবেগ

উত্তর: ক কাজ

ব্যাখ্যা: যেসব রাশির শুধু মান আছে, দিক নেই তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে। যেমন: কাজ, ভর, সময়, বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, দ্রুতি, ক্ষমতা, শক্তি, তড়িৎ বিভব ইত্যাদি।

৩। নিচের কোনটি ভেক্টর?

ক দ্রুতি খ বেগ

গ ক্ষমতা ঘ শক্তি

উত্তর: খ বেগ

৪। নিচের কোনটি স্কেলার রাশি?

ক টর্ক খ ওজন

গ তড়িৎ বিভব ঘ বিদ্যুৎ প্রাবল্য

উত্তর: গ তড়িৎ বিভব

বিশেষ ভেক্টর

৫। পাদবিন্দু সুনির্দিষ্ট নয় এমন ভেক্টরকে কী বলে? [সি. বো. ২৪]

ক সীমাবদ্ধ ভেক্টর খ স্বাধীন ভেক্টর

গ সমরেখ ভেক্টর ঘ নাল ভেক্টর

উত্তর: খ স্বাধীন ভেক্টর

ব্যাখ্যা: সীমাবদ্ধ ভেক্টর: যে ভেক্টরের পাদবিন্দু নির্দিষ্ট থাকে।

সমরেখ ভেক্টর: দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই সরলরেখা বরাবর বা পরস্পরের সমান্তরালে ক্রিয়া করে।

নাল ভেক্টর: যে ভেক্টরের মান শূন্য।

৬। একই দিকে ক্রিয়াশীল সমজাতীয় অসমমানের দুটি ভেক্টরকে কী বলে? [দি. বো. ২৩]

ক সমান ভেক্টর খ বিপরীত ভেক্টর

গ সদৃশ ভেক্টর ঘ বিসদৃশ ভেক্টর

উত্তর: গ সদৃশ ভেক্টর

ব্যাখ্যা: $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সদৃশ ভেক্টর $\longrightarrow \vec{A}$

যেহেতু একইদিকে তারা ক্রিয়াশীল $\longrightarrow \vec{B}$

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৭। কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু যদি ইচ্ছেমতো স্থানান্তর করতে না দেওয়া হয়, তাহলে সেই ভেক্টর হচ্ছে– [কু. বো. ২৪; ব. বো. ১৭, ২৩]

ক স্বাধীন ভেক্টর খ বিপরীত ভেক্টর
গ সীমাবদ্ধ ভেক্টর ঘ সমরেখ ভেক্টর

উত্তর: গ সীমাবদ্ধ ভেক্টর

৮। সমজাতীয় অসমমানের এবং বিপরীতমুখী ভেক্টরকে কী বলে? [ব. বো. ২২; দি. বো. ২১]

ক বিপরীত ভেক্টর খ বিপ্রতীপ ভেক্টর
গ বিসদৃশ ভেক্টর ঘ সদৃশ ভেক্টর

উত্তর: গ বিসদৃশ ভেক্টর

ব্যাখ্যা: বিপ্রতীপ ভেক্টর: দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের মান একটি অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে একে অপরের বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।
বিপরীত ভেক্টর: দুটি ভেক্টরের মান সমান কিন্তু দিক বিপরীতমুখী হলে তাদের একটি অপরটির বিপরীত বা ঋণাত্মক ভেক্টর বলে।

৯। একটি বস্তু নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে? [য. বো. ২২]

ক অবস্থান ভেক্টর খ সরণ ভেক্টর
গ একক ভেক্টর ঘ নাল ভেক্টর

উত্তর: খ সরণ ভেক্টর

ব্যাখ্যা: অবস্থান ভেক্টর: মূলবিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্দেশ করা হয়।
একক ভেক্টর: যে ভেক্টর রাশির মান এক।

১০। কোনটি সঠিক ভেক্টর নয়? [য. বো. ২৩]

ক একক ভেক্টর খ নাল ভেক্টর
গ ঋণ ভেক্টর ঘ অবস্থান ভেক্টর

উত্তর: খ নাল ভেক্টর

ব্যাখ্যা: যে ভেক্টরের মান শূন্য নয় তাকে সঠিক ভেক্টর বলে।

১১। কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই হলে সে ভেক্টরকে বলে– [চ. বো. ২৪, ১৬; রা. বো. ২১; য. বো. ২১; ম. বো. ২১; সি. বো. ২১]

ক সমরেখ ভেক্টর খ একক ভেক্টর
গ নাল ভেক্টর ঘ অবস্থান ভেক্টর

উত্তর: গ নাল ভেক্টর

১২। নিচের কোনটির দিক নির্দিষ্ট নয়? [চ. বো. ২৩; ব. বো. ২১]

ক সমান ভেক্টর খ সমরেখ ভেক্টর
গ বিপরীত ভেক্টর ঘ শূন্য ভেক্টর

উত্তর: ঘ শূন্য ভেক্টর

১৩। একটি নাল ভেক্টরের মান কত হবে? [ব. বো. ২১]

ক 1 খ –1
গ ±1 ঘ 0

উত্তর: ঘ 0

১৪। $\frac{\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}$ ভেক্টর একটি– [দি. বো. ২২]

ক নাল ভেক্টর খ সমরেখ ভেক্টর
গ সমতলীয় ভেক্টর ঘ একক ভেক্টর

উত্তর: ঘ একক ভেক্টর

ব্যাখ্যা: $\vec{A}=\frac{1}{\sqrt{3}}\left(\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}\right)$

$\therefore |\vec{A}|=\frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{1^2+(-1)^2+1^2}=1$

১৫। নিচের কোনটি একক ভেক্টর নির্দেশ করে? [রা. বো. ১৫]

ক $\hat{a}=\frac{A}{\vec{A}}$ খ $\hat{a}=\frac{\vec{A}}{A}$
গ $\hat{a}=\frac{\vec{A}}{A}$ ঘ $a=\frac{\vec{A}}{A}$

উত্তর: গ $\hat{a}=\frac{\vec{A}}{A}$

১৬। $\vec{A}$ ও এর একক ভেক্টর $\hat{a}$ এর মধ্যবর্তী কোণ– [চ. বো. ১৫]

ক 0° খ 45°
গ 90° ঘ 180°

উত্তর: ক 0°

ব্যাখ্যা: $\hat{a}=\frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$ $\therefore \hat{a}$ ও $\vec{A}$ একই দিকে ক্রিয়া করে।

১৭। কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r}$, রৈখিক ভরবেগ $\vec{P}$, কৌণিক ভরবেগ $\vec{L}$, প্রযুক্ত বল $\vec{F}$ এবং ক্রিয়াশীল টর্ক $\vec{\tau}$ হলে $\vec{\tau}$ ও $\vec{L}$ যথাক্রমে নিচের কোনটির সমান? [ঢা. বো. ২২]

ক $\vec{r}\times\vec{F}, \vec{r}\times\vec{P}$ খ $\vec{r}\times\vec{P}, \vec{r}\times\vec{F}$
গ $\vec{F}\times\vec{r}, \vec{r}\times\vec{P}$ ঘ $\vec{r}\times\vec{P}, \vec{F}\times\vec{r}$

উত্তর: ক $\vec{r}\times\vec{F}, \vec{r}\times\vec{P}$

ব্যাখ্যা: (i) রৈখিক বেগ, $\vec{v}=\vec{\omega}\times\vec{r}$ (ii) রৈখিক ত্বরণ, $\vec{a}=\vec{\alpha}\times\vec{r}$
(iii) টর্ক, $\vec{\tau}=\vec{r}\times\vec{F}$ (iv) কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L}=\vec{r}\times\vec{P}$

১৮। ভেক্টর $\vec{A}=2\hat{i}-\hat{j}+2\hat{k}$ এর সমান্তরাল একক ভেক্টর–

ক $\frac{2}{9}\hat{i}-\frac{2}{9}\hat{j}-\frac{2}{9}\hat{k}$ খ $\frac{2}{3}\hat{i}-\frac{1}{3}\hat{j}+\frac{2}{3}\hat{k}$
গ $\frac{2}{5}\hat{i}-\frac{1}{5}\hat{j}+\frac{2}{5}\hat{k}$ ঘ $\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$

উত্তর: খ $\frac{2}{3}\hat{i}-\frac{1}{3}\hat{j}+\frac{2}{3}\hat{k}$

ব্যাখ্যা: A ভেক্টরের সমান্তরালে একক ভেক্টর,

$\hat{a}=\frac{\vec{A}}{A}=\frac{2\hat{i}-\hat{j}+2\hat{k}}{\sqrt{2^2+(-1)^2+2^2}}=\frac{2}{3}\hat{i}-\frac{1}{3}\hat{j}+\frac{2}{3}\hat{k}$

১৯। $P\xrightarrow{\vec{A}}Q$, $\vec{QP}=?$

ক $|\vec{A}|$ খ $\vec{A}$
গ $-\vec{A}$ ঘ কোনোটিই নয়

উত্তর: গ $-\vec{A}$

ব্যাখ্যা: $\vec{QP}=-\vec{PQ}=-\vec{A}$

২০। সমজাতীয় অসমান মানের দুটি ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তাকে বলে–

ক বিসদৃশ ভেক্টর খ বিপরীত ভেক্টর
গ সদৃশ ভেক্টর ঘ বিপ্রতীপ ভেক্টর

উত্তর: গ সদৃশ ভেক্টর

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২১। $\vec{A} = 5\hat{j}$ এবং $\vec{B}$ ভেক্টর $\vec{A}$ ভেক্টরের বিপ্রতীপ হলে– [ম. বো. ২৩, ২১; কু. বো. ১৬]

ক $\vec{B} = \frac{1}{5}\hat{i}$ খ $\vec{B} = \frac{1}{5}\hat{j}$

গ $\vec{B} = 5\hat{j}$ ঘ $\vec{B} = 5\hat{i}$

উত্তর: খ $\vec{B} = \frac{1}{5}\hat{j}$

ব্যাখ্যা: বিপ্রতীপ ভেক্টরের ক্ষেত্রে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মান একে অপরের উল্টো বা গুণাত্মক বিপরীত অর্থাৎ, $|\vec{A}||\vec{B}| = 1$ হতে হবে।

$\vec{B}$ এর মান মান $= \frac{1}{\vec{A} \text{ এর মান}}$

২২। দুটি বিপ্রতীপ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ–

ক 270° খ 180°

গ 90° ঘ 0°

উত্তর: ঘ 0°

ব্যাখ্যা: বিপ্রতীপ ভেক্টরদ্বয়ের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হয়। তবে এরা একই দিকে ক্রিয়া করে।

২৩। সমজাতীয় এবং সমমানের দুটি ভেক্টরের দিক পরস্পর বিপরীত হলে তাদেরকে পরস্পরের–

(i) ঋণাত্মক ভেক্টর বলা হয়

(ii) বিপরীত ভেক্টর বলা হয়

(iii) সম ভেক্টর বলা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

২৪। অবস্থান ভেক্টর প্রকাশের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়– [সি. বো. ২১]

(i) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$

(ii) $\Delta\vec{r} = (x_2\hat{i} + y_2\hat{j}) - (x_1\hat{i} + y_1\hat{j})$

(iii) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: দ্বিমাত্রিক স্থানাংক ব্যবস্থায়: $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$

ত্রিমাত্রিক স্থানাংক ব্যবস্থায়: $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$

২৫। সমান ভেক্টরের বৈশিষ্ট্য– [চ. বো. ২৩, ২১]

(i) সমজাতীয় রাশি

(ii) মান সমান

(iii) দিক একই

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

২৬। শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে– [ম. বো. ২২]

(i) শূন্য ভেক্টরের সুনির্দিষ্ট দিক নেই

(ii) শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে ত্বরণ থাকে

(iii) শূন্য ভেক্টরের আদিবিন্দু ও শেষ বিন্দু একই বিন্দুতে থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও iii

ব্যাখ্যা: শূন্য ভেক্টরের মান শূন্য হওয়ায় এর কোনো ত্বরণ থাকা সম্ভব নয়।

২৭। $\vec{A} = 9\hat{i}$ ও $\vec{B} = \frac{1}{9}\hat{i}$ হলে ভেক্টরদ্বয়– [য. বো. ২১]

(i) সদৃশ ভেক্টর

(ii) বিপ্রতীপ ভেক্টর

(iii) পরস্পর লম্ব

নিচের কোনটি সঠিক?

ক ii খ i ও ii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও ii

২৮। $\vec{A} = -2\vec{B}$ হলে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটি– [কু. বো. ১৭]

(i) সদৃশ

(ii) বিসদৃশ

(iii) সমরেখ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ ii ও iii

ব্যাখ্যা: $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সমজাতীয় এবং বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে।

ভেক্টর রাশির জ্যামিতিক যোজন-বিয়োজন

২৯। এক বিন্দুতে ক্রিয়াশীল $\vec{P}$ ও $\vec{P}$ এর ঋণ ভেক্টরের লব্ধির মান কত? [চ. বো. ২৪; রা. বো. ১৬]

ক 0 খ 1

গ $\sqrt{2}P$ ঘ 2P

উত্তর: ক 0

ব্যাখ্যা: $\vec{Q} = \vec{P} + (-\vec{P}) = \vec{P} - \vec{P} = \vec{0}$

$\therefore |\vec{Q}| = 0$

৩০। দুটি দিক রাশির প্রত্যেকটির মান 4 একক। এরা যে কোনো বিন্দুতে পরস্পরের সাথে 120° কোণে ক্রিয়াশীল থাকলে এক্ষেত্রে কোনো একটি ভেক্টরের সাথে লব্ধির কোণ কত হবে? [ম. বো. ২৪]

ক 0° খ 30°

গ 60° ঘ 120°

উত্তর: গ 60°

ব্যাখ্যা: কোনো বিন্দুতে দুটি সমান মানের ভেক্টর ক্রিয়া করলে এদের লব্ধি ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।

$\therefore \theta = \frac{\alpha}{2} = 60°$

ADMISSION STUFFS

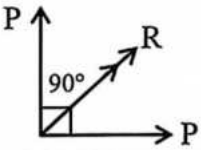
Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩১। ভেক্টর যোগ নিচের কোনটি মেনে চলে?
ক বিনিময় সূত্র খ সংযোগ সূত্র
গ বন্টন সূত্র ঘ সবগুলো
উত্তর: ঘ সবগুলো
ব্যাখ্যা: ভেক্টর যোগ মেনে চলে–
বিনিময় সূত্র: $\vec{A}+\vec{B}=\vec{B}+\vec{A}$
সংযোগ সূত্র: $\vec{A}+(\vec{B}+\vec{C})=(\vec{A}+\vec{B})+\vec{C}$
বন্টন সূত্র: $m(\vec{A}+\vec{B})=m\vec{A}+m\vec{B}$

৩২। দুটি ভেক্টরের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হবে যখন এদের মধ্যবর্তী কোণ– [দি. বো. ২১; সি. বো. ১৫]
ক 0° খ 45°
গ 60° ঘ 180°
উত্তর: ক 0°
ব্যাখ্যা: লব্ধি, R সর্বোচ্চ হয় যখন, $\theta = 0°$
এবং সর্বনিম্ন হয় যখন, $\theta = 180°$

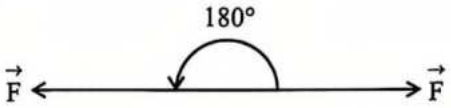
৩৩। সমকোণে একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি সমান বলের লব্ধির মান যে কোনো একটি বলের– [সি. বো. ২৩]
ক $\sqrt{2}$ গুণ খ $\sqrt{3}$ গুণ
গ 2 গুণ ঘ 1 গুণ
উত্তর: ক $\sqrt{2}$ গুণ
ব্যাখ্যা:


$R=\sqrt{P^2+P^2+2\times P\times P\times\cos(90°)}=\sqrt{P^2+P^2}=\sqrt{2}P$

৩৪। $\vec{A}=3\hat{i}-4\hat{j}, \vec{B}=-3\hat{i}+4\hat{j}$; এবং $\vec{R}$ তাদের লব্ধি হলে, নিচের কোনটি সঠিক? [দি. বো. ২৩]
ক $\vec{R}$ একটি একমাত্রিক ভেক্টর খ $\vec{R}$ একটি দ্বি-মাত্রিক ভেক্টর
গ $\vec{R}$ একটি ত্রিমাত্রিক ভেক্টর ঘ $\vec{R}$ একটি নাল ভেক্টর
উত্তর: ঘ $\vec{R}$ একটি নাল ভেক্টর
ব্যাখ্যা: $\vec{R}=\vec{A}+\vec{B}=3\hat{i}-4\hat{j}-3\hat{i}+4\hat{j}=\vec{0}$

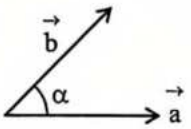
৩৫। $\vec{R}=\vec{A}+\vec{B}=0$ হলে– [কু. বো. ২২]
ক মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও বিপরীতমুখী
খ মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও সমমুখী
গ মূল ভেক্টর দুটি সমান ও সমমুখী
ঘ মূল ভেক্টর দুটি সমান ও বিপরীতমুখী
উত্তর: ঘ মূল ভেক্টর দুটি সমান ও বিপরীতমুখী
ব্যাখ্যা: $\vec{A}+\vec{B}=0$
$\Rightarrow \vec{B}=-\vec{A}$
$\therefore |\vec{B}|=|\vec{A}|$
অর্থাৎ, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মান সমান এবং এরা বিপরীতমুখী।

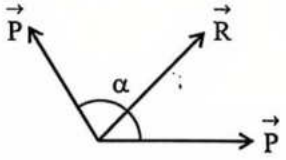
৩৬। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ 120° হলে তাদের লব্ধির মান– [দি. বো. ২২]
ক $P+Q$ খ $\sqrt{P^2+Q^2+PQ}$
গ $P-Q$ ঘ $\sqrt{P^2+Q^2-PQ}$
উত্তর: ঘ $\sqrt{P^2+Q^2-PQ}$
ব্যাখ্যা: $R=\sqrt{P^2+Q^2+2PQ\cos(120°)}$
$=\sqrt{P^2+Q^2-PQ}$

৩৭। দুটি সমান ভেক্টর থেকে শূন্য ভেক্টর পেতে এদের মধ্যবর্তী কোণ হবে– [ব. বো. ১৫]
ক 0° খ 45°
গ 90° ঘ 180°
উত্তর: ঘ 180°
ব্যাখ্যা:


কোনো বস্তুর ওপর সমান ও বিপরীত দুটি বল $(\vec{F}$ ও $-\vec{F})$ ক্রিয়া করলে বস্তুটি সাম্যাবস্থায় অর্থাৎ $\vec{F}-\vec{F}=\vec{0}$ হবে।
অর্থাৎ, $\Sigma F_x = F + F\cos180° = F - F = 0$

৩৮। $\bar{A}$ ও $\bar{B}$ এর লব্ধির সর্বোচ্চ মান কোনটি? [য. বো. ১৬]
ক $\bar{A}\times\bar{B}$ খ $\bar{A}-\bar{B}$
গ $\bar{A}\div\bar{B}$ ঘ $\bar{A}+\bar{B}$
উত্তর: ঘ $\bar{A}+\bar{B}$
ব্যাখ্যা: সর্বোচ্চ মান $=\bar{A}+\bar{B}$
সর্বনিম্ন মান $=\bar{A}-\bar{B}$

৩৯। $|\bar{a}-\bar{b}|=|\bar{a}|=|\bar{b}|$ হলে $\bar{a}$ ও $\bar{b}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত?
ক 120° খ 60°
গ 180° ঘ 0°
উত্তর: খ 60°
ব্যাখ্যা: $|\vec{a}-\vec{b}|=|\vec{a}|$
$\Rightarrow\sqrt{a^2+b^2-2ab\cos\alpha}=a$
$\Rightarrow a^2+a^2-2a^2\cos\alpha=a^2$
$\Rightarrow 2\cos\alpha=1$
$\therefore \alpha=60°$


৪০। সমমানের দুটি বলের লব্ধির মান তাদের যে কোনো একটির অর্ধেক হলে বল দুটির মধ্যবর্তী কোণ কত? [ব. বো. ১৭]
ক 28.90° খ 41.40°
গ 138.6° ঘ 151.04°
উত্তর: ঘ 151.04°
ব্যাখ্যা: $\frac{P}{2}=\sqrt{P^2+P^2+2P^2\cos\alpha}$
$\Rightarrow 2\cos\alpha=\frac{1}{4}-2$
$\therefore \alpha=151.04°$


Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪১। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমমানের ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করছে। ভেক্টর দুটির লব্ধি $\vec{R}$ ও $\vec{P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কোনটি? [সি. বো. ২১]

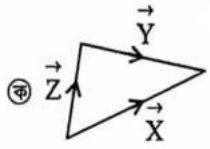
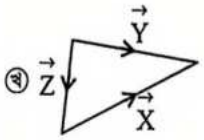
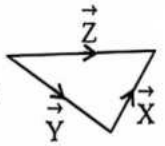
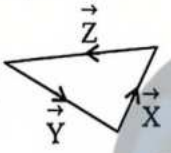
ক 90° খ 60°
গ 45° ঘ 0°

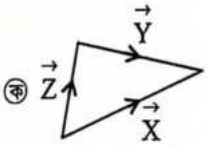
উত্তর: ঘ 0°

ব্যাখ্যা: $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমমানের হওয়ায় এবং এরা পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায় এদের লব্ধি, $\vec{R} = \vec{0}$ হবে।

যদি লব্ধির মান থাকতো তবে তা $\vec{P}$ এর সাথে 0° বা 180° কোণে ক্রিয়ারত থাকতো।

৪২। নিচের কোন ত্রিভুজে $\vec{Z}$ ভেক্টরটি $(\vec{X} - \vec{Y})$ ভেক্টরের মান ও দিক নির্দেশ করে? [য. বো. ২১]

ক 
খ 
গ 
ঘ 

উত্তর: ক 

ব্যাখ্যা:
- $\vec{Z} + \vec{Y} = \vec{X}$
  $\Rightarrow \vec{Z} = \vec{X} - \vec{Y}$
- $\vec{Z} + \vec{X} = \vec{Y}$
  $\Rightarrow \vec{Z} = \vec{Y} - \vec{X}$
- $\vec{Z} = \vec{X} + \vec{Y}$
- $-\vec{Z} = \vec{X} + \vec{Y}$
  $\Rightarrow \vec{Z} = -\vec{X} - \vec{Y}$

৪৩। ভেক্টর $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ এবং $|\vec{P} + \vec{Q}| = |\vec{P} - \vec{Q}|$ হলে, θ এর মান কত? [রা. বো. ১৫]

অথবা, $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$ হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ হবে– [ব. বো. ২১; দি. বো. ১৭; রা. বো. ১৫]

ক 0° খ 45°
গ 90° ঘ 180°

উত্তর: গ 90°

ব্যাখ্যা: $|\vec{P} + \vec{Q}| = |\vec{P} - \vec{Q}|$
$\Rightarrow \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha} = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ\cos\alpha}$
$\Rightarrow 4PQ\cos\alpha = 0$
$\therefore \alpha = 90°$

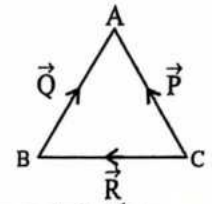
৪৪। 5N এবং 10N মানের দুটি বল একটি কণার উপর ক্রিয়ারত হলে নিচের কোন বলটি কণাটির উপর লব্ধি বলের সমান হতে পারে না?

ক 5N খ 10N
গ 20N ঘ 15N

উত্তর: গ 20N

ব্যাখ্যা: $R_{min} \le R \le R_{max}$
$\Rightarrow 5 \le R \le 15$

৪৫। [সি. বো. ১৯; রা. বো. ১৫]



চিত্র থেকে কোনটি সঠিক?

ক $\vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$ খ $\vec{R} = \vec{Q} + \vec{P}$
গ $\vec{P} = \vec{R} + \vec{Q}$ ঘ $\vec{Q} = \vec{P} + \vec{R}$

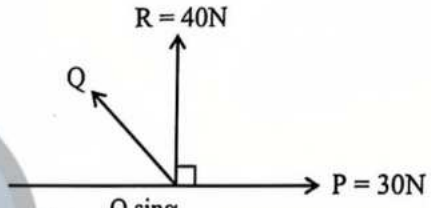
উত্তর: গ $\vec{P} = \vec{R} + \vec{Q}$

৪৬। দুইটি বলের লব্ধির মান 40N। বল দুইটির মধ্যে ছোট বলটির মান 30N এবং এটি লব্ধি বলের লম্ব বরাবর ক্রিয়া করে। বড় বলটির মান কত?

ক 40N খ 45N
গ 50N ঘ 60N

উত্তর: গ 50N

ব্যাখ্যা:



$\tan 90° = \frac{Q\sin\alpha}{30 + Q\cos\alpha}$
$\Rightarrow 30 + Q\cos\alpha = 0$
$\Rightarrow Q\cos\alpha = -30$
আবার, $R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha$
$\Rightarrow 40^2 = 30^2 + Q^2 + 2 \times 30 \times (-30)$
$\Rightarrow Q^2 = 2500$
$\therefore Q = 50\ N$

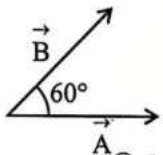
৪৭। কোনো সামান্তরিকের দুটি কর্ণ $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যেখানে $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$ তবে সামান্তরিকটি একটি–

ক আয়তক্ষেত্র খ বর্গ
গ ট্রাপিজিয়াম ঘ ট্রাপিজয়েড

উত্তর: ক আয়তক্ষেত্র

ব্যাখ্যা: $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$
$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$
$\Rightarrow \cos\theta = 0$
$\therefore \theta = 90°$
$\therefore$ সামান্তরিকের দুটি কর্ণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে এটি একটি আয়ত।

৪৮। নিচের চিত্রে দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর প্রত্যেকের মান 5 একক এবং তাদের মধ্যেকার কোণ 60°। $|\vec{A} - \vec{B}|$ নির্ণয় কর–



ক 0 খ 5 একক
গ 7.07 একক ঘ 8.66 একক

উত্তর: খ 5 একক

ব্যাখ্যা: $|\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{5^2 + 5^2 - 2.5.5\cos 60°} = 5$ একক

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪৯। দুটি বলের লব্ধির সর্বোচ্চ মান 28 N এবং সর্বনিম্ন মান 4 N। বল দুটি পরস্পরের সাথে 90° কোণে কোন একটি কণার উপর ক্রিয়া করলে লব্ধি বল হবে–

ক 400 N খ 32 N
গ 28.8 N ঘ 20 N

উত্তর: ঘ 20 N

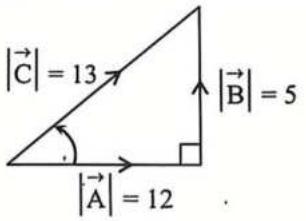
ব্যাখ্যা: $P + Q = 28$ N; $P - Q = 4$ N
$\therefore P = 16$ N এবং $Q = 12$ N
$\therefore R = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20$ N

৫০। ভেক্টর $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ এর মান যথাক্রমে 12, 5 ও 13 এবং $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণের মান কত? [সি. বো. ১৭]

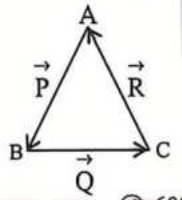
ক $\frac{\pi}{2}$ খ $\frac{\pi}{3}$
গ $\frac{\pi}{4}$ ঘ $\frac{\pi}{6}$

উত্তর: ক $\frac{\pi}{2}$

ব্যাখ্যা:



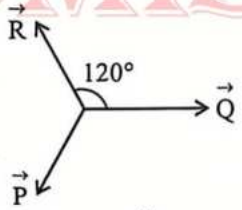
৫১। ABC সমবাহু ত্রিভুজে $\vec{Q}$ ও $\vec{R}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [রা. বো. ১৫]



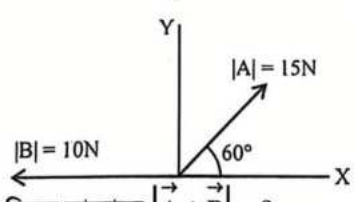
ক 0° খ 60°
গ 120° ঘ 180°

উত্তর: গ 120°

ব্যাখ্যা:



৫২।



উপরের চিত্রের আলোকে $|\vec{A} + \vec{B}| = ?$ [চ. বো. ১৭]

ক 15.81 N খ 14 N
গ 13.23 N ঘ 11.23 N

উত্তর: গ 13.23 N

ব্যাখ্যা: $|\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha}$
$= \sqrt{15^2 + 10^2 + 2 \times 15 \times 10 \cos 120^\circ} = 13.23$ N

৫৩। দুইটি ভেক্টরের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হলে ভেক্টর দুটি–

(i) সমতলীয়
(ii) সম প্রারম্ভিক
(iii) সমরেখ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: যেহেতু, $\theta = 0^\circ$ হলে লব্ধি সর্বোচ্চ হয়।
$\therefore$ ভেক্টর দুটি সমতলীয়, সমপ্রারম্ভিক, সমরেখ

৫৪। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর– [কু. বো. ২৩]

(i) $|\vec{P}| > |\vec{Q}|$ হলে লব্ধি $\vec{P}$ এর নিকটবর্তী
(ii) $|\vec{P}| = |\vec{Q}|$ হলে লব্ধি ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করে
(iii) $|\vec{P}| > |\vec{Q}|$ হলে লব্ধি $\vec{Q}$ এর নিকটবর্তী

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: দুইটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি সর্বদা বৃহত্তর ভেক্টরের নিকটবর্তী হয়।

৫৫। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর যোগ করার ক্ষেত্রে ভেক্টর যোগের সাধারণ নিয়মের ক্ষেত্রে– [য. বো. ২২]

(i) নতুন অবস্থানে তাদেরকে সমান্তরালভাবে স্থানান্তর করা হয়
(ii) $\vec{B}$ এর আদি বিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{A}$ এর আদি বিন্দু থেকে $\vec{B}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়
(iii) $\vec{B}$ এর আদি বিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{B}$ এর শীর্ষ বিন্দু থেকে $\vec{A}$ এর আদি বিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

৫৬। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পরের বিপরীত ভেক্টর হলে– [চ. বো. ১৫]

(i) $\vec{P} + \vec{Q} = 0$
(ii) $\vec{P} \cdot \vec{Q} = 0$
(iii) $\vec{P} \times \vec{Q} = 0$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও ii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও iii

ব্যাখ্যা: $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পরের বিপরীত ভেক্টর হওয়ায় এদের মধ্যবর্তী কোণ 180° ফলে এদের ভেক্টর গুণন বা ক্রস গুণন শূন্য হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিম্নোক্ত তথ্যগুলোর আলোকে ৫৭ ও ৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$\vec{A} + \vec{B} = 12\hat{i} - 4\hat{j} + 8\hat{k}$

$\vec{A} - \vec{B} = -6\hat{i} + 12\hat{j} + 10\hat{k}$

৫৭। $\vec{B}$ ভেক্টরটি হবে– [ম. বো. ২৩]

ক $6\hat{i} - 8\hat{j} + 9\hat{k}$ খ $9\hat{i} + 8\hat{j} - 2\hat{k}$

গ $9\hat{i} - 8\hat{j} - \hat{k}$ ঘ $6\hat{i} + 8\hat{j} + 18\hat{k}$

উত্তর: গ $9\hat{i} - 8\hat{j} - \hat{k}$

ব্যাখ্যা: $2\vec{B} = (\vec{A} + \vec{B}) - (\vec{A} - \vec{B})$

$\Rightarrow 2\vec{B} = 18\hat{i} - 16\hat{i} - 2\hat{k}$

$\therefore \vec{B} = 9\hat{i} - 8\hat{j} - \hat{k}$

৫৮। $\vec{A}.\vec{B}$ এর মান কত? [ম. বো. ২৩]

ক 16 খ 14

গ −12 ঘ −14

উত্তর: ঘ −14

ব্যাখ্যা: $\vec{A} = (\vec{A} + \vec{B}) - \vec{B}$

$= 3\hat{i} + 4\hat{j} + 9\hat{k}$

$\therefore \vec{A}.\vec{B} = 27 - 32 - 9 = -14$

লম্বাংশের সাহায্যে ভেক্টর রাশির যোজন-বিয়োজন

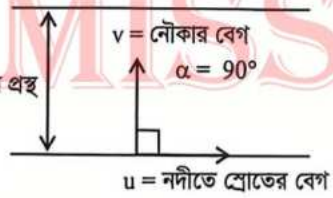
৫৯। স্রোতযুক্ত নদীতে সর্বনিম্ন সময়ে ওপারে যেতে একজন সাঁতারুকে স্রোতের সাথে কত কোণে যাত্রা শুরু করতে হবে? [রা. বো. ২৪]

ক 45° খ 60°

গ 90° ঘ 120°

উত্তর: গ 90°

ব্যাখ্যা:



$t = \frac{d}{v \sin\alpha}$

$\therefore$ t সর্বনিম্ন হলে $\sin\alpha$ সর্বোচ্চ হবে।

$\therefore \alpha = 90°$ হলে $\sin\alpha = 1$।

যা $\sin\alpha$ এর সর্বোচ্চ মান।

৬০। একটি গাড়ি ও একটি মোটর সাইকেল একই দিকে যথাক্রমে v_c ও v_m বেগে গতিশীল হলে গাড়ির সাপেক্ষে মোটর সাইকেলের আপেক্ষিক বেগ কত? [রা. বো. ২৩]

ক $v_c - v_m$ খ $v_m - v_c$

গ $v_c + v_m$ ঘ $\frac{v_c}{v_m}$

উত্তর: খ $v_m - v_c$

ব্যাখ্যা: পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর,

আপেক্ষিক বেগ = বস্তুর বেগ − পর্যবেক্ষকের বেগ

$\therefore v_{mc} = v_m - v_c$

৬১। একটি জাহাজ সোজা পূর্ব দিকে ঘণ্টায় 75 km বেগে এবং অপর একটি জাহাজ সোজা উত্তর দিকে ঘণ্টায় 45 km বেগে চলছে। প্রথম জাহাজের যাত্রীর নিকট দ্বিতীয় জাহাজটির বেগের দিক কোন দিকে হবে? [য. বো. ২৪]

ক পূর্ব দিকের সাথে 30.96° কোণে উত্তর দিকে

খ পূর্ব দিকের সাথে 59.04° কোণে উত্তর দিকে

গ পূর্ব দিকের সাথে 90° কোণে উত্তর দিকে

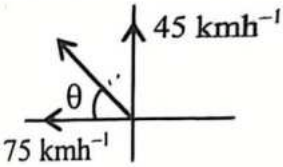
ঘ পূর্ব দিকের সাথে 149.04° কোণে উত্তর দিকে

উত্তর: ঘ পূর্ব দিকের সাথে 149.04° কোণে উত্তর দিকে

ব্যাখ্যা: $\vec{u_1} = 75\hat{i}, \vec{u_2} = 45\hat{j}$

$\vec{v_{21}} = \vec{u_2} - \vec{u_1} = 45\hat{j} - 75\hat{i}$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{45}{75}\right) = 30.96°$



$\therefore$ পূর্বের সাথে $180° - 30.96° = 149.04°$ কোণে উত্তর দিকে চলতে দেখবে।

৬২। একটি ভেক্টর X-অক্ষের সাথে 30° কোণে ক্রিয়াশীল। Y-অক্ষ বরাবর উপাংশের মান 3 একক হলে X-অক্ষ বরাবর উপাংশের মান কত? [চ. বো. ২৪; রা. বো ১৬]

ক $\sqrt{3}$ খ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ একক

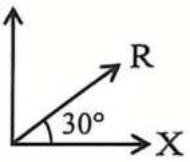
গ $3\sqrt{3}$ একক ঘ 6 একক

উত্তর: গ $3\sqrt{3}$ একক

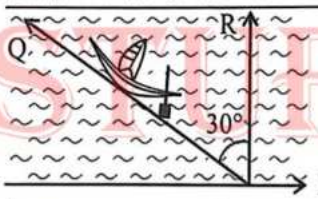
ব্যাখ্যা: $R\cos60° = 3$

$\Rightarrow R = 6$ একক

$\therefore R\cos30° = 3\sqrt{3}$ একক



৬৩। চিত্রের আলোকে বহমান নদীতে স্রোতের বেগ $P = 9\ kmh^{-1}$। নৌকার লব্ধি বেগ R এবং নৌকার বেগ Q এর মধ্যবর্তী কোণ $\beta = 30°$ এবং নৌকাটি আড়াআড়ি পথে নদী পার হলে নৌকার বেগ Q এর মান হবে–



ক $9\ kmh^{-1}$ খ $18\ kmh^{-1}$

গ $36\ kmh^{-1}$ ঘ $72\ kmh^{-1}$

উত্তর: খ $18\ kmh^{-1}$

ব্যাখ্যা: $\cos\alpha = -\frac{P}{Q}$ $\left[\because \cos\alpha = -\left(\frac{\text{স্রোতের বেগ}}{\text{নৌকার বেগ}}\right)\right]$

$\Rightarrow \cos(90° + 30°) = -\frac{9}{Q}$

$\therefore Q = 18\ kmh^{-1}$

৬৪। একটি ট্রাক v_T বেগে পূর্ব দিকে এবং একটি গাড়ি v_C বেগে পশ্চিম দিকে গতিশীল হলে ট্রাকের সাপেক্ষে গাড়ির আপেক্ষিক বেগ কত? [য. বো. ১৯]

ক $(v_T + v_C)$ খ $(v_T - v_C)$

গ $(v_c - v_T)$ ঘ $\frac{v_T}{v_C}$

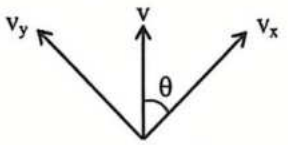
উত্তর: ক $(v_T + v_C)$

ব্যাখ্যা: পরস্পর বিপরীত দিকে গতিশীল হওয়ায় আপেক্ষিক বেগ, বস্তুদ্বয়ের বেগের সমষ্টি হবে।

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬৫। θ এর মান কত হলে v_x এবং v_y উপাংশগুলি সমান হবে? [কু. বো. ১৬]



ক 45° খ 90°
গ 120° ঘ 150°

উত্তর: ক 45°

ব্যাখ্যা: $v_x = v_y$
$\Rightarrow v\cos\theta = v\sin\theta$
$\Rightarrow \tan\theta = 1$
$\therefore \theta = 45°$

৬৬। θ এর মান 0° হতে 90° পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হলে v_x এবং v_y এর মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে? [কু. বো. ১৬]

ক v_x কমবে এবং v_y বাড়বে খ v_x বাড়বে এবং v_y কমবে
গ v_x বাড়বে এবং v_y বাড়বে ঘ v_x কমবে এবং v_y কমবে

উত্তর: ক v_x কমবে এবং v_y বাড়বে

ব্যাখ্যা: $v_x = v\cos\theta$, $v_y = v\sin\theta$
θ এর মান বাড়াতে থাকলে, cosθ এর মান হ্রাস পাবে এবং sinθ এর মান বৃদ্ধি পাবে।
∴ v_x কমবে ও v_y বাড়বে।

৬৭। ভেক্টররূপে প্রকাশিত ভরবেগসমূহের লব্ধি সংরক্ষণের ক্ষেত্রে– [ম. বো. ২৪]

(i) যে কোনো দিকে ঐ লব্ধির উপাংশও সংরক্ষিত থাকবে
(ii) যে কোনো দিকে উপাংশ বের করার পর ভেক্টর চিহ্ন ব্যবহার না করলেও চলে
(iii) ভরবেগ যদি ভেক্টরে প্রকাশিত হয় তবে এর দিক উল্লেখ করতে হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

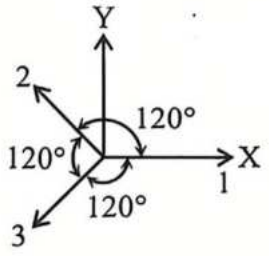
উত্তর: ঘ i, ii ও iii

৬৮। একটি বিন্দুতে যুগপৎভাবে 1, 2, 3 একক মানের তিনটি গতিবেগ কার্যকর। তাদের মধ্যবর্তী কোণসমূহ পরস্পর সমান এবং যার মান 120°। লব্ধি হবে–

ক 5 খ 6
গ $\sqrt{2}$ ঘ $\sqrt{3}$

উত্তর: ঘ $\sqrt{3}$

ব্যাখ্যা:

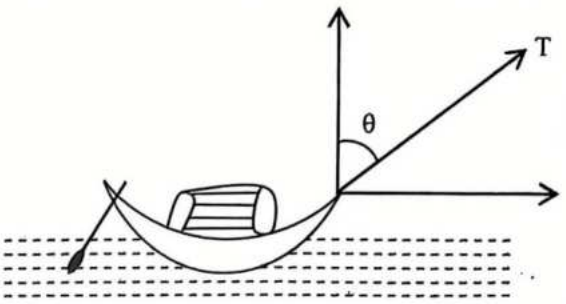


$R_x = 1\cos0° + 2\cos120° + 3\cos240° = -\frac{3}{2}$

$R_y = 1\sin0° + 2\sin120° + 3\sin240° = -\frac{\sqrt{3}}{2}$

$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{3}$

৬৯। নদীর দৈর্ঘ্য বরাবর চলমান ট্রলারে বাধা রশির টান T হলে– [কু. বো. ২৪]



(i) ট্রলারের হাল দ্বারা নাকচ হয় Tcosθ
(ii) ট্রলার সামনে এগিয়ে যায় Tsinθ দ্বারা
(iii) θ এর মান কমলে ট্রলারের বেগ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: θ এর মান কমলে উলম্ব উপাংশের মান বৃদ্ধি পাবে এবং অনুভূমিক উপাংশের মান হ্রাস পাবে। ফলে ট্রলারের বেগ হ্রাস পাবে।

❖ নিচের নির্দেশনার আলোকে ৭০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ তিনটি একক ভেক্টর নির্দেশ করে।

৭০। উক্ত ভেক্টর তিনটি যদি একটি ত্রিভুজের তিনবাহু একই ক্রমে নির্দেশ করে তাহলে যেকোনো দুইটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ কত? [ম. বো. ২২]

ক 30° খ 60°
গ 90° ঘ 120°

উত্তর: ঘ 120°

❖ উদ্দীপকের আলোকে ৭১ ও ৭২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
6 ms^{-1} বেগে প্রবাহিত নদীতে 12 ms^{-1} বেগে সাঁতার কাটতে সক্ষম সাঁতারু 1.2 km প্রশস্ত নদীতে সাঁতার কাটছে।

৭১। সর্বনিম্ন কত সময়ে সাঁতারু নদী পাড়ি দিয়ে অপর পাড়ে পৌঁছাতে পারবে? [সি. বো. ২৪]

ক 89.44 s খ 100 s
গ 115.47 s ঘ 200 s

উত্তর: খ 100 s

ব্যাখ্যা: $t_{min} = \frac{d}{u} = \frac{1.2 \times 10^3}{12}$
$= 100$ s

৭২। সর্বনিম্ন পথে নদী পাড়ি দিতে স্রোতের সাথে কত কোণে সাঁতার কাটতে হবে? [সি. বো. ২৪]

ক 60° খ 90°
গ 120° ঘ 150°

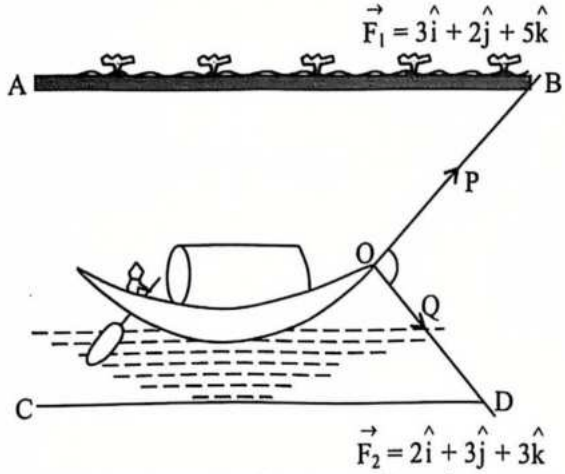
উত্তর: গ 120°

ব্যাখ্যা: $\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{\text{স্রোতের বেগ}}{\text{সাঁতারুর বেগ}}\right)$
$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{6}{12}\right) = 120°$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিচের চিত্রের নির্দেশনার আলোকে ৭৩ ও ৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



একটি খালের AB ও CD দুটি সমান্তরাল তীর। নৌকার O বিন্দু হতে $\vec{F_1}$ ও $\vec{F_2}$ মানের বল প্রয়োগে দুজন ব্যক্তি গুণ টানছে।

৭৩। $\vec{F_1}$ এবং $\vec{F_2}$ ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির মান কত? [য. বো. ১৫]

ⓚ 10.22 ⓛ 10.52
ⓜ 11.22 ⓝ 11.52

উত্তর: ⓛ 10.52

ব্যাখ্যা: $\vec{F_{net}} = \vec{F_1} + \vec{F_2}$
$= 5\hat{i} + 5\hat{j} + 8\hat{k}$
$\therefore \left|\vec{F_{net}}\right| = \sqrt{5^2 + 5^2 + 8^2} = 10.68 \approx 10.52$

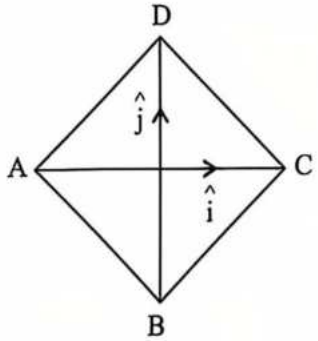
৭৪। নৌকাটির ক্ষেত্রে কোনটি প্রযোজ্য? [য. বো. ১৫]

ⓚ OP বরাবর নৌকাটি অগ্রসর হবে
ⓛ OQ বরাবর নৌকাটি অগ্রসর হবে
ⓜ নৌকাটি খালের মাঝে স্থির থাকবে
ⓝ খালের মাঝ বরাবর নৌকাটি অগ্রসর হবে

উত্তর: ⓝ খালের মাঝ বরাবর নৌকাটি অগ্রসর হবে

ব্যাখ্যা: গুণ টানার ফলে বলের আনুভূমিক উপাংশের দ্বারা নৌকাটি খালের মাঝ বরাবর অগ্রসর হবে থাকবে।

❖ নিচের চিত্রের নির্দেশনার আলোকে ৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



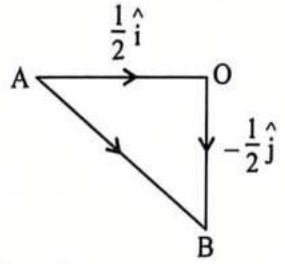
চিত্রে কর্ণদ্বয় হচ্ছে $\overrightarrow{AC} = \hat{i}$ ও $\overrightarrow{BD} = \hat{j}$

৭৫। $\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সঠিক রূপ কোনটি? [য. বো. ১৭]

ⓚ $(\hat{i} + \hat{j})/4$ ⓛ $(\hat{i} - \hat{j})/2$
ⓜ $(\hat{i} + \hat{j})/2$ ⓝ $(\hat{j} - \hat{i})/2$

উত্তর: ⓛ $(\hat{i} - \hat{j})/2$

ব্যাখ্যা:



$\Rightarrow \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AO} + \overrightarrow{OB}$
$\therefore \overrightarrow{AB} = \frac{1}{2}(\hat{i} - \hat{j})$

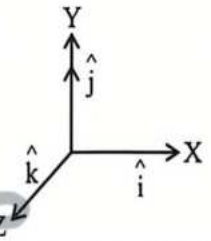
ত্রিমাত্রিক আয়তাকার বিস্তারে ভেক্টর বিভাজন

৭৬। $\hat{i}, \hat{j}$ ও $\hat{k}$ পরস্পর কত কোণে অবস্থিত?

ⓚ 0° ⓛ 90°
ⓜ 180° ⓝ 120°

উত্তর: ⓛ 90°

ব্যাখ্যা:



ত্রিমাত্রিক ব্যবস্থায় X, Y এবং Z পরস্পর লম্বভাবে থাকে এবং X, Y, Z বরাবর যথাক্রমে একক ভেক্টর $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ ক্রিয়া করে। XY তলে $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর উপাংশ ক্রিয়া করে। YZ তলে $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ এর উপাংশ ক্রিয়া করে।

৭৭। $\hat{i} + \hat{j}$ ভেক্টরটি কোন তলে অবস্থিত?

ⓚ XY তলে ⓛ YZ তলে
ⓜ ZX তলে ⓝ কোনো তলে নয়

উত্তর: ⓚ XY তলে

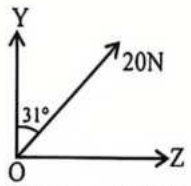
৭৮। $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$ বলটির ZX সমতলে মান কত? [য. বো. ২৩; অনুরূপ রা. বো. ২১; ঢা বো. ১৭; চ. বো. ১৬]

ⓚ $\sqrt{13}$ N ⓛ $\sqrt{20}$ N
ⓜ $\sqrt{25}$ N ⓝ $\sqrt{29}$ N

উত্তর: ⓛ $\sqrt{20}$ N

ব্যাখ্যা: ZX সমতলে মান $= \sqrt{(-4)^2 + 2^2} = \sqrt{20}$ N

৭৯।



OZ বরাবর বলের উপাংশ কত? [কু. বো. ২২; অনুরূপ কু. বো. ২১; য. বো. ২১; রা. বো. ১৫]

ⓚ 10.30 N ⓛ 12.01 N
ⓜ 17.14 N ⓝ 33.28 N

উত্তর: ⓚ 10.30 N

ব্যাখ্যা: OZ বরাবর উপাংশ $= 20\sin 31°$ N $= 10.30$ N

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮০। $\vec{P} = \frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} + q\hat{k}$ হলে q এর মান কত হবে যখন $\vec{P}$ ভেক্টরটি একক ভেক্টর হবে? [ব. বো. ২৩; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩]

ক $\frac{1}{4}$ খ $\frac{1}{2}$

গ $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ঘ 1

উত্তর: গ $\frac{1}{\sqrt{2}}$

ব্যাখ্যা: $\sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + q^2} = 1$

$\Rightarrow \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + q^2 = 1$

$\Rightarrow q^2 = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow q = \pm\frac{1}{\sqrt{2}}$

৮১। $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$; $\vec{B} = 6\hat{i} - m\hat{j} + 4\hat{k}$, m-এর মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় লম্ব হবে? [সি. বো. ২১]

ক 9 খ 11

গ 12 ঘ 13

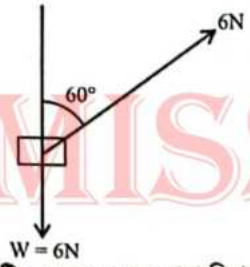
উত্তর: খ 11

ব্যাখ্যা: $\left(3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}\right)\cdot\left(6\hat{i} - m\hat{j} + 4\hat{k}\right) = 0$

$\Rightarrow 18 - 2m + 4 = 0$

$\Rightarrow m = 11$

৮২। [সম্মিলিত বোর্ড-২০১৮]



6 N ওজনের একটি বস্তুকে 6 N বল দ্বারা চিত্রানুযায়ী টানা হচ্ছে। বস্তুটির আপাত ওজন–

ক 0.8 N খ 3 N

গ 9 N ঘ 11.2 N

উত্তর: খ 3 N

ব্যাখ্যা: $R = W - F\cos 60°$

$= 6 - 6\cos 60°$

$= 3$ N

৮৩। $\hat{r} = 2\hat{i} + 4\hat{j}$ ভেক্টরটি x অক্ষের সাথে কোণ উৎপন্ন করে–

ক 26.57° খ 39.29°

গ 63.43° ঘ 90°

উত্তর: গ 63.43°

ব্যাখ্যা: $\theta_x = \cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{2^2 + 4^2}}\right)$

$= 63.43°$

৮৪। $2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$ ভেক্টরটি x ও y অক্ষের সাথে যথাক্রমে θ_1 ও θ_2 কোণ উৎপন্ন করলে কোনটি সঠিক হবে?

ক $\theta_1 > \theta_2$ খ $\theta_1 < \theta_2$

গ $\theta_1 = \theta_2$ ঘ $\theta_1 = \frac{\theta_2}{2}$

উত্তর: খ $\theta_1 < \theta_2$

ব্যাখ্যা: $\theta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{2^2 + 1^2 + 3^2}}\right)$

$= 57.68°$

$\theta_2 = \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2^2 + 1^2 + 3^2}}\right)$

$= 74.49°$

$\therefore \theta_2 > \theta_1$

৮৫। $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$ একটি অবস্থান ভেক্টর হলে x অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ–

(i) $\theta = \tan^{-1}\frac{y}{x}$

(ii) $\theta = \cos^{-1}\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$

(iii) $\theta = \sin^{-1}\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

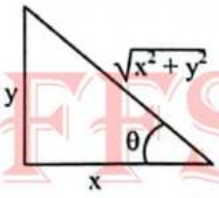
ব্যাখ্যা: $\tan\theta = \frac{y}{x}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$

$\therefore \theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$

$= \sin^{-1}\left(\frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$

$= \cos^{-1}\left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right)$



৮৬। $2\hat{i} + 3\hat{j}$ ভেক্টর– [সি. বো. ১৬]

(i) এর মান $\sqrt{13}$

(ii) XY তলে অবস্থান করে

(iii) Z অক্ষের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: (i) $\sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}$ একক

(ii) z অক্ষে উপাংশ শূন্য হওয়ায় ভেক্টরটি XY তলে অবস্থিত।

(iii) $\left(2\hat{i} + 3\hat{j}\right)\cdot\left(z\hat{k}\right) = 0$

$\therefore$ z অক্ষের সাথে লম্ব।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিচের নির্দেশনার আলোকে ৮৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$\vec{P} = 2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$

৮৭। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর লব্ধির সমান্তরাল একক ভেক্টর কোনটি? [ঢা. বো. ২১]

ক $\frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} + \frac{1}{6}\hat{k}$ খ $\frac{3}{\sqrt{19}}\hat{i} + \frac{3}{\sqrt{19}}\hat{j} + \frac{1}{\sqrt{19}}\hat{k}$

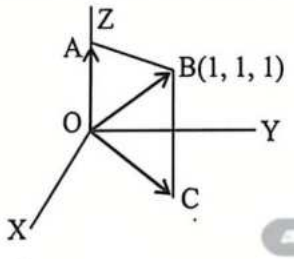
গ $\frac{1}{3}\hat{i} + \frac{1}{3}\hat{j} - \frac{1}{9}\hat{k}$ ঘ $\frac{3}{19}\hat{i} + \frac{3}{19}\hat{j} - \frac{1}{19}\hat{k}$

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: সমান্তরাল একক ভেক্টর $= \frac{\vec{P} + \vec{Q}}{|\vec{P} + \vec{Q}|} = \frac{3\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}}{\sqrt{19}}$

$= \frac{3}{\sqrt{19}}\hat{i} + \frac{3}{\sqrt{19}}\hat{j} - \frac{1}{\sqrt{19}}\hat{k}$

❖ নিচের চিত্রের নির্দেশনার আলোকে ৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



৮৮। $\overrightarrow{OC}$ ভেক্টর কোনটি? [বি. বো. ১৬]

ক $\hat{i} + \hat{j}$ খ $\hat{j} + \hat{k}$

গ $\hat{i} + \hat{k}$ ঘ $\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$

উত্তর: ক $\hat{i} + \hat{j}$

ব্যাখ্যা: C বিন্দুটি XY তলে অবস্থান করায় C(1, 1, 0)

$\therefore \overrightarrow{OC} = \hat{i} + \hat{j}$

ভেক্টর রাশির গুণন

৮৯। $\hat{i} \times (\hat{j} \times \hat{k}) = ?$ [রা. বো. ২৩, ২১; ম. বো. ২৩; সি. বো. ২২]

ক 0 খ $\hat{i}$

গ $\hat{j}$ ঘ $\hat{k}$

উত্তর: ক 0

ব্যাখ্যা: $\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$

$\therefore \hat{i} \times \hat{i} = \vec{0}$

৯০। $|\vec{A}| = |\vec{B}| = 3$ এবং $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে $|\vec{A} \times \vec{B}| = ?$ [ঢা. বো. ২৩]

ক $9\cos\theta$ খ $9\sin\theta$

গ $\frac{1}{9}\sin\theta$ ঘ $\frac{1}{9}\cos\theta$

উত্তর: খ $9\sin\theta$

ব্যাখ্যা: $|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}|\,|\vec{B}|\sin\theta = 3 \times 3\sin\theta = 9\sin\theta$

৯১। $3\hat{i} - 4\hat{j} + 12\hat{k}$ ভেক্টরটির মান- [দি. বো. ২১; অনুরূপ সি. বো. ১৯]

ক 9 একক খ 13 একক

গ 18 একক ঘ 36 একক

উত্তর: খ 13 একক

ব্যাখ্যা: $\sqrt{3^2 + (-4)^2 + 12^2}$ একক $= 13$ একক

৯২। $\vec{P} = -3\hat{i} + 7\hat{j} - 3\hat{k}$, $\vec{Q} = 5\hat{i} - a\hat{j} + 2\hat{k}$, a এর মান কত হলে ভেক্টর দুটি লম্ব হবে? [রা. বো. ২৩; অনুরূপ য. বো. ২২]

ক -2 খ 3

গ -3 ঘ 11.67

উত্তর: গ -3

ব্যাখ্যা: $\vec{P}.\vec{Q} = 0$

$\Rightarrow (-3\hat{i} + 7\hat{j} - 3\hat{k}) \cdot (5\hat{i} - a\hat{j} + 2\hat{k}) = 0$

$\Rightarrow -15 - 7a - 6 = 0$

$\Rightarrow -7a = 21$

$\therefore a = -3$

৯৩। $|\vec{A}| = 2$, $|\vec{B}| = 4$ এবং $\vec{A}.\vec{B} = 4$ হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ- [কু. বো. ২৩]

ক $30°$ খ $60°$

গ $90°$ ঘ $120°$

উত্তর: খ $60°$

ব্যাখ্যা: $\vec{A}.\vec{B} = 4$

$\Rightarrow |\vec{A}|.|\vec{B}|\cos\theta = 4$

$\Rightarrow 2 \times 4 \times \cos\theta = 4$

$\therefore \theta = 60°$

৯৪। $(\hat{j} \times \hat{k}) \times (\hat{j} \times \hat{i}) = ?$ [য. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

ক 0 খ $-\hat{i}$

গ $-\hat{j}$ ঘ $-\hat{k}$

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: $\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$

$\hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}$

$\hat{i} \times (-\hat{k}) = \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$

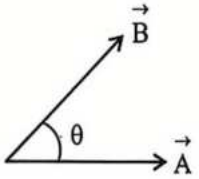
৯৫। $\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ- [চ. বো. ২৪, ২৩; কু. বো. ১৯; দি. বো. ২৩, ১৯; ঢা. বো. ১৬]

ক $A\cos\theta$ খ $A\sin\theta$

গ $B\cos\theta$ ঘ $B\sin\theta$

উত্তর: গ $B\cos\theta$

ব্যাখ্যা:



$\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ, $B\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|}$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৯৬। $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\,\hat{j}$ ভেক্টরটি y-অক্ষের সাথে কত কোণে ক্রিয়াশীল? [ঢা. বো. ২২]

ক 0° খ 30°
গ 60° ঘ 90°

উত্তর: খ 30°

ব্যাখ্যা: $\theta_y = \cos^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{2^2 + (2\sqrt{3})^2}}\right)$
$= 30°$

৯৭। $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ আয়ত একক ভেক্টরদ্বয় যে তলে অবস্থিত সেই তলের উপর লম্ব একক ভেক্টর হলো– [চ. বো. ২২]

ক $(\hat{j} \times \hat{k})$ খ $(\hat{i} \times \hat{j})$
গ $(\hat{k} \times \hat{i})$ ঘ $(\hat{i} \times \hat{i})$

উত্তর: ক $(\hat{j} \times \hat{k})$

ব্যাখ্যা: $\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$
$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$
$\hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$
$\hat{i} \times \hat{i} = \vec{0}$

৯৮। 3N ও 4N মানের দুটি বল একটি বিন্দুতে পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করলে এদের ভেক্টর গুণফলের মান হবে– [চ. বো. ২২]

ক 0 N খ 5 N
গ 7 N ঘ 12 N

উত্তর: ঘ 12 N

ব্যাখ্যা: $|\vec{A} \times \vec{B}| = AB\sin\theta$
$= 3 \times 4 \times \sin 90°$
$= 12$ N

৯৯। $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ যে তলে অবস্থিত সে তলের লম্বদিকে একক ভেক্টর হলো– [ব. বো. ২২]

ক $\pm(\hat{i} \times \hat{j})$ খ $\pm(\hat{j} \times \hat{k})$
গ $\pm(\hat{k} \times \hat{i})$ ঘ $\pm(\hat{i} \times \hat{k})$

উত্তর: ক $\pm(\hat{i} \times \hat{j})$

১০০। $\hat{j}$ এবং $(\hat{i} + \hat{j})$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? [রা. বো. ২২]

ক 0° খ 45°
গ 60° ঘ 90°

উত্তর: খ 45°

ব্যাখ্যা: $\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{\hat{j}.(\hat{i} + \hat{j})}{\sqrt{1^2}.\sqrt{1^2 + 1^2}}\right)$
$= \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)$
$= 45°$

১০১। $|\hat{a} + \hat{b}| = \sqrt{3}$ হলে $\hat{a}$ ও $\hat{b}$ এর মধ্যবর্তী কোণ– [কু. বো. ২৩]

ক 30° খ 45°
গ 60° ঘ 75°

উত্তর: গ 60°

ব্যাখ্যা: $|\hat{a} + \hat{b}| = \sqrt{3}$
$\Rightarrow \sqrt{1^2 + 1^2 + 2.1.1\cos\alpha} = \sqrt{3}$
$\Rightarrow 2\cos\alpha = 1$
$\therefore \alpha = 60°$

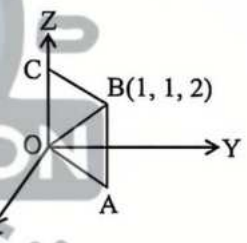
১০২। একটি বস্তুর উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k})$ N বল প্রয়োগের ফলে সেটি (3, 2, –1) বিন্দু হতে (4, 5, 1) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। এক্ষেত্রে কৃত কাজ কত হবে? [ঢা. বো. ২২; অনুরূপ য. বো. ১৫]

ক 3 জুল খ 4 জুল
গ 2 জুল ঘ 0 জুল

উত্তর: ক 3 জুল

ব্যাখ্যা: $W = \vec{F}.\vec{r}$
$= (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}).(\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k})$
$= 2 + 9 - 8$
$= 3$ জুল

১০৩।



OABC ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল– [দি বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২৩; য. বো. ২৩]

ক $\frac{1}{\sqrt{2}}$ খ $\sqrt{2}$
গ 2 ঘ $2\sqrt{2}$

উত্তর: ঘ $2\sqrt{2}$

ব্যাখ্যা: $\overrightarrow{OA} = \hat{i} + \hat{j}$
$\therefore |\overrightarrow{OA}| = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$
$\overrightarrow{OC} = 2\hat{k}$
$\therefore |\overrightarrow{OC}| = 2$
$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= |\overrightarrow{OA}| \times |\overrightarrow{OC}|$
$= 2\sqrt{2}$ বর্গ একক

১০৪। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দ্বারা একটি সামান্তরিকের কর্ণদ্বয় নির্দিষ্ট হলে সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল কোনটি হবে? [দি. বো. ২২]

ক $\vec{A}.\vec{B}$ খ $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$
গ $\frac{1}{2}(\vec{A}.\vec{B})$ ঘ $|\vec{A} \times \vec{B}|$

উত্তর: খ $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০৫। $\vec{A} = 3\hat{i} + 6\hat{j}$ এর উপর লম্ব কোনটি? [কু. বো. ২২]

ক $3\hat{i} - 6\hat{j}$ খ $3\hat{i}$

গ $8\hat{k}$ ঘ $6\hat{j}$

উত্তর: গ $8\hat{k}$

ব্যাখ্যা: $(3\hat{i} + 6\hat{j}) \cdot (8\hat{k}) = 0$

১০৬। 4 একক ও 5 একক মানের দুটি ভেক্টর কোনো বিন্দুতে 60° কোণে ক্রিয়াশীল হলে স্কেলার গুণফল হবে– [ঢা. বো. ২১]

ক 0 একক খ 1 একক

গ 10 একক ঘ 100 একক

উত্তর: গ 10 একক

ব্যাখ্যা: $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\theta$

$= 4 \times 5 \cos 60°$

$= 10$ একক

১০৭। $(\hat{i} + \hat{j}) . \hat{k}$ এর মান হবে– [চ. বো. ১৯]

ক $\hat{i}$ খ $\hat{j}$

গ 0 ঘ 1

উত্তর: গ 0

১০৮। $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ হয় তবে $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ কত? [ম. বো. ২১]

ক $\frac{1}{\sqrt{3}}$ খ $\sqrt{3}$

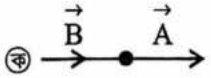
গ $2\sqrt{3}$ ঘ $\frac{2}{\sqrt{3}}$

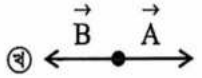
উত্তর: খ $\sqrt{3}$

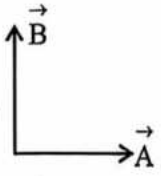
ব্যাখ্যা: $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ,

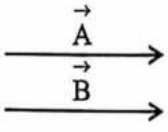
$$A\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{B} = \frac{2+2+2}{\sqrt{2^2+2^2+2^2}} = \frac{6}{2\sqrt{3}} = \sqrt{3}$$

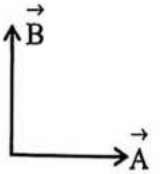
১০৯। $\vec{A}.\vec{B} = 0$ হলে নিচের কোন চিত্রটি সঠিক? [কু. বো. ২১]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: গ 

ব্যাখ্যা: $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90°। অর্থাৎ, $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos 0° = 0$

১১০। দুইটি ভেক্টর $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে এদের অন্তর্ভুক্ত কোণ কত?

ক 77° খ 78°

গ 79° ঘ 80°

উত্তর: গ 79°

ব্যাখ্যা: $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}.\vec{B}}{AB}\right)$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{12-6-2}{\sqrt{2^2+2^2+(-1)^2} \times \sqrt{6^2+(-3)^2+2^2}}\right)$$

$= 79°$

১১১। একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k})$N বল প্রয়োগ করায় কণাটির $\vec{r} = (\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$m সরণ ঘটে। $\vec{F}$ ও $\vec{r}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [চ. বো. ২১; য. বো. ১৫]

ক 48.19° খ 51.88°

গ 81.84° ঘ 84.53°

উত্তর: খ 51.88°

ব্যাখ্যা: $\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{F}.\vec{r}}{Fr}\right)$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{2+3-1}{\sqrt{2^2+3^2+(-1)^2} \times \sqrt{1^2+1^2+1^2}}\right)$$

$= 51.88°$

১১২। নিচের কোন ভেক্টরটি $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j}$ এর সমান্তরাল? [ব. বো. ২৪]

ক $\hat{i} + \hat{k}$ খ $\hat{j} + \hat{k}$

গ $2\hat{i} + 2\hat{j}$ ঘ $2\hat{i} + 2\hat{k}$

উত্তর: গ $2\hat{i} + 2\hat{j}$

ব্যাখ্যা: 'গ' অপশন এর ক্ষেত্রে,

$2\hat{i} + 2\hat{j} = 2(\hat{i} + \hat{j}) = 2\vec{A}$

$\therefore 2\hat{i} + 2\hat{j}$ ভেক্টরটি $\vec{A}$ এর সমান্তরাল।

এখানে অপশন যাচাই সহজ পদ্ধতি। কেননা $\hat{i} + \hat{j}$ এর সমান্তরাল হতে হলে ভেক্টরটি সংশ্লিষ্ট তলেই থাকতে হবে।

১১৩। কোনো সামন্তরিকের দুটি কর্ণ $\vec{A} = 4\hat{i} - 4\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$ দ্বারা নির্দেশ করা হলে এর ক্ষেত্রফল কত বর্গ একক? [য. বো. ২৪]

ক 26 খ 8

গ $2\sqrt{2}$ ঘ $\sqrt{2}$

উত্তর: ঘ $\sqrt{2}$

ব্যাখ্যা: $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & -4 & 2 \\ 3 & -3 & 1 \end{vmatrix} = 2\hat{i} + 2\hat{j}$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$

$= \frac{1}{2}\sqrt{2^2+2^2}$

$= \sqrt{2}$ বর্গ একক

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১৪। দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর স্কেলার গুণফল 18 এবং ভেক্টর গুণফলের মান $6\sqrt{3}$। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [রা. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২১]

ক 120° খ 90°
গ 60° ঘ 30°

উত্তর: ঘ 30°

ব্যাখ্যা: $AB\cos\theta = 18$

$AB\sin\theta = 6\sqrt{3}$

$\therefore \tan\theta = \frac{6\sqrt{3}}{18} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

$\therefore \theta = 30°$

১১৫। $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$ হলে, $-\hat{\eta}$ সমান কত হবে? [য. বো. ১৯]

ক $\frac{\vec{B}\times\vec{A}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$ খ $\frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{B}\times\vec{A}|}$
গ $\frac{|\vec{B}\times\vec{A}|}{\vec{A}\times\vec{B}}$ ঘ $\frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{\vec{B}\times\vec{A}}$

উত্তর: ক $\frac{\vec{B}\times\vec{A}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$

ব্যাখ্যা: $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$

$\therefore -\hat{\eta} = \frac{-(\vec{A}\times\vec{B})}{|\vec{A}\times\vec{B}|} = \frac{\vec{B}\times\vec{A}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$

১১৬। $|\vec{A}\times\vec{B}|^2 + |\vec{A}.\vec{B}|^2$ এর মান– [চ. বো. ২১]

ক $|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2$ খ $|\vec{A}|^2|\vec{B}|^2$
গ $|\vec{A}+\vec{B}|^2$ ঘ $|\vec{A}-\vec{B}|^2$

উত্তর: খ $|\vec{A}|^2|\vec{B}|^2$

ব্যাখ্যা: $|\vec{A}\times\vec{B}|^2 + |\vec{A}.\vec{B}|^2 = |\vec{A}|^2.|\vec{B}|^2.\sin^2\theta + |\vec{A}|^2.|\vec{B}|^2\cos^2\theta$
$= |\vec{A}|^2.|\vec{B}|^2$

১১৭। $\vec{A}\times\vec{B} = ?$ [ব. বো. ১৫]

ক $\hat{\eta}\,AB\cos\theta$ খ $AB\sin\theta$
গ $-\vec{B}\times\vec{A}$ ঘ $\vec{B}\times\vec{A}$

উত্তর: গ $-\vec{B}\times\vec{A}$

ব্যাখ্যা: ভেক্টর ক্রস গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে না।

অর্থাৎ $\vec{A}\times\vec{B} \neq \vec{B}\times\vec{A}$

১১৮। $|\vec{A}\times\vec{B}|^2$ = নিচের কোনটি? [রা. বো. ১৭]

ক $A^2B^2 - (\vec{A}.\vec{B})^2$ খ $A^2B^2 - 2\vec{A}.\vec{B}$
গ $A^2B^2 + 2AB\sin\theta$ ঘ $A^2B^2 + 2AB\cos\theta$

উত্তর: ক $A^2B^2 - (\vec{A}.\vec{B})^2$

ব্যাখ্যা: $|\vec{A}\times\vec{B}|^2 = (AB\sin\theta)^2$
$= A^2B^2(1-\cos^2\theta)$
$= A^2B^2 - A^2B^2\cos^2\theta$
$= A^2B^2 - (\vec{A}.\vec{B})^2$

১১৯। যদি $\vec{A} = -\vec{B}$ হয় তবে $\vec{A}\times\vec{B}$ এর মান হবে– [সি. বো. ১৬]

ক $-A^2$ খ 1
গ $-B^2$ ঘ 0

উত্তর: ঘ 0

ব্যাখ্যা: $|\vec{A}\times\vec{B}| = |-\vec{B}\times\vec{B}|$
$= B.B.\sin180° = 0$

১২০। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ কে সন্নিহিত বাহু ধরে অঙ্কিত ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল– [রা. বো. ১৬]

ক $\vec{A}.\vec{B}$ খ $|\vec{A}\times\vec{B}|$
গ $\frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$ ঘ $\frac{1}{2}(\vec{A}.\vec{B})$

উত্তর: গ $\frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$

১২১। ভেক্টর $\vec{P}$ ধনাত্মক X অক্ষ বরাবর অবস্থিত। অন্য একটি ভেক্টর $\vec{Q}$ এমনভাবে অবস্থিত যেন $\vec{P}\times\vec{Q}$ এর মান শূন্য হয়। তাহলে $\vec{Q}$ হতে পারে– [য. বো. ২১]

ক $\hat{j}$ খ $-2\hat{i}$
গ $4\hat{k}$ ঘ $(\hat{j}+\hat{k})$

উত্তর: খ $-2\hat{i}$

ব্যাখ্যা: $|\vec{P}\times\vec{Q}| = 0$ হওয়ার জন্য $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 0° বা 180° হতে হবে।

অপশন খ এর ক্ষেত্রে, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ উভয়ই X-অক্ষ বরাবর ক্রিয়াশীল।

১২২। $\vec{A} = 5\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}$; $\vec{B} = 15\hat{i} + m\hat{j} + 9\hat{k}$; m এর মান কত হলে $\vec{A} \parallel \vec{B}$ হবে? [চ. বো. ২১; অনুরূপ ঢা. বো. ১৯]

ক 15 খ –15
গ 16 ঘ –16

উত্তর: খ –15

ব্যাখ্যা: $\vec{A} \parallel \vec{B}$ হলে, $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$

$\Rightarrow \frac{5}{15} = \frac{-5}{m} = \frac{3}{9}$

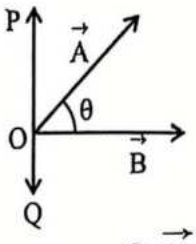
$\therefore m = -15$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২৩। চিত্রে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যে তলে আছে POQ সেই তলের উপর লম্ব। $\vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক– [কু. বো. ২১]



ক $\vec{OP}$ এর দিকে
খ $\vec{OQ}$ এর দিকে
গ $\vec{A}$ এর দিকে
ঘ $\vec{B}$ এর সমান্তরালে

উত্তর: খ $\vec{OQ}$ এর দিকে

ব্যাখ্যা: ডান হাতি স্ক্রু নিয়মানুসারে $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর দিক হবে $\vec{OQ}$ এর দিকে।

১২৪। নিচের কোন ভেক্টরটি X অক্ষের সমান্তরাল? [সি. বো. ১৫]

ক $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{i}$
খ $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{k}$
গ $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j}$
ঘ $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k}$

উত্তর: গ $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j}$

ব্যাখ্যা: ▪ $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{i} = \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$ ▪ $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{k} = \hat{k} \times \hat{k} = \vec{0}$
▪ $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$ ▪ $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k} = -\hat{i} \times \hat{k} = \hat{j}$

১২৫। $\{(\hat{i} + \hat{j}) \times (\hat{k} + \hat{j})\}.\hat{j}$ এর মান কত?

ক +1
খ –1
গ 0
ঘ $-\hat{j}$

উত্তর: খ –1

ব্যাখ্যা: $(\hat{i} + \hat{j}) \times (\hat{k} + \hat{j}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} = \hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$

$\therefore (\hat{i} - \hat{j} + \hat{k}).\hat{j} = -1$

১২৬। $|\vec{A} + \vec{B}| = 6$ এবং $\vec{A} \cdot \vec{B} = 12$ হলে $A^2 + B^2 =$ কত?

ক 6
খ 12
গ 18
ঘ 24

উত্তর: খ 12

ব্যাখ্যা: $|\vec{A} + \vec{B}| = 6$

$\Rightarrow \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha} = 6$

$\Rightarrow A^2 + B^2 + 2\vec{A} \cdot \vec{B} = 36$

$\therefore A^2 + B^2 = 36 - (2 \times 12) = 12$

১২৭। $|\vec{a} \times \vec{b}|^2 + |\vec{a} \cdot \vec{b}|^2 = 144$; $|\vec{a}| = 3$ হলে $|\vec{b}| = ?$

ক 16
খ 8
গ 3
ঘ 4

উত্তর: ঘ 4

ব্যাখ্যা: $|\vec{a} \times \vec{b}|^2 + |\vec{a} \cdot \vec{b}|^2 = 144$

$\Rightarrow a^2b^2\sin^2\theta + a^2b^2\cos^2\theta = 144$

$\Rightarrow ab = 12$

$\therefore b = 4$

১২৮। $\vec{P} = 2\hat{i} - 3\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 2\hat{i} - \hat{j} - 3\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় সমতলীয় হলে তলটির উলম্ব দিকে ভেক্টর রাশি কোনটি হবে?

ক $-8\hat{i} + 4\hat{j} + 4\hat{k}$
খ $8\hat{i} + 4\hat{j} + 4\hat{k}$
গ $8\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k}$
ঘ $8\hat{i} + 4\hat{j} - 4\hat{k}$

উত্তর: খ $8\hat{i} + 4\hat{j} + 4\hat{k}$

ব্যাখ্যা: $\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & -3 & -1 \\ 2 & -1 & -3 \end{vmatrix} = 8\hat{i} + 4\hat{j} + 4\hat{k}$

১২৯। $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ ভেক্টরত্রয়ের ক্ষেত্রে $\vec{A}.\vec{B} = \vec{A}.\vec{C} = 0$ হলে $\vec{A}$ এর সমান্তরাল কোনটি?

ক $\vec{B}$
খ $\vec{B} + \vec{C}$
গ $\vec{C}$
ঘ $\vec{B} \times \vec{C}$

উত্তর: ঘ $\vec{B} \times \vec{C}$

ব্যাখ্যা: $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ উভয়ের উপর লম্ব।

$\therefore \vec{A} \parallel (\vec{B} \times \vec{C})$

১৩০। $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j}, \vec{B} = \hat{k}, \vec{C} = \hat{i} - \hat{j}$ ভেক্টর তিনটির ক্ষেত্রে, [চ. বো. ২৩]

(i) $\vec{A}$ ও $\vec{C}$ একই রেখায় অবস্থিত
(ii) $\vec{B}$ ও $\vec{C}$ পরস্পর লম্ব
(iii) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ অঘূর্ণনশীল

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii
খ i ও iii
গ ii ও iii
ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: i. $\vec{A} \times \vec{C} = -2\hat{k} \neq 0$
ii. $\vec{B}.\vec{C} = 0$
iii. $\vec{\nabla} \times \vec{A} = \vec{0}$
$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \vec{0}$

১৩১। $\vec{M} = 3\hat{j} - 2\hat{k}$ এর উপর লম্ব হচ্ছে– [ব. বো. ২৩]

(i) $4\hat{i}$
(ii) $2\hat{j}$
(iii) $(2\hat{j} + 3\hat{k})$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii
খ i ও iii
গ ii ও iii
ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: (i) $(3\hat{j} - 2\hat{k}).(4\hat{i}) = 0$
(ii) $(3\hat{j} - 2\hat{k}).(2\hat{j}) = 6$
(iii) $(3\hat{j} - 2\hat{k}).(2\hat{j} + 3\hat{k}) = 6 - 6 = 0$

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৩২। দুটি সদৃশ ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যদি একই সময়ে একই বিন্দুতে ক্রিয়া করে তাহলে– [রা. বো. ১৯]

(i) $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$

(ii) $\vec{A} \times \vec{B} = 0$

(iii) $|\vec{A} + \vec{B}| = A + B$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও ii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: সদৃশ ও একই বিন্দুতে ক্রিয়া করায় $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সমান্তরাল ও সমরৈখিক।

$\therefore \vec{A} \times \vec{B} = \vec{0}$

$\therefore |\vec{A} + \vec{B}| = A + B$

১৩৩। দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণফল সম্পর্কে বলা যায়– [রা. বো. ১৯]

(i) ক্রস গুণফল একটি ভেক্টর রাশি

(ii) ক্রস গুণফলের দিক ভেক্টরদ্বয় যে সমতলে তার লম্ব বরাবর

(iii) ক্রস গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: ক্রস গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে না।

$\therefore \vec{A} \times \vec{B} \neq \vec{B} \times \vec{A}$

১৩৪। আয়ত একক ভেক্টরের ক্ষেত্রে– [দি. বো. ১৫]

(i) $\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{k} \cdot \hat{i} = 0$

(ii) $\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1$

(iii) $\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা:

i. $\hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{k} \cdot \hat{i}$
$= 1 \times 1 \times \cos 90°$
$= 0$

ii. $\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k}$
$= 1 \times 1 \times \cos 0°$
$= 1$

iii. $\hat{i} \times \hat{i} = \hat{j} \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{k}$
$= 1 \times 1 \times \sin 0°$
$= 0$

১৩৫। ভেক্টরের স্কেলার গুণন মেনে চলে– [ব. বো. ২২; চ. বো. ২১]

(i) বিনিময় সূত্র

(ii) বন্টন সূত্র

(iii) সংযোগ সূত্র

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: বিনিময় সূত্র: $\vec{A}.\vec{B} = \vec{B}.\vec{A}$

বন্টন সূত্র: $\vec{A}.(\vec{B} + \vec{C}) = \vec{A}.\vec{B} + \vec{A}.\vec{C}$

স্কেলার গুণন সংযোগ সূত্র মেনে চলে না।

১৩৬। ত্রিমাত্রিক স্থানে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমান্তরাল ভেক্টর হলে– [রা. বো. ২১]

(i) $\vec{P} \cdot \vec{Q} = 0$

(ii) $\vec{P} \times \vec{Q} = 0$

(iii) $\frac{P_x}{Q_x} = \frac{P_y}{Q_y} = \frac{P_z}{Q_z}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ সমান্তরাল হলে,

(i) $\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos 0° = PQ$

(ii) $\vec{P} \times \vec{Q} = \vec{0}$

(iii) $\frac{P_x}{Q_x} = \frac{P_y}{Q_y} = \frac{P_z}{Q_z}$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১৩৭ ও ১৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি দেয়াল ঘড়ি পশ্চিম দেয়ালে টাঙানো আছে। যদি ঘন্টার কাটাকে $\vec{P}$ এবং মিনিটের কাটাকে $\vec{Q}$ দ্বারা নির্দেশ করা হয়, তাহলে–

১৩৭। ১২টা ১৫ মিনিটে $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর দিক হবে– [ঢা. বো. ২৪]

ক পূর্ব দিকে খ পশ্চিম দিকে

গ উত্তর দিকে ঘ দক্ষিণ দিকে

উত্তর: খ পশ্চিম দিকে

ব্যাখ্যা: ডান হাতি স্ক্রু নিয়মানুসারে, $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর দিক হবে পশ্চিম দিক বরাবর।

১৩৮। ঘড়িতে যখন ১২টা বাজে ঐ মুহূর্তে– [ঢা. বো. ২৪]

ক $\vec{P} \times \vec{Q} = 0$ খ $\vec{P}.\vec{Q} = 0$

গ $|\vec{P} \times \vec{Q}| = PQ$ ঘ $|\vec{P} \times \vec{Q}| = -PQ$

উত্তর: ক $\vec{P} \times \vec{Q} = 0$

ব্যাখ্যা: 12 টা বাজলে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 0°।

$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = \vec{0}$

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ভেক্টর ক্যালকুলাস

১৩৯। নিচের কোনটির মাধ্যমে স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্র পাওয়া যায়? [মা. বো. ২২; ব. বো. ১৬]

ক গ্রেডিয়েন্ট খ ডাইভারজেন্স
গ কার্ল ঘ ত্রিগুণন

উত্তর: ক গ্রেডিয়েন্ট

ব্যাখ্যা: স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্রে উত্তরণের কৌশলই হচ্ছে স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় করা।

১৪০। কোনটি স্কেলার রাশি? [সি. বো. ২২]

ক গ্রেডিয়েন্ট খ ডাইভারজেন্স
গ কার্ল ঘ সরণ

উত্তর: খ ডাইভারজেন্স

ব্যাখ্যা: ডাইভারজেন্সের মাধ্যমে একটি ভেক্টর ক্ষেত্রকে স্কেলার ক্ষেত্রে রূপান্তর করা যায়।

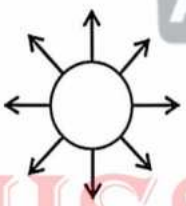
১৪১। কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স হলো– [ব. বো. ১৯]

ক ভেক্টর ক্ষেত্র খ স্কেলার ক্ষেত্র
গ ঐ ভেক্টরের নতিমাত্রা ঘ অঘূর্ণনশীল

উত্তর: খ স্কেলার ক্ষেত্র

ব্যাখ্যা: ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স একটি স্কেলার ক্ষেত্র, যা দ্বারা ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি জানা যায়।

১৪২। [ঢা. বো. ১৬]



চিত্রটি একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স হলে কোনটি সঠিক?

ক $\vec{\nabla} \times \vec{v} = 0$ খ $\vec{\nabla} . \vec{v} = 0$
গ $\vec{\nabla} . \vec{v}$ = '+' ve ঘ $\vec{\nabla} . \vec{v}$ = '–' ve

উত্তর: গ $\vec{\nabla} . \vec{v}$ = '+' ve

ব্যাখ্যা: চিত্রে ক্ষেত্রটির আয়তন বৃদ্ধি পাচ্ছে।

$\therefore \vec{\nabla} . \vec{v} = +ve$

১৪৩। ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং বল ভেক্টর $\vec{F} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে টর্ক $\vec{\tau}$ নির্ণয় কর–

ক $-2\hat{i} + 2\hat{k}$ খ $2\hat{i} - 2\hat{j}$
গ $2\hat{i} - 2\hat{k}$ ঘ $2\hat{i} + 2\hat{k}$

উত্তর: ক $-2\hat{i} + 2\hat{k}$

ব্যাখ্যা: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 2 \\ 2 & 4 & 2 \end{vmatrix} = -2\hat{i} + 2\hat{k}$$

১৪৪। যদি $\hat{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}$ তবে $\vec{\nabla} . \hat{r}$ কত? [কু. বো. ১৯]

ক 1 খ 2
গ 3 ঘ 4

উত্তর: খ 2

ব্যাখ্যা: $\vec{\nabla} . \vec{r} = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right) . \left(x\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}\right) = 1 + 1 = 2$

১৪৫। $\vec{A} = (px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হবে যদি p = ? [ব. বো. ১৭; অনুরূপ চ. বো. ১৭; য. বো. ১৬; কু বো. ১৫]

ক 2 খ 4
গ 3 ঘ –4

উত্তর: ঘ –4

ব্যাখ্যা: $\vec{\nabla} . \vec{A} = 0$

$$\Rightarrow \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right) . \left\{(px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}\right\} = 0$$

$\Rightarrow p + 1 + 3 = 0$

$\therefore p = -4$

১৪৬। যদি $Q(x, y) = 3x^2y$ হয়, তবে (1, –2) বিন্দুতে $\vec{\nabla}Q$ নির্ণয় কর। [সি. বো. ১৬]

ক $-6\hat{i} - 3\hat{j}$ খ $-12\hat{i} + 3\hat{j}$
গ $3\hat{i} + 6\hat{j}$ ঘ $6\hat{i} - 12\hat{j}$

উত্তর: খ $-12\hat{i} + 3\hat{j}$

ব্যাখ্যা: $\vec{\nabla}Q = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)(3x^2y) = 6xy\hat{i} + 3x^2\hat{j}$

(1, –2) বিন্দুতে $\vec{\nabla}Q = -12\hat{i} + 3\hat{j}$

১৪৭। $\phi = 2x^3y^2z^4$ হলে (1, 1, 1) বিন্দুতে গ্রেডিয়েন্ট কত?

ক $6\hat{i} + 4\hat{j} + 8\hat{k}$ খ $2\hat{i} + 4\hat{j} + 8\hat{k}$
গ $8\hat{i} + 4\hat{j} + 6\hat{k}$ ঘ $6\hat{i} + 8\hat{j} + 4\hat{k}$

উত্তর: ক $6\hat{i} + 4\hat{j} + 8\hat{k}$

ব্যাখ্যা: $\vec{\nabla}\phi = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)(2x^3y^2z^4)$

$= 6x^2y^2z^4\hat{i} + 4x^3yz^4\hat{j} + 8x^3y^2z^3\hat{k}$

(1, 1, 1) বিন্দুতে, $\vec{\nabla}\phi = 6\hat{i} + 4\hat{j} + 8\hat{k}$

১৪৮। ভেক্টর ফাংশন $\vec{A} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ এর ডাইভারজেন্স এবং কার্ল যথাক্রমে–

ক 0 ও $\vec{3}$ খ 3 ও $\vec{0}$
গ 3 ও $\vec{3}$ ঘ 0 ও $\vec{0}$

উত্তর: খ 3 ও $\vec{0}$

ব্যাখ্যা: $\vec{\nabla} . \vec{A} = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right) . \left(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}\right) = 1 + 1 + 1 = 3$

$$\vec{\nabla} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x & y & z \end{vmatrix} = \vec{0}$$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৪৯। যদি $\vec{A}$ একটি ভেক্টর ক্ষেত্র হয় তবে $\vec{\nabla}.(\vec{\nabla} \times \vec{A})$ এর মান কত? [রা. বো. ২৪]

ক 3 খ 2
গ 1 ঘ 0

উত্তর: ঘ 0

ব্যাখ্যা: কোনো ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য হয়।

$\therefore \vec{\nabla}.(\vec{\nabla} \times \vec{A}) = 0$

১৫০। একটি বস্তু কণার গতির সমীকরণ, $x = A + Bt^2$, দ্বারা বর্ণনা করা যায়। (যেখানে $A = 2.8, B = 2.1$)। $t_1 = 3s$ হতে $t_2 = 5s$ সময়ের মধ্যে গড় ত্বরণ কত?

ক 4.2 একক খ 4.0 একক
গ 3.5 একক ঘ 3.0 একক

উত্তর: ক 4.2 একক

ব্যাখ্যা: $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(A + Bt^2) = 2Bt$

$\therefore a = \frac{d}{dt}(2Bt) = 2B$ যা একটি ধ্রুবক

$\therefore$ গড় ত্বরণ, $\bar{a} = \frac{a_1 + a_2}{2} = \frac{2B + 2B}{2} = 2 \times 2.1 = 4.2$ একক

১৫১। $\vec{\nabla} . \vec{V} = 0$ হলে– [কু. বো. ১৬]

(i) কোনো পদার্থে আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয়
(ii) তল অসংকোচনীয় হয়
(iii) ভেক্টর ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

১৫২। কার্ল অব $\vec{A}$ বলতে বুঝায়–

(i) কোনো বিন্দুর চারদিকে $\vec{A}$ এর সর্বোচ্চ ঘূর্ণন
(ii) $\vec{\nabla} \times \vec{A}$
(iii) $\vec{A}$ এর সর্বোচ্চ বৃদ্ধির হার

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও iii খ i ও ii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও ii

১৫৩। $\vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) = 0$ এর অর্থ হলো– [সি. বো. ২৩]

(i) $[\vec{A}\ \vec{B}\ \vec{C}] = 0$
(ii) $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ ভেক্টরত্রয় একই সমতলে অবস্থিত
(iii) $(\vec{B} \times \vec{C})$ ভেক্টরটি, $\vec{A}$ এর উপর লম্ব

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

১৫৪। $\vec{\nabla} \times \vec{A} = 0$ হলে– [ঢা. বো. ২৪]

(i) $\vec{A}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি অঘূর্ণনশীল
(ii) $\vec{A}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি সংরক্ষণশীল
(iii) $\vec{A}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: $\vec{\nabla} \times \vec{A} = 0$ হলে $\vec{A}$ ক্ষেত্রটি সংরক্ষণশীল ও অঘূর্ণনশীল হয়।

১৫৫। ব্যবকলন অপারেটর কার্যকর–

(i) স্কেলার রাশির ক্ষেত্রে
(ii) ভেক্টর রাশির ক্ষেত্রে
(iii) সকল ভৌত রাশির ক্ষেত্রে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: যে গাণিতিক চিহ্নের দ্বারা একটি রাশিকে অন্য রাশিতে রূপান্তর করা যায় বা পরিবর্তনশীল রাশির ব্যাখ্যা দেওয়া যায় তাকে অপারেটর বলে। অন্তরীকরণ অপারেটর ভেক্টর ও স্কেলার উভয়ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

❖ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো গতিশীল কণার কোনো মুহূর্তের অবস্থান ভেক্টর,

$\vec{r} = \hat{i}\cos 5t + \hat{j}\sin 5t$

১৫৬। কণার তাৎক্ষণিক বেগ $\vec{v}$ হবে– [ঢা. বো. ১৫]

ক $5(\hat{j}\cos 5t - \hat{i}\sin 5t)$
খ $(\hat{j}\cos 5t - \hat{i}\sin 5t)$
গ $5(\hat{i}\cos 5t + \hat{j}\sin 5t)$
ঘ $(\hat{j}\cos 5t + \hat{i}\sin 5t)$

উত্তর: ক $5(\hat{j}\cos 5t - \hat{i}\sin 5t)$

ব্যাখ্যা: $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}(\hat{i}\cos 5t + \hat{j}\sin 5t)$

$= (-5\sin 5t)\hat{i} + (5\cos 5t)\hat{j}$

$= 5(\hat{j}\cos 5t - \hat{i}\sin 5t)$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। স্রোতযুক্ত নদীতে একটি নৌকা স্রোতের দিকের সাথে 60° কোণে 10 ms^{-1} বেগে চলছে। নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকার নিজের বেগের উপাংশ কত?
ক 5 ms^{-1} খ $5\sqrt{3}$ ms^{-1} গ $10\sqrt{3}$ ms^{-1} ঘ 10 ms^{-1}

২। $3\hat{i} - 4\hat{j} + 6\hat{k}$ এর লম্ব ভেক্টর কোনটি?
ক $-3\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k}$ খ $-4\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$
গ $4\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ ঘ $-4\hat{i} - 3\hat{j} - 4\hat{k}$

৩। $7\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$ এবং $15\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় কোনো সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করলে, উক্ত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল–
ক 50.381 বর্গ একক খ 34.785 বর্গ একক
গ 17.302 বর্গ একক ঘ 42.375 বর্গ একক

৪। কোনো ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু এবং পাদবিন্দু একই হলে ভেক্টরটি হবে–
ক স্বাধীন ভেক্টর খ বিপরীত ভেক্টর
গ সমরেখ ভেক্টর ঘ নাল ভেক্টর

৫। $\vec{A} = 3\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$ ভেক্টরটি ঋণাত্মক y-অক্ষের সাথে কত কোণ তৈরি করবে?
ক $\cos^{-1}\left(\frac{3}{\sqrt{22}}\right)$ খ $-\cos^{-1}\left(\frac{3}{\sqrt{22}}\right)$
গ $2\pi - \cos^{-1}\left(\frac{3}{\sqrt{22}}\right)$ ঘ $\pi - \cos^{-1}\left(\frac{3}{\sqrt{22}}\right)$

৬। m এর মান কত হলে $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$ ও $\vec{B} = 3\hat{i} + m\hat{j} + 6\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সদৃশ হবে?
ক $\frac{13}{5}$ খ $\frac{3}{5}$ গ $\frac{9}{2}$ ঘ $\frac{19}{6}$

৭। $\vec{A} = 2xyz^3\hat{j} - x^2y\hat{k}$ হলে (1, 1, 1) বিন্দুতে $\vec{\nabla}.\vec{A}$ এর মান কত?
ক 2 খ –2 গ 1 ঘ –1

৮। নদীতে স্রোতের বেগ 12 ms^{-1} এবং সাতারুর বেগ 15 ms^{-1}। সর্বনিম্ন কত সময়ে সাতারু নদী পার হতে পারবে? [নদীর প্রস্থ = 0.5 km]
ক 33.33 min খ 0.033 s গ 33.33 s ঘ কোনোটিই নয়

৯। কোনটি z অক্ষের সমান্তরাল?
ক $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{i}$ খ $(\hat{i} + \hat{j}) \times \hat{k}$
গ $\hat{i} \times (\hat{k} \times \hat{i})$ ঘ $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k}$

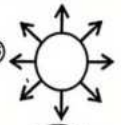
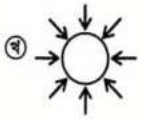
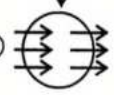
১০। দুটি বলের লব্ধির মান 80 N। বল দুটির মধ্যে ছোট বলটির মান 60 N এবং এটি লব্ধি বলের লম্ব বরাবর ক্রিয়া করে। বড় বলটির মান?
ক 80 N খ 100 N
গ 70N ঘ কোনোটিই নয়

১১। একজন ব্যক্তি অনুভূমিক রাস্তায় ঘন্টায় 6 km বেগে হাটছে। তার কাছে মনে হচ্ছে বৃষ্টি উলম্বভাবে ঘন্টায় 6 km বেগে পড়ছে। বৃষ্টির প্রকৃত বেগ কত?
ক $2\sqrt{2}$ km/hr খ 4 km/hr
গ $6\sqrt{2}$ km/hr ঘ $6\sqrt{6}$ km/hr

১২। দুটি ভেক্টর রাশির ডট এবং ক্রস গুণফলের মান সমান হলে ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ–
ক 0° খ 60° গ 45° ঘ 90°

১৩। পৃথিবীর ঘূর্ণন অক্ষের সমান্তরাল দক্ষিণ থেকে উত্তর দিকে একটি ভেক্টর $\vec{A}$ এবং তোমার অবস্থানে অনুভূমিকের সাথে লম্বভাবে উপরের দিকে একটি ভেক্টর $\vec{B}$। $\vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক কোন দিকে হবে?
ক পূর্ব দিকে খ নিচের দিকে গ পশ্চিম দিকে ঘ উপরের দিকে

১৪। কোনটি স্কেলার রাশি?
ক বলের ভ্রামক খ কৌণিক ভরবেগ
গ কেন্দ্রমুখী বল ঘ জড়তার ভ্রামক

১৫। নিচের কোনটি $\vec{\nabla}.\vec{V} = 0$ কে প্রকাশ করে?
ক  খ 
গ  ঘ কোনোটিই নয়

১৬। $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} + 6\hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}$, $\vec{C} = -8\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$ দ্বারা কোনো ঘনবস্তুর তিনটি ধার নির্দেশ করলে সেই ঘনবস্তুর আয়তন?
ক 187 $unit^3$ খ 189 $unit^3$ গ 191 $unit^3$ ঘ 193 $unit^3$

১৭। কোনো গতিশীল বস্তুর অবস্থান ভেক্টর $\vec{r}$, সময় t এর উপর নির্ভর করলে–
i. t হলো স্বাধীন চলক
ii. $\vec{r}$ হলো অধীন চলক
iii. $\vec{r}$ হলো t এর অপেক্ষক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

@AdmissionStuffs

১৮। কোনো ভেক্টর R কে যদি দুটি পরস্পর লম্ব উপাংশে বিভাজিত করা হয় তাহলে R-এর সাথে–
i. α কোণে উপাংশের মান $X = R\cos\alpha$
ii. $(90° - \alpha)$ কোণে উপাংশের মান $Y = R\sin\alpha$
iii. β কোণে উপাংশের মান $Y = R\sin\beta$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৯। $\phi = 2x^3y^2z^4$ হলে (1, 1, 1) বিন্দুতে গ্রেডিয়েন্ট কত?
ক $6\hat{i} + 4\hat{j} + 8\hat{k}$ খ $2\hat{i} + 4\hat{j} + 8\hat{k}$
গ $8\hat{i} + 4\hat{j} + 6\hat{k}$ ঘ $6\hat{i} + 8\hat{j} + 4\hat{k}$

২০। 30 N মানের একটি বল Y অক্ষ বরাবর ক্রিয়া করলে Z অক্ষ বরাবর এর উপাংশ–
ক 30 N খ 0 N গ 15 N ঘ $5\sqrt{3}$ N

২১। P ও Q এর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে (3, 2 –1) ও (3, –4, 5) হলে PQ এর মান কত?
ক $\sqrt{20}$ খ $3\sqrt{2}$ গ $2\sqrt{6}$ ঘ $6\sqrt{2}$

২২। ভেক্টর $\vec{A}$ ধনাত্মক x-অক্ষ বরাবর অবস্থিত। অন্য একটি ভেক্টর $\vec{B}$ এমনভাবে অবস্থিত যেন $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান শূন্য হয়। তাহলে $\vec{B}$ হতে পারে–
ক $4\hat{j}$ খ $-4\hat{i}$ গ $-(\hat{i} + \hat{j})$ ঘ $\hat{j} + \hat{k}$

২৩। কোনটি ভেক্টরের বিনিময় সূত্র?
ক $\vec{P}(\vec{Q} + \vec{R}) = \vec{P}.\vec{Q} + \vec{P}.\vec{R}$ খ $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}$
গ $(\vec{P} + \vec{Q}) + \vec{R} = \vec{P} + (\vec{Q} + \vec{R})$ ঘ $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{P} - \vec{Q}$

❖ উদ্দীপকের আলোকে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
12 ms^{-1} বেগে প্রবাহিত নদীতে 24 ms^{-1} বেগে সাঁতার কাটতে সক্ষম সাঁতারু 3.6 km প্রশস্ত নদীতে সাঁতার কাটছে।

২৪। সর্বনিম্ন কত সময়ে সাঁতারু নদী পাড়ি দিয়ে অপর পাড়ে পৌছাতে পারবে?
ক 100s খ 200 s গ 300 s ঘ 400 s

২৫। সর্বনিম্ন পথে নদী পাড়ি দিতে স্রোতের সাথে কত কোণে সাঁতার কাটতে হবে?
ক 60° খ 90° গ 120° ঘ 150°

উত্তরপত্র	১	খ	২	খ	৩	খ	৪	ঘ	৫	ঘ	৬	গ	৭	ক	৮	গ	৯	গ	১০	খ	১১	গ	১২	গ
১৩	ক	১৪	ঘ	১৫	গ	১৬	খ	১৭	ঘ	১৮	ক	১৯	ক	২০	খ	২১	ঘ	২২	খ	২৩	খ	২৪	গ	২৫	গ

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

চতুর্থ অধ্যায়

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা
Newtonian Mechanics

Board Questions Analysis

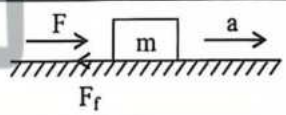
সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	১	১	১	১	১	২	১	১	১
২০২৩	২	২	২	২	১	১	১	১	২
২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	৫	৫	৫	৪	৪	৫	৪	৫	৩
২০২৩	৬	৪	২	৭	৬	৪	৪	৪	৩
২০২২	৩	৫	৫	৩	৭	৩	৩	৭	৭

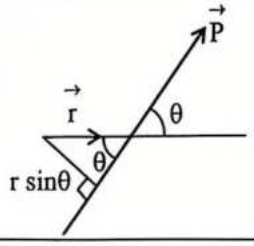
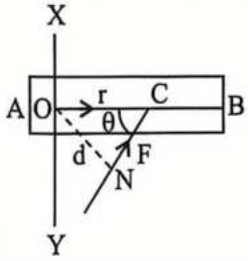
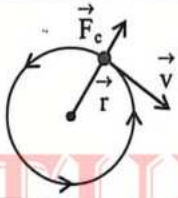
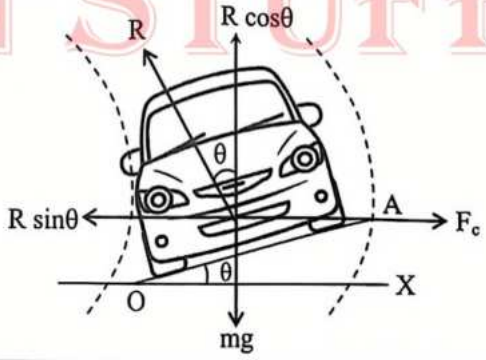
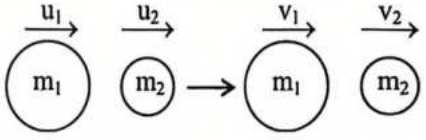
গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ নিউটনের গতির ২য় সূত্র: • $\sum F = ma$ • $F - F_f = ma$	
■ বলের ঘাত: • $F \times t = m(v - u)$	বলের ঘাত = বল × সময় = ভরবেগের পরিবর্তন
■ রকেট সংক্রান্ত: • প্রযুক্ত বল, $F = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)v_r$ • তাৎক্ষণিক ত্বরণ, $a = \frac{F}{M} = \frac{1}{M}\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)v_r$ • লব্ধি বল, $F' = F - mg = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)v_r - mg$ • পৃথিবীর সাপেক্ষে রকেটের ত্বরণ, $a' = \frac{1}{M}\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)v_r - g$ [Δt সময়ে ভরবেগের পরিবর্তন = রকেটের ওপর প্রযুক্ত বলের ঘাত; $\frac{\Delta m}{\Delta t}$ = জ্বালানি ব্যয়ের হার]	
■ কৌণিক বেগ: • $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi N}{t} = 2\pi f$ • $\omega = \frac{v}{r}$ • $\omega = \omega_0 + \alpha t$	ω = কৌণিক বেগ T = পর্যায়কাল f = কম্পাঙ্ক N = ঘূর্ণন সংখ্যা t = সময়

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ কৌণিক ত্বরণ: • $\alpha = \frac{\omega}{t}$ • $\alpha = \frac{a}{r}$	α = কৌণিক ত্বরণ r = বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ
■ কৌণিক ভরবেগ: • $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ • $L = rP\sin\theta$ • $L = mvr = m\omega r^2$ [$\theta = 90°$ হলে] • $L = I\omega$	
■ কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র: • $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$	কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত টর্ক শূন্য হলে, বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।
■ ঘূর্ণন শক্তি বা কৌণিক গতিশক্তি: • $E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$	সরলরৈখিক ঘূর্ণনরত বস্তুর মোট শক্তি = রৈখিক গতিশক্তি + ঘূর্ণন গতিশক্তি $= \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2$
■ টর্ক: • $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ • $\tau = rF\sin\theta$ • $\tau = I\alpha$	
■ কেন্দ্রমুখী বল এবং কেন্দ্রবিমুখী বল: • $F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$	
■ রাস্তার ব্যাংকিং: • $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$ • $\mu = \frac{v^2}{rg}$ • $\sin\theta = \frac{h}{d}$ θ = ব্যাংকিং কোণ v = গাড়ির বেগ r = বাঁকের ব্যাসার্ধ μ = গাড়ির চাকা এবং রাস্তার মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক d = রাস্তার প্রস্থ h = রাস্তার ভেতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্তের উচ্চতা	
■ সংঘর্ষ: ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতি: • $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ • $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$ [যেখানে, v = মিলিত বেগ] স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে: $\frac{1}{2} m_1u_1^2 + \frac{1}{2} m_2u_2^2 = \frac{1}{2} m_1v_1^2 + \frac{1}{2} m_2v_2^2$	 স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে ভরবেগের সাথে সাথে গতিশক্তিও সংরক্ষিত থাকে।

ADMISSION STUFFS

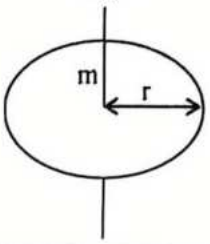
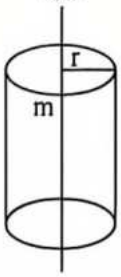
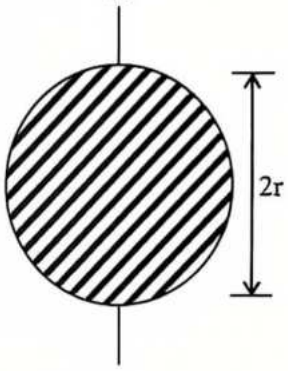
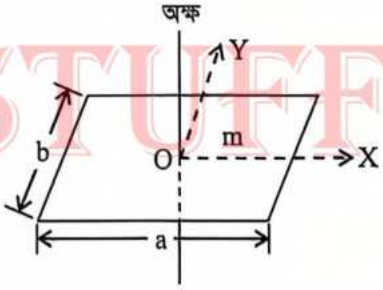
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ **স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে শেষবেগ নির্ণয়:** • $v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right) u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right) u_2$ • $v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right) u_2 + \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right) u_1$	u_1 = সংঘর্ষের পূর্বে ১ম বস্তুর বেগ u_2 = সংঘর্ষের পূর্বে ২য় বস্তুর বেগ v_1 = সংঘর্ষের পরে ১ম বস্তুর বেগ v_2 = সংঘর্ষের পরে ২য় বস্তুর বেগ
■ **ঘর্ষণ:** **স্থিতি ঘর্ষণের ক্ষেত্রে** • $\mu_s = \frac{f_s}{R}$ • $\mu_s = \tan\lambda$ **গতীয় ঘর্ষণের ক্ষেত্রে:** • $\mu_k = \frac{f_k}{R}$	μ_s = স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক f_s = স্থিতি ঘর্ষণের সীমান্তিক মান R = অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া μ_k = গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক f_k = গতীয় ঘর্ষণ বল
■ **লিফট সংক্রান্ত:** • লিফট a ত্বরণে উপরে উঠার ক্ষেত্রে, $R = m(g + a)$ • লিফট a ত্বরণে নিচের নামার ক্ষেত্রে, $R = m(g - a)$ • লিফট যখন স্থির বা সমবেগে গতিশীল, $R = mg$ • লিফট যখন অবাধে নিচে নামে, $R = 0$	R = প্রতিক্রিয়া বল
■ **জড়তার ভ্রামক:** • $I = \Sigma mr^2 = \int r^2 dm$ • লম্ব অক্ষ উপপাদ্য অনুসারে, $I_z = I_x + I_y$ • সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য অনুসারে, $I = I_G + Mh^2$	
■ **চক্রগতির ব্যাসার্ধ:** • $K = \sqrt{\frac{I}{M}}$	এখানে, I = জড়তার ভ্রামক M = ভর
■ **ঘূর্ণন অক্ষের অবস্থান অনুযায়ী জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ:** • সুষম সরু দণ্ডের ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে, ➢ $I = \frac{ml^2}{12}$ ➢ $K = \frac{l}{\sqrt{12}}$	
• সুষম সরু দণ্ডের প্রান্তবিন্দুগামী লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে ➢ $I = \frac{ml^2}{3}$ ➢ $K = \frac{l}{\sqrt{3}}$	

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
• পাতলা বৃত্তাকার চাকতির ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে, ➤ $I = \frac{mr^2}{2}$ ➤ $K = \frac{r}{\sqrt{2}}$	অক্ষ 
• নিরেট সিলিন্ডারের নিজ অক্ষের সাপেক্ষে, ➤ $I = \frac{mr^2}{2}$ ➤ $K = \frac{r}{\sqrt{2}}$	অক্ষ 
• নিরেট গোলকের যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে, ➤ $I = \frac{2}{5}mr^2$ ➤ $K = \sqrt{\frac{2}{5}}\,r$ • ফাঁপা গোলকের যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে, ➤ $I = \frac{2}{3}mr^2$ ➤ $K = \sqrt{\frac{2}{3}}\,r$	অক্ষ 
• আয়তাকার পাতের ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে, ➤ $I = \frac{m(a^2+b^2)}{12}$ ➤ $K = \sqrt{\frac{(a^2+b^2)}{12}}$	অক্ষ 

ADMISSION STUFFS

একক রূপান্তর

- 1N = 10^5 dyne
- 1 ton = 1 metric ton = 1000 kg = 2240 /b
- 1 /b = 0.4536 kg
- 1 ft = 0.3048 m
- 1 inch = 2.54 cm
- 1 rpm = $\frac{2\pi}{60}$ rads^{-1} = $\frac{\pi}{30}$ rads^{-1}

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ বান্দরবানের পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে সুমন 200 kg ভরের একটি গাড়ি $60\ kmh^{-1}$ বেগে চালাচ্ছে। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 150 m। ঐ স্থানে রাস্তাটি 4 m চওড়া এবং ভিতরের কিনারা থেকে বাইরের কিনারা 0.5 m উঁচু।

(ক) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ। [ঢা. বো. ২৪; য. বো., দি. বো. ২১]

(খ) কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর জড়তার ভ্রামক $15\ kgm^2$ বলতে কী বুঝায়? [ঢা. বো. ২৪; রা. বো. ১৭]

(গ) গাড়িটির কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২৪; ম. বো. ২১]

(ঘ) সুমন রাস্তার বাঁকটিতে নিরাপদে গাড়িটি চালাতে পারবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তর দাও। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২৪; ম. বো. ২৩, ২১; ঢা. বো. ২২; সি. বো. ২১; সম্মিলিত বো. ১৮; রা. বো. ১৭]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না অর্থাৎ ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে, একেই ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র বলে।

খ একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারিদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ওই অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

অর্থাৎ, জড়তার ভ্রামক, $I = \sum_{i=1}^{n} m_i r_i^2$

কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর জড়তার ভ্রামক $15\ kgm^2$ বলতে বুঝায়, বস্তুটির নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টি $15\ kgm^2$। অন্যভাবে, বস্তুটিতে $1\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে বস্তুটির উপর 15 Nm টর্ক প্রয়োগ করতে হবে।

গ আমরা জানি,

কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r}$

$= \frac{200 \times (16.67)^2}{150}$

$= 370.52\ N$

দেওয়া আছে,

গাড়ির বেগ, $v = 60\ kmh^{-1}$

$= 16.67\ ms^{-1}$

ভর, $m = 200\ kg$

বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 150\ m$

সুতরাং, গাড়িটির কেন্দ্রমুখী বল 370.52 N **(Ans.)**

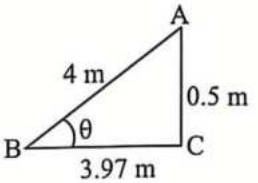
ঘ ধরি, সর্বোচ্চ v_M বেগে গাড়িটি গতিশীল হলে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে।

আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v^2}{gr}$

$\Rightarrow \frac{0.5}{3.97} = \frac{v_M^2}{150 \times 9.8}$

$\therefore v_M = 13.60\ ms^{-1}$



প্রশ্নমতে, গাড়িটির বেগ, $v = 16.67\ ms^{-1}$

$\therefore v_M < v$

সুতরাং, সুমন রাস্তার বাঁকটিতে নিরাপদে গাড়িটি চালাতে পারবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২ একজন সার্কাসের খেলোয়াড় 60 cm দীর্ঘ সুতার একপ্রান্তে 80 g ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে উলম্বতলে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরাচ্ছেন। পরে তিনি সুতার দৈর্ঘ্য 10% কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 5% বৃদ্ধি করে বস্তুটিকে অনুভূমিক তলে ঘুরাতে থাকেন।

(ক) টর্ক কী? [রা. বো. ২৪; য. বো. ২৩, ১৯; চ. বো., কু. বো., ম. বো. ২২; সি. বো. ২১, ১৭; সম্মিলিত বো. ১৮]

(খ) ঘোড়ার গাড়ি কীভাবে গতিপ্রাপ্ত হয়? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

(গ) বস্তুটি যখন উলম্ব তলের সর্বোচ্চ বিন্দুতে অবস্থান করে তখন সুতার টান নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪]

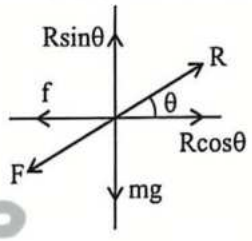
(ঘ) উলম্বতলে ও অনুভূমিকতলে ঘুরানোর সময় বস্তুর কৌণিক ভরবেগ সমান হবে না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ২৪]

সমাধান:

ক কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টির জন্য প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামককে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে।

খ গাড়িকে সামনে নেয়ার জন্য ঘোড়া মাটিতে তীর্যকভাবে F বল প্রয়োগ করে। এ বলের প্রতিক্রিয়াস্বরূপ মাটি ঘোড়ার উপর R বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলকে উলম্ব ও অনুভূমিক উপাংশে বিভক্ত করা যায়। প্রতিক্রিয়া বলের উলম্ব উপাংশ ঘোড়ার ওজনকে প্রশমিত করে। অপরদিকে প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক উপাংশ ঘোড়াসহ গাড়িটিকে সামনে নিয়ে যেতে সাহায্য করে। এক্ষেত্রে ঘোড়ার গাড়ির উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বল গাড়িটিকে সামনে যেতে বাধা দেয়।

$\therefore R\cos\theta > f$ হলে ঘোড়া গাড়িসমেত সামনে যেতে পারবে।

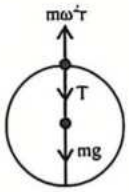


গ কৌণিক বেগ,

$\omega = 120\ rpm$

$= \frac{2\pi \times 120}{60}\ rads^{-1}$

$= 4\pi\ rads^{-1}$



উলম্ব তলের সর্বোচ্চ বিন্দুতে,

$T + mg = m\omega^2 r$

$\Rightarrow T = m\omega^2 r - mg$

$= 0.08 \times (4\pi)^2 \times 0.6 - 0.08 \times 9.8 = 6.8\ N$

দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর, $m = 0.08\ kg$

কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্ব, $r = 0.6\ m$

সুতরাং, উলম্ব তলের সর্বোচ্চ বিন্দুতে সুতার টান 6.8 N। **(Ans.)**

ঘ উলম্বতলে ঘুরানোর ক্ষেত্রে,

কৌণিক ভরবেগ, $L_1 = I\omega$

$\Rightarrow L_1 = mr^2\omega$

$= 0.08 \times 0.6^2 \times 4\pi$

$= 0.362\ kgm^2s^{-1}$

দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর, $m = 0.08\ kg$

কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্ব, $r = 0.6\ m$

কৌণিক বেগ, $\omega = 4\pi\ rads^{-1}$

অনুভূমিক তলে ঘুরানোর ক্ষেত্রে, সুতার নতুন দৈর্ঘ্য, $r_2 = (r - 10\%\ r)$

$= 0.9 \times 0.6 = 0.54\ m$

নতুন কৌণিক বেগ, $\omega_2 = (\omega + 5\%\ \omega)$

$= 1.05 \times 4\pi$

$= 4.2\pi\ rads^{-1}$

$\therefore$ কৌণিক ভরবেগ, $L_2 = I_2\omega_2$

$\Rightarrow L_2 = mr_2^2\omega_2 = 0.08 \times 0.54^2 \times 4.2\pi = 0.308\ kgm^2s^{-1}$

$\therefore L_1 \neq L_2$

সুতরাং, উলম্বতলে ও অনুভূমিক তলে ঘুরানো সময় বস্তুর কৌণিক ভরবেগ সমান হবে না। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩ কোনো চাকার ভর 10 kg এবং ব্যাসার্ধ 0.5 m। চাকার ঘূর্ণন বেগ 500 rpm। চাকাটিতে ঘূর্ণনরত অবস্থায় 6855 Nm বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করা হল।

(ক) চক্রগতির ব্যাসার্ধ কী? [য. বো. ২৪; কু. বো., সি. বো., ম. বো. ২৩; ব. বো. ২২, ১৭; চ. বো. ২১]

(খ) উলম্ব বৃত্তাকার তলে পানিভর্তি বালতিকে ঘুরালে পানি পড়ে না কেন? [য. বো. ২৪]

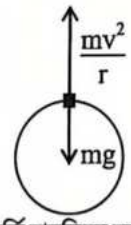
(গ) চাকার ঘূর্ণন গতিশক্তি কত? [য. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২২]

(ঘ) চাকাটি 10 সেকেন্ডে থামবে কি না? যাচাই কর। [য. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২২; কু. বো., দি. বো. ২১]

সমাধান:

ক যদি কোনো দৃঢ় বস্তুর মোট ভর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত আছে মনে করা হয় এবং ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে ঐ বিন্দু ভরের জড়তার ভ্রামক সমগ্র বস্তুটির জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তবে অক্ষ হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলা হয়।

খ



উলম্ব বৃত্তাকার তলে পানিভর্তি বালতিকে ঘুরালে সর্বোচ্চ বিন্দুতে পানি না পড়লে,

$\Rightarrow mg = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow v = \sqrt{gr}$

অর্থাৎ বালতিকে সর্বনিম্ন $\sqrt{gr}$ বেগে ঘুরালে, পানির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বলের মান পানির ওজনের সমান হয়। এর ফলে পানির উপর ক্রিয়াশীল লব্ধি বল শূন্য হয় এবং বালতি হতে পানি নিচে পড়ে না। আবার বালতিকে $\sqrt{gr}$ অপেক্ষা অধিক বেগে ঘুরানো হলে ও কেন্দ্রবিমুখী বল ওজন অপেক্ষা বেশি হবে এবং টান সহ্য করার সাপেক্ষে বালতির পানি নিচে পড়বে না।

গ আমরা জানি,
ঘূর্ণন গতিশক্তি,

$E = \frac{1}{2} I\omega_i^2 = \frac{1}{2} \times mr^2 \times \omega_i^2$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 0.5^2 \times 52.36^2$

$= 3427 \text{ J}$

দেওয়া আছে,
চাকার আদি ঘূর্ণন বেগ,

$\Rightarrow \omega_i = 500 \text{ rpm}$

$= \frac{2\pi \times 500}{60} \text{ rads}^{-1}$

$= 52.36 \text{ rads}^{-1}$

সুতরাং, চাকার ঘূর্ণন গতিশক্তি 3427 J। **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,
চাকার আদি কৌণিক বেগ, $\omega_i = 52.36 \text{ rads}^{-1}$
আমরা জানি,

$\Rightarrow \tau = I\alpha$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{\tau}{mr^2} = \frac{6855}{10 \times 0.5^2} = 2742 \text{ rads}^{-2}$

এখন,

$\Rightarrow \omega_f = \omega_i - \alpha t$

$\Rightarrow t = \frac{52.36}{2742}$

$= 0.02\text{s} < 10\text{s}$

সুতরাং চাকাটি 10s এর পূর্বেই থেমে যাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৪ একটি রাস্তার প্রস্থ 3.65 m এবং বাঁকের ব্যাসার্ধ 170 m। একটি সতর্কতা বোর্ডে গাড়ির সর্বোচ্চ গতিসীমার 30 kmh^{-1} নির্দেশিত আছে। একজন বাইক চালক উক্ত বাঁকে 60 kmh^{-1} বেগে মোটর বাইক চালাতে ইচ্ছুক। ($g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$)

(ক) জড়তার ভ্রামক কাকে বলে? [চ. বো., কু. বো. সি. বো. ২৪; রা. বো. ২৩; চ. বো. ১৯]

(খ) একটি স্প্রিং এর বল ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে কী বুঝ? [চ. বো. ২৪]

(গ) রাস্তার ভিতর অপেক্ষা বাহিরের অংশের উচ্চতা নির্ণয় কর। [চ. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৩]

(ঘ) বাইক চালক তাৎক্ষণিকভাবে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করলে নিরাপদে বাঁক অতিক্রম করতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [চ. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো., ম. বো. ২২; ঢা. বো., য. বো., চ. বো. ২১; সি. বো. ১৭]

সমাধান:

ক একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলে।

খ কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে একক সরণ ঘটাতে স্প্রিং-এর সরণের বিপরীতে যে বাহ্যিক বলের প্রয়োগ হয় তাকে স্প্রিং ধ্রুবক বা বল ধ্রুবক বলে।
অর্থাৎ, $F = -kx$
এখন, বল ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে বুঝায় স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে একক সরণ ঘটাতে 2200 N বাহ্যিক বল প্রয়োগ করতে হবে।

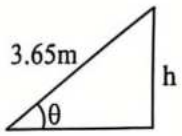
গ আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{8.33^2}{170 \times 9.81}\right)$

$= \tan^{-1}(0.04164)$

$= 2.3844°$



দেওয়া আছে,
গাড়ির সর্বোচ্চ গতিসীমা,
$v = 30 \text{ kmh}^{-1} = 8.33 \text{ ms}^{-1}$
রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 170 \text{ m}$
রাস্তার প্রস্থ, $d = 3.65 \text{ m}$

এখন, $\sin\theta = \frac{h}{3.65}$

$\Rightarrow h = \sin(2.3844°) \times 3.65$

$= 0.1518 \text{ m} = 15.18 \text{ cm}$

সুতরাং, রাস্তার ভিতর অপেক্ষা বাহিরের অংশের উচ্চতা 15.18 cm। **(Ans.)**

ঘ ধরি, যদি রাস্তায় ব্যাংকিং না থাকতো তবে বাইক চালককে উলম্বের সাথে θ কোণে হেলে থাকতে হতো।

$\therefore \tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{16.67^2}{170 \times 9.81}\right)$

$\therefore \theta = 9.46°$

দেওয়া আছে,
বাইকের বেগ, $v = 60 \text{ kmh}^{-1}$
$= 16.67 \text{ ms}^{-1}$

'গ' হতে পাই, রাস্তার ব্যাংকিং কোণ $\theta_s = 2.3844°$

$\therefore$ রাস্তার ব্যাংকিং এর কারণে মোটর বাইক চালক ইতিমধ্যে উলম্বের সাথে $\theta_s = 2.3844°$ কোণে হেলে আছেন।

অতএব, তাকে অতিরিক্ত হেলতে হবে $= \theta - \theta_s$

$= 9.46° - 2.3844°$

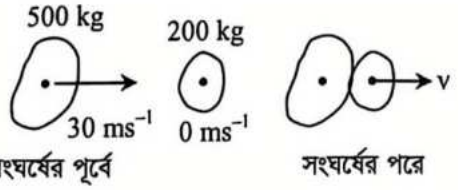
$= 7.0756°$

সুতরাং, বাইক চালক তাৎক্ষণিকভাবে উলম্বের সাথে 7.0756° কোণে হেলে পড়লে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবেন। **(Ans.)**

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৫



(ক) ঘূর্ণন অক্ষ কাকে বলে?

(খ) দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে বল পিছনে ফিরে আসে কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো., সি. বো. ২৪; কু. বো. ২১]

(গ) উপরের চিত্রের 'v' এর মান নির্ণয় কর। [কু. বো., সি. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২৩; ব. বো. ১৯; য. বো. ১৭; রা. বো. ১৬]

(ঘ) সংঘর্ষটি কি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো., সি. বো ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২৩; চ. বো. ২২; ব. বো. ১৯; রা. বো. ১৬]

সমাধান:

ক ঘূর্ণনশীল কোনো বস্তুর প্রত্যেকটি কণার বৃত্তাকার গতির কেন্দ্রগুলো যে সরলরেখায় অবস্থিত তাকে ঘূর্ণন অক্ষ বলে।

খ প্রতিক্রিয়া বলের কারণে দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে বল পিছনে ফিরে আসে।
নিউটনের তৃতীয় সূত্রের মতে, প্রতিটি ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। বল দেয়ালে আঘাত করার সময় দেওয়ালের উপর F বল প্রয়োগ করে। নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে দেয়াল একই পরিমাণ বল বলটির উপর প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলের মান F_1 হলে, $F = -F_1$। প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হওয়ায় বলটি ধাক্কা খেয়ে আবার পিছনে ফিরে আসে।

গ দেওয়া আছে,
১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 500$ kg
আদিবেগ, $u_1 = 30$ ms^{-1}
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 200$ kg
আবিবেগ, $u_2 = 0$ ms^{-1}

ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা হতে,
$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\, v$
$\Rightarrow 500 \times 30 + 200 \times 0 = (500 + 200) \times v$
$\therefore v = 21.428$ ms^{-1}
সুতরাং, v এর মান 21.428 ms^{-1} **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, বস্তু দুটির মিলিত বেগ 21.428 ms^{-1}
সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি,

$$E_1 = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$$
$$= \frac{1}{2} \times 500 \times 30^2 + \frac{1}{2} \times 200 \times 0^2$$
$$= 225 \text{ kJ}$$

সংঘর্ষের পর মোট শক্তি,

$$E_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\, v^2$$
$$= \frac{1}{2} \times (500 + 200) \times 21.428^2$$
$$= 160.706 \text{ kJ}$$

$\therefore E_1 \neq E_2$
অর্থাৎ, সংঘর্ষে গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না। সুতরাং সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬ 0.5 kg ভরের কোনো বস্তুকে 80 cm লম্বা একটি সুতার সাহায্যে অনুভূমিক বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে সমকৌণিক ত্বরণে ঘুরতে আরম্ভ করে 2 মিনিট পর থেকে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরছে।

(ক) কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? [ব. বো., সি. বো. ২৪; কু. বো. ২১]

(খ) ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার কারণে কোনো বস্তুর সাম্যাবস্থার সৃষ্টি হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪]

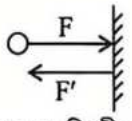
(গ) 2 মিনিট পর বস্তুটির ওপর কী পরিমাণ টর্ক ক্রিয়া করছে তার মান নির্ণয় কর। [ব. বো. ২৪]

(ঘ) বস্তুর ওপর টানের মান যদি পূর্বের টানের তিনগুণ করা হয় তাহলে কৌণিক বেগের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ব. বো. ২৪]

সমাধান:

ক ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

খ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর প্রযুক্ত হওয়ায় এরা সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে না।



প্রতিটি ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। একটি বল দেয়ালে আঘাত করার সময় দেয়ালের উপর F বল প্রয়োগ করে, এ বলের প্রতিক্রিয়া স্বরূপ দেয়াল বলটির উপর F′ বল প্রয়োগ করে, যেখানে F′ = F। অর্থাৎ ক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয় দেয়ালের উপর এবং প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয়ে বলটির উপর। দুটি বল দ্বারা সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হতে হলে তাদের অবশ্যই একটি বস্তুর উপর ক্রিয়া করতে হবে, এক্ষেত্রে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল সমান মান ও বিপরীতমুখী হলেও তারা দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। তাই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি সম্ভব না।

গ বস্তুটির 2 min পর কৌণিক বেগ,

$$\omega_f = 120 \text{ rev min}^{-1} = \frac{2\pi \times 120}{60} \text{ rads}^{-1} = 12.566 \text{ rads}^{-1}$$

$$\therefore \text{কৌণিক ত্বরণ, } \alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t} = \frac{12.566 - 0}{2 \times 60} = 0.1047 \text{ rads}^{-2}$$

টর্ক, $\tau = I\alpha = mr^2\alpha = 0.5 \times (0.8)^2 \times 0.1047 = 0.0335$ Nm
$\therefore$ 2 min পর বস্তুটির উপর 0.0335 Nm টর্ক ক্রিয়া করছে। **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,
অনুভূমিকভাবে বৃত্তাকার পথে ঘুরালে টানবল, $T = m\omega^2 r$

$\therefore T \propto \omega^2$ [$\because$ m, r ধ্রুবক]

$$\therefore \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \times \omega_1$$
$$= \sqrt{\frac{3T_1}{T_1}} \times 12.566 \quad [\because T_2 = 3T_1]$$
$$= 21.765 \text{ rads}^{-1}$$

$\therefore$ কৌণিক বেগের বৃদ্ধি = (21.765 – 12.566) rads^{-1} = 9.2 rads^{-1}
সুতরাং, বস্তুর উপর টানের মান যদি পূর্বের টানের তিনগুণ করা হয় তাহলে কৌণিক বেগ 9.2 rads^{-1} বৃদ্ধি পাবে। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
t.me/admission_stuffs
Rhombus Publications

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৭ রহিম 200 g ভরের একটি বস্তুকে সুতায় বেঁধে দুটি অবস্থান থেকে অনুভূমিকভাবে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। অবস্থান ভেক্টর দুটি যথাক্রমে $\vec{r_1} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$ m এবং $\vec{r_2} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k})$ m। উভয় ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বলের পরিমাণ $\vec{F_1} = (5\hat{i} + 4\hat{j} - 3\hat{k})$ N।

(ক) নিউটনের গতিসূত্রের সীমাবদ্ধতা লেখ।

(খ) রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু হয় কেন? [ম. বো. ২৪; ব. বো. ২১]

(গ) ১ম ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। [ম. বো. ২৪]

(ঘ) উদ্দীপকের দুটি অবস্থানে টর্ক সমান হবে কি না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

সমাধান:

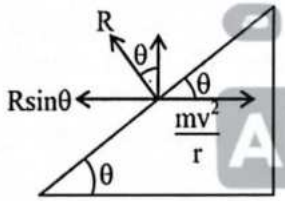
ক নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য হয় না–

i. ক্ষুদ্র ভর বিশিষ্ট কণার ক্ষেত্রে।

ii. বস্তুর ত্বরণ খুব কম ($< 10^{-10} ms^{-2}$) হলে।

iii. আলোর বেগের কাছাকাছি বেগ সম্পন্ন বস্তুর ক্ষেত্রে।

খ রাস্তায় বাঁক নিতে হলে কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয়। দ্রুতগামী গাড়ির ক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী বল যোগান না পেলে গাড়ি ছিটকে যেতে পারে। এজন্য রাস্তায় ব্যাংকিং করা হয়। অর্থাৎ রাস্তার বাহিরের প্রান্তকে ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা উঁচু করা হয়। এর ফলে প্রতিক্রিয়া বলের একটি উপাংশ গাড়িটির কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দিতে সক্ষম হয় এবং গাড়িটি নিরাপদে বাঁক নিতে পারে। চিত্রের প্রতিক্রিয়া বলের উপাংশ Rsinθ কেন্দ্রমুখী বলকে যোগান দেয়।



গ ঘূর্ণন পথের ব্যাসার্ধ,

$|\vec{r_1}| = \sqrt{3^2+2^2+1^2}$ m

$\Rightarrow |\vec{r_1}| = \sqrt{14}$ m

∴ কৌণিক ভরবেগ,

$L = I\omega = m|\vec{r_1}|^2 \omega$

$= 0.2 \times 14 \times 2\pi = 17.6$ kgm^{2}s^{-1}

দেওয়া আছে,

কৌণিক বেগ, $\omega = 60$ rpm

$= \frac{2\pi \times 60}{60}$ rads^{-1}

$= 2\pi$ rads^{-1}

সুতরাং, প্রথম ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ 17.6 kgm^{2}s^{-1} **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি, টর্ক, $\vec{\tau_1} = \vec{r} \times \vec{F}$

প্রথম ক্ষেত্রে,

$$\Rightarrow \vec{\tau_1} = \vec{r_1} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 2 & -1 \\ 5 & 4 & -3 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(-6+4) - \hat{j}(-9+5) + \hat{k}(12-10)$$

$\therefore \vec{\tau_1} = (-2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k})$ Nm

$|\vec{\tau_1}| = \sqrt{(-2)^2 + (4)^2 + (2)^2} = 4.90$ Nm

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,

$$\Rightarrow \vec{\tau_2} = \vec{r_2} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 2 & -3 \\ 5 & 4 & -3 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(-6+12) - \hat{j}(-12+15) + \hat{k}(16-10)$$

$\therefore \vec{\tau_2} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 6\hat{k}$ Nm

$|\vec{\tau_2}| = \sqrt{(6)^2 + (-3)^2 + (6)^2} = 9$ Nm

$\therefore \vec{\tau_1} \neq \vec{\tau_2}$

সুতরাং, উদ্দীপকের দুটি অবস্থানে টর্ক সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৮ 400 kg ভরের একটি গাড়ি 60 kmh^{-1} সমবেগে 10° কোণে নত তল বরাবর উপরে উঠে। [ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu = 0.3$ এবং $g = 9.8$ ms^{-2}]

(ক) ডাইভারজেন্স কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩]

(খ) একটি স্প্রিং-কে খণ্ডিত করলে এর স্প্রিং ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কি? ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২৩]

(গ) গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল বিরুদ্ধ বলের মান নির্ণয় করো। [ঢা. বো. ২৩]

(ঘ) গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত হলে গাড়িটি সমবেগে না চলে বরং ত্বরণ প্রাপ্ত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [ঢা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক ত্রিমাত্রিক ব্যবস্থায় কোনো অঞ্চলে একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের অবস্থান ভেক্টর, $\vec{P}(x, y, z) = P_1(x, y, z)\hat{i} + P_2(x, y, z)\hat{j} + P_3(x, y, z)\hat{k}$ হলে ডেল (V) অপারেটরের সাথে $\vec{P}$ এর স্কেলার গুণফলকে ঐ ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স বলে।

খ ধরি, প্রাথমিক অবস্থায় স্প্রিং এর প্রসারণে উদ্ভূত প্রত্যয়নী বল F এবং প্রসারণ x। এখন স্প্রিংটিকে $l_1 : l_2$ অনুপাতে খণ্ডিত করলে এদের প্রসারণ যথাক্রমে x_1 ও x_2

অর্থাৎ, $x = x_1 + x_2$ এবং $\frac{x_1}{x_2} = \frac{l_1}{l_2}$

$\Rightarrow \frac{x_1}{x_2} + 1 = \frac{l_1}{l_2} + 1$

$\Rightarrow \frac{x_1 + x_2}{x_2} = \frac{l_1 + l_2}{l_2}$

$\Rightarrow \frac{x}{x_2} = \frac{l_1 + l_2}{l_2}$

$\therefore x_2 = \frac{l_2}{l_1 + l_2} x$

অনুরূপভাবে, $x_1 = \frac{l_1}{l_1 + l_2} x$

এখন, $F = -kx = -k_1x_1 = -k_2x_2$

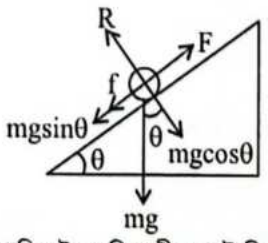
$\therefore k_1 = \frac{kx}{x_1}$ এবং $k_2 = \frac{kx}{x_2}$

$= k \cdot \frac{l_1 + l_2}{l_1}$ $= k \cdot \frac{l_1 + l_2}{l_2}$

এখানে, $\frac{l_1 + l_2}{l_1} > 0$ এবং $\frac{l_1 + l_2}{l_2} > 0$

সুতরাং একটি স্প্রিংকে খণ্ডিত করলে এর স্প্রিং ধ্রুবকের পরিবর্তন ঘটবে।

গ



দেওয়া আছে,

গাড়ির ভর, $m = 400$ kg

আনত কোণ, $\theta = 10°$

ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu = 0.3$

তল প্রতিক্রিয়া, $R = mg\cos\theta$

গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল মোট বিরুদ্ধ বল = $mg\sin\theta + f$

$= mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$

$= mg(\sin\theta + \mu\cos\theta)$

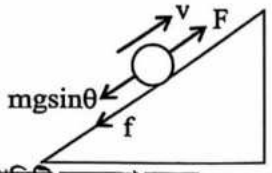
$= 400 \times 9.8(\sin 10° + 0.3 \times \cos 10°)$

$= 1838.83$ N **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ



গাড়িটি সমবেগে চললে,

$F - mg\sin\theta - f = 0$

$\Rightarrow F = mg\sin\theta + f$

$\therefore F = mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta$

$= 1838.83\ N$

বর্তমানে গাড়ির ইঞ্জিন কর্তৃক প্রযুক্ত ক্ষমতা,

$P = Fv$

$= 1838.83 \times \frac{60}{3.6}$

$= 30647.246\ W$

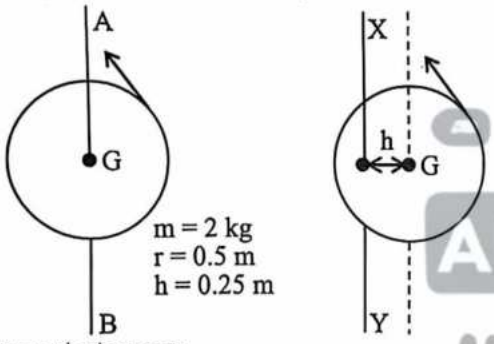
দেওয়া আছে,

গাড়ির বেগ, $v = 60\ kmh^{-1}$

$= \frac{60}{3.6}\ ms^{-1}$

$\therefore P > 30647.246\ W$ হলে গাড়িটি সমবেগে না চলে বরং ত্বরণ প্রাপ্ত হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৯ একটি বৃত্তাকার চাকতি এর তলের সাথে মধ্যবিন্দুগামী লম্ব অক্ষ AB সাপেক্ষে চিত্র-১ অনুযায়ী ঘুরছে। আবার চিত্র-২ অনুযায়ী চাকতিটির সাথে লম্বভাবে স্থাপিত XY অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে।



(ক) ভরবেগ কাকে বলে?

(খ) বৃত্তাকার পথে বাঁক পার হওয়ার সময় একজন সাইকেল আরোহী হেলে যায় কেন? [রা. বো. ২৩; চ. বো. ২২]

(গ) ১ম চিত্রে চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৩]

(ঘ) কোন অক্ষের সাপেক্ষে চাকতিটি ঘুরানো সহজ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। [রা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক বস্তুর ভর ও বেগের সমন্বয়ে বস্তুতে যে ধর্মের উদ্ভব হয় তাকে বস্তুর ভরবেগ বলে। ভরবেগ = ভর × বেগ।

খ আনুভূমিক রাস্তার বাঁক নিতে হলে বাঁকের স্থলে রাস্তার বাঁকের ভেতরের দিকে নিচু এবং বাইরের দিকে উঁচু করে রাস্তা ঢালু করা থাকে। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

একজন সাইকেল আরোহী বক্রপথে বাঁক নেওয়ার সময় বাঁকের কেন্দ্রের দিকে হেলে থাকতে হয়। কারণ বক্রপথে চলার সময় একটি কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয় যা সমতল রাস্তার চেয়ে অপেক্ষাকৃত কম। ফলে গতিশীল গাড়ি বা যানবাহন কেন্দ্রের বাইরে উল্টে পড়ে। তাই প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল জোগান জন্য এবং গতি জড়তাকে প্রশমিত করতে বক্রপথে ব্যাংকিং তথা রাস্তার বাঁকে ভেতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু করে তৈরি করার প্রয়োজন হয়।

গ আমরা জানি, $MK^2 = \frac{1}{2}Mr^2$

$\Rightarrow K = \frac{r}{\sqrt{2}} = \frac{0.5}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}\ m$ **(Ans.)**

ঘ চিত্র-১ এর জন্য জড়তার ভ্রামক, $I_1 = \frac{1}{2}mr^2$

$= \frac{1}{2}(0.5)^2 \times 2$

$= 0.25\ kgm^2$

চিত্র-2 এর জন্য, $I_2 = \frac{1}{2}mr^2 + mh^2$

$= 0.25 + 2 \times (0.25)^2$

$= 0.375\ kgm^2$

$\therefore I_2 > I_1$

তাই চিত্র-১ এর চাকতি ঘুরানো বেশি সহজ হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১০ 500 kg ভরের একটি গাড়ি 3900 J গতিশক্তি নিয়ে রাস্তায় চলছিল। হঠাৎ গাড়িটি 120 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তায় কোনো ব্যাংকিং ছিল না। রাস্তার ও গাড়ির চাকার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2।

(ক) জড়তা কাকে বলে?

(খ) একজন আরোহী লিফটে উপরে উঠার সময় নিজেকে ভারী মনে করে, ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]

(গ) রাস্তার বাঁকে গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী ত্বরণের মান নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩]

(ঘ) সর্বোচ্চ বেগ নিয়ে বাঁক অতিক্রম করতে হলে চালককে তার গাড়ির বেগে কী পরিমাণ পরিবর্তন করতে হবে– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো ২৩]

সমাধান:

ক কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার প্রবণতা বা ধর্মকে জড়তা বলে।

খ লিফটে উপরে ওঠার সময় লিফটির উপরের দিকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয়। ফলে লিফটের সাপেক্ষে আমাদের ত্বরণ g অপেক্ষা বেশি হয়। এ বর্ধিত ত্বরণের জন্য আমরা লিফটের উপর আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি বল প্রয়োগ করি। তখন লিফটও আমাদের উপর আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি মানের বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। ফলে লিফটে উপরে উঠার সময় নিজেকে ভারী মনে হয়।

গ আমরা জানি,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow 3900 = \frac{1}{2} \times 500 \times v^2$

$\therefore v = 3.95\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে,

গাড়ির ভর, $m = 500\ kg$

গতিশক্তি, $E_k = 3900\ J$

ব্যাসার্ধ, $r = 120\ m$

$\therefore$ কেন্দ্রবিমুখী ত্বরণ, $a_c = \frac{v^2}{r}$

$= \frac{3.95^2}{120}$

$= 0.13\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ সর্বোচ্চ বেগ নিয়ে অতিক্রম করতে চাইলে, রাস্তার ঘর্ষণ বল = F_c

$\Rightarrow \mu R = F_c$

$\Rightarrow \mu mg = \frac{mv_m^2}{r}$

$\Rightarrow v_m = \sqrt{\mu rg}$

$= \sqrt{0.2 \times 120 \times 9.8}$

$= 15.33\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে,

ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu = 0.2$

ব্যাসার্ধ, $r = 120\ m$

তলের প্রতিক্রিয়া, $R = mg$

$\therefore$ গাড়ির বেগ বৃদ্ধি করতে হবে $= (15.33 - 3.95)\ ms^{-1}$

$= 11.38\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১১ একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনের চারপার্শ্বে 5.2×10^{-10} m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 6.977×10^{5} ms^{-1} বেগে আবর্তন করছে। ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31} kg।

(ক) কৌণিক সরণ কাকে বলে?

(খ) "একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান কোনো দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামক সংখ্যাগতভাবে এর কৌণিক ভরবেগের সমান।"– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

(গ) উদ্দীপকের আলোকে ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ কত? [য. বো. ২৩; চ. বো. ১৫]

(ঘ) "উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি কক্ষপথে নিরাপদে ঘুরছে।"– উক্তিটি সঠিক কিনা তা যাচাই কর। [য. বো. ২৩]

সমাধান:

ক বৃত্তপথে ঘূর্ণায়মান একটি কণা একটি নির্দিষ্ট সময়ে বৃত্তের একটি নির্দিষ্ট চাপ পরিভ্রমণ করে। সেই চাপ কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে কৌণিক সরণ বলে।

খ আমরা জানি, ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এবং কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

অর্থাৎ, জড়তার ভ্রামক I, কৌণিক বেগ ω এবং কৌণিক ভরবেগ L হলে,

$L = I\omega$

এখন, একক সমকৌণিক বেগের ক্ষেত্রে, $\omega = 1$

$\therefore L = I \times 1 = I$

অতএব, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান।

গ দেওয়া আছে,

ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

বেগ, $v = 6.977 \times 10^{5}$ ms^{-1}

ব্যাসার্ধ, $r = 5.2 \times 10^{-10}$ m

কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$

$= 9.1 \times 10^{-31} \times 6.977 \times 10^{5} \times 5.2 \times 10^{-10}$

$= 3.3 \times 10^{-34}$ kgm^2s^{-1} **(Ans.)**

ঘ ইলেকট্রনের উপর কেন্দ্রমুখী বল,

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{9.1 \times 10^{-31} \times (6.977 \times 10^{5})^2}{5.2 \times 10^{-10}} = 8.52 \times 10^{-10} \text{ N}$$

আবার, প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎবল,

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{e^2}{r^2} = 9 \times 10^{9} \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.2 \times 10^{-10})^2} = 8.52 \times 10^{-10} \text{ N}$$

$\therefore F = F_c$

সুতরাং, উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি কক্ষপথে নিরাপদে ঘুরছে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১২ 5000 kg ভরের একটি বালুভর্তি ট্রাক ঘণ্টায় 72 km বেগে চলছে। ট্রাক হতে প্রতি সেকেন্ডে 200 g বালু ছিদ্র পথে পড়ে যাচ্ছে। ব্রেক চেপে 20 min পরে ট্রাকটিকে 20 m দূরত্বে থামানো হলো।

(ক) সমবৃত্তীয় গতি কী?

(খ) বালুর মধ্যদিয়ে গাড়ি চালাতে সমস্যা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২৩]

(গ) যাত্রা শুরুর 15 min পরে ট্রাকের বেগের মান বের করো। [চ. বো. ২৩]

(ঘ) ট্রাকটিকে থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় বলের মান হিসাব করা সম্ভব– বিশ্লেষণ করে দেখাও। [চ. বো. ২৩]

সমাধান:

ক সমকৌণিক বেগবিশিষ্ট গতিকে সমবৃত্তীয় গতি বলে।

খ যদি কেউ স্বাভাবিক সমতল রাস্তায় গাড়ি চালায় তাহলে গাড়ির চাকা রাস্তার উপরে ক্রিয়া বল প্রয়োগ করে এবং রাস্তারও প্রতিক্রিয়া গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে, ফলে গাড়িটি সামনে এগিয়ে চলতে পারে। কিন্তু যখন বালুর উপর গাড়ি চালানো হয় তখন গাড়ির চাকা বালুর উপরে বল ক্রিয়া করে বালুকে দেবে/ পিছিয়ে দেয়। ফলে প্রতিক্রিয়া বল কম হয় ও বালুর উপর গাড়ির চালাতে সমস্যা হয়।

গ 15 min পর বালিসহ ট্রাকের ভর,

$M' = 5000 - 180$

$= 4820$ kg

এখন, $Mu = M'v$

$\Rightarrow v = \frac{Mu}{M'}$

$= \frac{5000 \times 20}{4820}$

$= 20.75$ ms^{-1} **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

বালিসহ ট্রাকের ভর, $M = 5000$ kg

অপসারিত বালির ভর, $m = 0.2 \times 15 \times 60$

$= 180$ kg

ট্রাকের আদিবেগ, $u = 72$ kmh^{-1}

$= 20$ ms^{-1}

ঘ 20 min এ পড়ে যাওয়া বালুর পরিমাণ,

$m = 0.2 \times 20 \times 60 = 240$ kg

$\therefore$ 20 min পর ট্রাকের ভর, $M' = M - m$

$= 5000 - 240$

$= 4760$ kg

এখন, $Mu = M'v$

$\Rightarrow 5000 \times 20 = 4760\ v$

$\therefore v = 21.01$ ms^{-1}

ট্রাকটিকে 20 min পরে 20 m দূরত্বে থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় মন্দন a হলে,

$v^2 = u^2 - 2as$

$\Rightarrow 0 = (21.01)^2 - 2a \times 20$

$\therefore a = 11.04$ ms^{-2}

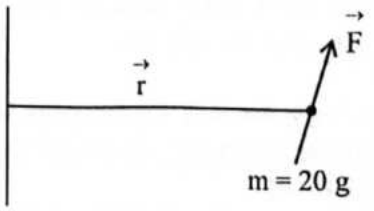
$\therefore$ ট্রাকটি থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় বল, $F = ma$

$= 4760 \times 11.04$

$= 52550.4$ N

সুতরাং ট্রাকটিকে থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় বল বের করা সম্ভব। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৩



ঘূর্ণনরত বস্তুর ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r} = \left(2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}\right)$ m এবং বল, $\vec{F} = \left(\hat{i} + 4\hat{j} - 3\hat{k}\right)$ N। বস্তুটি শুরুতে 200 rpm এ ঘুরছিল। অতঃপর উক্ত বল 3 s ব্যাপী প্রয়োগ করা হল।

(ক) সংঘর্ষ কাকে বলে? [য. বো. ২৩]

(খ) গতিশীল লিফটে বস্তুর কার্যকর ওজনের তারতম্য ব্যাখ্যা করো। [য. বো. ২৩]

(গ) বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্কের মান বের কর। [য. বো. ২৩; অনুরূপ ঢা. বো. ১৯]

(ঘ) বল প্রয়োগের পূর্বের ও পরের পর্যায়কাল তুলনা করো। [য. বো. ২৩]

সমাধান:

ক অতি অল্প সময়ের জন্য বৃহৎ কোনো বল ক্রিয়া করে বস্তুর গতির হঠাৎ ও ব্যাপক পরিবর্তন করাকে সংঘর্ষ বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ m ভরবিশিষ্ট একজন লোক যখন একটি গতিশীল লিফটের মেঝের উপর দাঁড়িয়ে থাকে, তখন তার দেহের ওজনের জন্য মেঝের উপর একটি নিম্নমুখী বল mg ক্রিয়া করে এবং মেঝে লোকটির উপর একটি ঊর্ধ্বমুখী প্রতিক্রিয়া বল R প্রয়োগ করে।

লিফটের সম্ভাব্য বিভিন্ন ত্বরণ a এর জন্য আপাত ওজন অর্থাৎ প্রতিক্রিয়া বল নিম্নরূপে নির্ণয় করা হল–

i. লিফট যখন a ত্বরণ নিয়ে ওঠে তখন, $R = m(g + a)$ হয়। যা লোকের ওজন mg অপেক্ষা বেশি, তাই লোকটি তখন নিজেকে অপেক্ষাকৃত ভারী অনুভব করে।

ii. লিফট যখন a ত্বরণ নিয়ে নিচে নামে তখন $R = m(g - a)$ হয়। যা লোকটির ওজন mg অপেক্ষা কম। তাই লোকটি নিজেকে অপেক্ষাকৃত হালকা মনে করে।

iii. লিফটের তার ছিঁড়ে লিফটি অবাধে নিজের দিকে পড়তে থাকলে লিফটের নিম্নমুখী ত্বরণ $a = g$ হয়। তাই তখন $R = 0$ হয়ে যায়, ফলে লোকটি নিজেকে সম্পূর্ণ ওজনহীন মনে করে।

গ আমরা জানি,

টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

$\Rightarrow \vec{\tau} = \left(2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}\right) \times \left(\hat{i} + 4\hat{j} - 3\hat{k}\right)$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & -1 \\ 1 & 4 & -3 \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}(-6 + 4) - \hat{j}(-6 + 1) + \hat{k}(8 - 2)$

$= -2\hat{i} + 5\hat{j} + 6\hat{k}$ Nm

$\therefore |\vec{\tau}| = \sqrt{2^2 + 5^2 + 6^2} = 8.06$ Nm **(Ans.)**

ঘ বল প্রয়োগের পূর্বে,

$\omega_i = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 200}{60} = 20.944 \text{ rads}^{-1}$

$\therefore T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = \frac{2\pi}{20.944} = 0.3 \text{ s}$

বল প্রয়োগের পরে,

$\tau = I\alpha$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{\tau}{mr^2} = \frac{8.06}{20 \times 10^{-3} \times (2^2 + 2^2 + 1^2)} = 44.778 \text{ rads}^{-2}$

$\therefore \omega_f = \omega_i + \alpha t = 20.944 + 44.778 \times 3 = 155.278 \text{ rads}^{-1}$

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T_f = \frac{2\pi}{\omega_f} = 0.04 \text{ s} < T_i$

সুতরাং বল প্রয়োগের পরে পর্যায়কাল হ্রাস পাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৪ 3 ms^{-1} বেগে 2 kg ভরের একটি বস্তু 0.5 kg ভরের অন্য একটি স্থির বস্তুর সঙ্গে সোজাসুজি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

(ক) নিশ্চল কোণ কী? [ব. বো. ২৩]

(খ) রৈখিক ভরবেগের নিত্যতার নীতিতে দিকের গুরুত্ব আছে কি না? আলোচনা কর। [ব. বো. ২৩]

(গ) সংঘর্ষের পর স্থির বস্তুর শেষ বেগ কত? নির্ণয় কর। [ব. বো. ২৩]

(ঘ) উদ্দীপকের গতিশীল বস্তুর ভর স্থির বস্তুর ভরের তুলনায় অনেক বেশি হলে সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের পরিণতি কী হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ব. বো. ২৩]

সমাধান:

ক অনুভূমিকের সাথে আনত কোনো তলের যে কোণের জন্য আনত তলের উপর অবস্থিত স্থির কোনো বস্তু গতিশীল হওয়ার উপক্রম হয় তাকে নিশ্চল কোণ বলে।

খ কোনো বস্তুর ভর এবং রৈখিক বেগের গুণফলকে বস্তুটির রৈখিক ভরবেগ বলে। রৈখিক ভরবেগ একটি ভেক্টর রাশি।

আমরা জানি, রৈখিক ভরবেগ $\vec{P} = m\vec{v}$। যেহেতু ভরবেগ $\vec{P}$ একটি ভেক্টর রাশি, তাই $\vec{P}$ সংরক্ষিত হওয়ার অর্থ হচ্ছে এর মান ও দিক উভয়ই অপরিবর্তিত থাকবে। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র অনুসারে সংঘর্ষের পূর্বে ব্যবস্থার ভরবেগের ভেক্টর সমষ্টি আর সংঘর্ষের পরে ব্যবস্থার ভরবেগের ভেক্টর সমষ্টি সর্বদা সমান থাকে। তাই রৈখিক ভরবেগের নিত্যতার নীতিতে দিকের গুরুত্ব রয়েছে।

গ আমরা জানি,

$$v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}\right) u_2 + \left(\frac{2m_1}{m_2 + m_1}\right) u_1$$

$$= \frac{0.5 - 2}{0.5 + 2} \times 0 + \frac{2 \times 2}{0.5 + 2} \times 3$$

$= 4.8 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 2$ kg
১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 3 \text{ ms}^{-1}$
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 0.5$ kg
২য় বস্তুর বেগ, $u_2 = 0$

ঘ যখন, $m_1 >> m_2$ হয় তখন,

$m_1 - m_2 \approx m_1$

$m_1 + m_2 \approx m_1$

যদি $m_1 >> m_2$ হয় তবে,

$$v_1 = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right) u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2$$

$= \frac{m_1}{m_1} \times u_1 + 0 \quad [\because u_2 = 0]$

$= u_1 = 3 \text{ ms}^{-1}$

$$v_2 = \left(\frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1}\right) u_2 + \frac{2m_1}{m_2 + m_1} u_1$$

$$= 0 + \frac{2m_1}{m_1} \times u_1$$

$= 2u_1 = 2 \times 3 = 6 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং, গতিশীল বস্তুটি আদিবেগেই চলবে। কিন্তু স্থির বস্তুটি গতিশীল বস্তুর দ্বিগুণ বেগ প্রাপ্ত হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৫ P ও Q দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে 0.025 kg ও 0.05 kg। P ও Q গোলকদ্বয়কে 2টি পৃথক সুতার সাহায্যে বেঁধে যথাক্রমে 0.909 m ও 0.709 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আনুভূমিকভাবে মিনিটে 30 বার ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ 0.275 N বল সহ্য করতে পারে।

(ক) কৌণিক বেগ কাকে বলে?

(খ) রাস্তার ব্যাংকিং এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২; চ. বো. ১৭; ঢা. বো. ১৬]

(গ) P গোলকের কৌণিক ভরবেগ কত? [কু. বো. ২২]

(ঘ) P ও Q গোলকের সুতার মধ্যে কোন সুতাটি ছিঁড়ে যাবে? গাণিতিভাবে বিশ্লেষণপূর্বক যুক্তি দাও। [কু. বো. ২২]

সমাধান:

ক সময়ের সাথে কৌণিক সরণের পরিবর্তনের হারকে কৌণিক বেগ বলে।

খ বাঁকের মুখের রাস্তার তলকে আনুভূমিক তলের সাথে হেলিয়ে রাখতে হয় যাতে রাস্তার বাইরের দিক ভেতরের দিকের চেয়ে উঁচুতে থাকে। একে ব্যাংকিং বলে।

কোনো গাড়ি যখন রাস্তা বাঁক নেয়, তখন বক্রপথে বাঁক নেওয়ার জন্য একটি কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয়। এই কেন্দ্রমুখী বলের যোগান না পেলে গাড়ি রাস্তা থেকে ছিটকে যেতে পারে। তাই দুর্ঘটনা এড়াতে বাঁক নেওয়ার জায়গায় রাস্তার বাইরের দিক ভেতরের দিকের চেয়ে উঁচুতে রাখা হয়। ফলে কেন্দ্রমুখী বল সৃষ্টি হয় এবং এ বলের কারণে গাড়িটি বাঁক নেওয়ার সময় রাস্তা থেকে ছিটকে যায় না।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$

$\Rightarrow L = mr^2 \times \frac{2\pi N}{t}$

$= 0.025 \times 0.909^2 \times \frac{2\pi \times 30}{60}$

$= 0.065\ kgm^2s^{-1}$ **(Ans.)**

P গোলকের,
ভর, $m = 0.025\ kg$
ব্যাসার্ধ, $r = 0.909\ m$
ঘূর্ণন সংখ্যা, $N = 30$

ঘ P গোলকের ক্ষেত্রে,

সুতার টান, $T_1 = F_c$

$= m_1\omega^2 r_1$

$= m_1 \times \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \times r_1$

$= 0.025 \times \left(\frac{2\pi \times 30}{60}\right)^2 \times 0.909$

$= 0.224\ N$

Q গোলকের ক্ষেত্রে,

সুতার টান, $T_2 = F_c$

$= m_2\omega^2 r_2$

$= m_2 \times \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \times r_2$

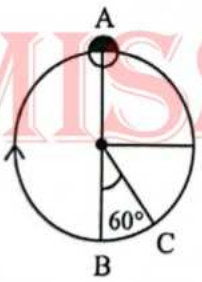
$= 0.05 \times \left(\frac{2\pi \times 30}{60}\right)^2 \times 0.709$

$= 0.35\ N$

$\therefore T_1 < 0.275\ N$ এবং $T_2 > 0.275\ N$

সুতরাং Q গোলকের সুতাটি ছিড়ে যাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৬ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর:



100 g ভরের একটি পাথরখণ্ডকে 4 ms^{-1} বেগে উলম্বতলে উপরে বর্ণিত চিত্র মতে 1 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে।

(ক) কার্লের সংজ্ঞা দাও। [সি. বো. ২২]

(খ) দুটি সমান ভরের বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বস্তুদ্বয় পরস্পর বেগ বিনিময় করে– ব্যাখ্যা কর।

(গ) ঘূর্ণনরত বস্তুটির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। [সি. বো. ২২; অনুরূপ ম. বো. ২১]

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত A, B ও C বিন্দুগুলোর মধ্যে কোনটিতে সুতার টান সবচেয়ে বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ধারণ কর। [সি. বো. ২২; অনুরূপ দি. বো., ম. বো. ২১]

সমাধান:

ক কোনো ত্রিমাত্রিক স্থানে কোনো বিন্দুর যথার্থ ভেক্টর ফাংশন $\vec{V}(x, y, z) = V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}$ হলে অপারেটর ∇ এবং $\vec{V}$-এর ক্রস বা ভেক্টর গুণনকে কার্ল বলে।

খ m ভরের একটি বস্তু u_1 বেগে চলতে চলতে u_2 বেগে চলমান m ভরের বস্তুর সাথে সংঘর্ষ করল এবং তাদের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে মোট ভরবেগ ও গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকবে।

$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2$

এবং $v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}u_2 + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}u_1$

এখন, $m_1 = m_2$ হলে, $v_1 = u_2$ এবং $v_2 = u_1$

তাই বলা যায়, দুটি সমান ভরের বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে পরস্পর বেগ বিনিময় করে।

গ আমরা জানি,

$v = r\omega$

$\Rightarrow v = r \times \frac{2\pi}{T}$

দেওয়া আছে,
ব্যাসার্ধ, $r = 1\ m$
বেগ, $v = 4\ ms^{-1}$

$\Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \times 1}{4}$

$\therefore T = 1.571\ s$ **(Ans.)**

ঘ উলম্বতলে ঘূর্ণনরত বস্তুর যেকোনো বিন্দুতে সুতার টান,

$T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta$

$\therefore$ A বিন্দুতে টান, $T_A = \frac{mv^2}{r} + mg\cos(180°)$

$= \frac{0.1 \times 4^2}{1} - 0.1 \times 9.8 = 0.62\ N$

B বিন্দুতে টান,

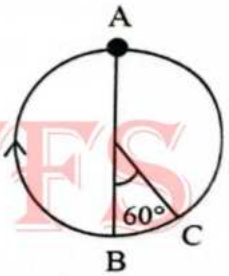
$T_B = \frac{mv^2}{r} + mg\cos(0°)$

$= \frac{0.1 \times 4^2}{1} + 0.1 \times 9.8 = 2.58\ N$

C বিন্দুতে টান,

$T_C = \frac{mv^2}{r} + mg\cos(60°)$

$= \frac{0.1 \times 4^2}{1} + 0.1 \times 9.8 \times \frac{1}{2} = 2.09\ N$



অর্থাৎ, $T_B > T_C > T_A$

$\therefore$ B অবস্থানে টান সবচেয়ে বেশি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৭ আরিতার ভর 40 kg। সে একটি ঘর্ষণহীন উলম্ব অক্ষের সাপেক্ষে অনুভূমিকভাবে ঘূর্ণায়মান নাগরদোলার প্রান্তবিন্দুতে চড়ে 25 m ব্যাসবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 10 বার ঘুরছে। আরিতা ধীরে ধীরে কেন্দ্রের দিকে আসতে থাকে এবং কেন্দ্র থেকে 6 m দূরে একটি বিন্দুতে পৌঁছায়।

(ক) টর্কের মাত্রা লিখ।

(খ) বৃত্তাকার পথে বস্তুর সমবেগে চলা সম্ভব নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

(গ) প্রান্তবিন্দুতে থাকাবস্থায় আরিতার রৈখিক বেগ কত? [রা. বো. ২১]

(ঘ) আরিতা প্রান্তবিন্দু থেকে কেন্দ্রের দিকে আসলে তার কৌণিক ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে পর্যালোচনা কর। [রা. বো. ২১]

সমাধান:

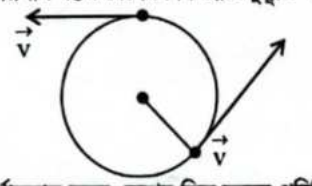
ক টর্কের মাত্রা $[ML^2T^{-2}]$

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর বেগের দিক প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তিত হতে থাকে।



বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর বেগের দিক বৃত্তের পরিধির উপর ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক বরাবর। পরিধির বিভিন্ন বিন্দুতে স্পর্শকের অভিমুখ বিভিন্ন হয় বলে বেগের দিক প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়। বেগ একটি ভেক্টর রাশি। বেগের মান অথবা দিক অথবা উভয়ের পরিবর্তনের কারণে বেগ পরিবর্তিত হয়। তাই বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তুর সমবেগে চলা সম্ভব নয়।

গ আমরা জানি,

রৈখিক বেগ, $v = r\omega = \frac{d}{2} \times \frac{2\pi N}{t} = \frac{25}{2} \times \frac{2\pi \times 10}{60}$

$\therefore v = 13.09\ ms^{-1}$

আরিতার প্রান্তবিন্দুতে থাকাবস্থায় রৈখিক বেগ $13.09\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ প্রান্তবিন্দুতে থাকা অবস্থায়,

কৌণিক ভরবেগ,

$L_1 = I_1\omega = mr_1^2\omega$

$= 40 \times \left(\frac{25}{2}\right)^2 \times 1.047$

$= 6545\ kgm^2s^{-1}$

দেওয়া আছে,

কৌণিক বেগ, $\omega = 10$ rpm

$= \frac{2\pi \times 10}{60}$

$= 1.047\ rads^{-1}$

ব্যাসার্ধ, $r = \frac{d}{2} = \frac{25}{2} = 12.5$ m

কেন্দ্র থেকে 6 m দূরত্ব,

কৌণিক ভরবেগ, $L_2 = I_2\omega = mr_2^2\omega = 40 \times 6^2 \times 1.047$

$\therefore L_2 = 1508\ kgm^2s^{-1}$

$\therefore L_1 > L_2$

অতএব, কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন,

$\Delta L = L_1 - L_2 = 6545 - 1508 = 5037\ kgm^2s^{-1}$

$\therefore$ কেন্দ্রের দিকে অগ্রসর হলে ভরবেগ $5037\ kgm^2s^{-1}$ হ্রাস পাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৮ 1400 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m প্রশস্ত কোনো বাঁকা রাস্তায় বাঁক নিচ্ছে। রাস্তার বাইরের প্রান্ত ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা 0.75 m উঁচু। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 100 m। যাত্রীরা চালককে $8\ ms^{-1}$ বেগে গাড়ি চালাতে অনুরোধ করে।

(ক) নিউটনের গতির ১ম সূত্রটি বিবৃত কর।

(খ) আরোহীসহ ঘোড়ার গাড়ি সামনের দিকে এগোয় কি করে?

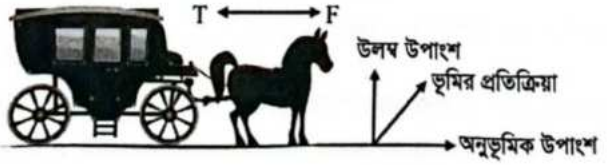
(গ) রাস্তায় গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল প্রতিক্রিয়া বল হিসাব কর। [কু. বো. ২১]

(ঘ) গাড়ির চালক যাত্রীদের অনুরোধ রক্ষা করতে পারবেন কি না যাচাই কর। [কু. বো. ২১]

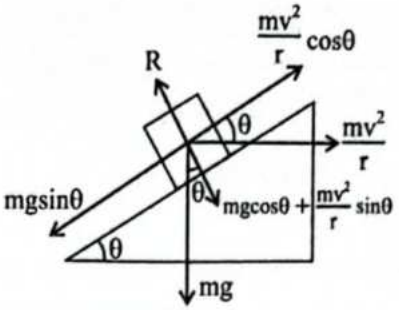
সমাধান:

ক বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

খ গাড়িটিকে সামনের দিকে চালাবার জন্য ঘোড়া মাটির উপর তির্যকভাবে বল প্রয়োগ করে। সঙ্গে সঙ্গে মাটি ঘোড়ার উপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল R প্রয়োগ করে। এই বলকে অনুভূমিক দিকে এবং উলম্ব দিকে যথাক্রমে F_H এবং F_V উপাংশে বিশ্লেষণ করা যায়। উলম্ব উপাংশ F_V ঘোড়ার ওজনকে প্রশমিত করে। এখন যদি অনুভূমিক উপাংশ F_H ঘোড়ার উপর গাড়ি দ্বারা পেছনের দিকে প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বল (T)-এর চেয়ে বেশি হয়, তাহলে $(F_H - T)$ বলের ক্রিয়ায় ঘোড়া সামনের দিকে এগিয়ে যায় অর্থাৎ গাড়িটি সামনের দিকে এগিয়ে যায়।



গ



আনত তলের আনুভূমিক দিক বরাবর,

$mg\sin\theta = \frac{mv^2}{r}\cos\theta$

$\Rightarrow mg\tan\theta = \frac{mv^2}{r} \cdots$ (i)

আনত তলের উলম্ব দিকে বরবার,

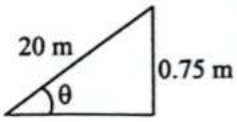
$R = mg\cos\theta + \frac{mv^2}{r}\sin\theta$ [(i) নং হতে]

$= mg\cos\theta + mg\tan\theta \times \sin\theta$

$= mg\left[\cos\theta + \frac{\sin^2\theta}{\cos\theta}\right] = \frac{mg}{\cos\theta}$

$\therefore R = \frac{1400 \times 9.8}{\cos\left[\sin^{-1}\left(\frac{0.75}{20}\right)\right]}$

$= 13729.65$ N **(Ans.)**



ঘ ধরি, v_{max} বেগে গাড়িটি নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে।

$\therefore \tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg}$

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\tan\theta rg}$

$= \sqrt{100 \times 9.8 \times \tan(2.149°)}$

$= 6.064\ ms^{-1}$

$\because v_{max} < 8\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে,

ব্যাংকিং কোণ,

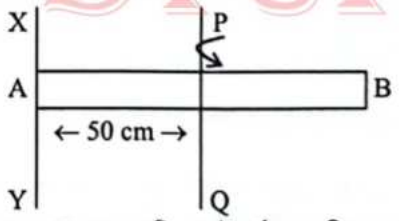
$\theta = \sin^{-1}\frac{0.75}{20}$

$= 2.149°$

ব্যাসার্ধ, $r = 100$ m

সুতরাং, গাড়িটি $8\ ms^{-1}$ বেগে চালানো হলে নিরাপদে বাঁক নেয়া সম্ভব হবে না। তাই গাড়ির চালক যাত্রীদের অনুরোধ রক্ষা করতে পারবেন না।

প্রশ্ন ▶ ১৯



চিত্রে 500 g ভরের AB সরু দণ্ডটি, এর দৈর্ঘ্যের মধ্যবিন্দুতে লম্বভাবে গমনকারী অক্ষ PQ এর সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে 30 বার করে ঘুরছে।

(ক) মৌলিক বলের সংজ্ঞা দাও। [য. বো., ম. বো. ২১]

(খ) ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান কিন্তু রৈখিক বেগ ভিন্ন ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২১; ঢা. বো. ১৬]

(গ) PQ অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। [য. বো. ২১]

(ঘ) XY অথবা PQ কোন অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [য. বো. ২১; অনুরূপ সম্মিলিত বো. ১৮]

সমাধান:

ক যেসব বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না তাকে মৌলিক বল বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ কোনো বিন্দুর রৈখিক বেগ ঘূর্ণন অক্ষ থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্বের ওপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হয়।

$$\text{বৈদ্যুতিক পাখার রৈখিক বেগ} = \frac{\text{বৃত্তপথের পরিধি}}{\text{পরিধির সমান দূরত্ব অতিক্রমের সময়}}$$

$$\Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

$\therefore v \propto r$

$\therefore$ রৈখিক বেগ ঘূর্ণন অক্ষ থেকে দূরত্বের সমানুপাতিক।

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{v}{r}$

ঘূর্ণন অক্ষ থেকে দূরত্ব বাড়লে রৈখিক বেগও সমানুপাতিকভাবে বাড়বে। তাই কৌণিক বেগ ধ্রুব থাকবে। এজন্য সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান হলেও রৈখিক বেগ ভিন্ন।

গ আমরা জানি,

কৌণিক ভরবেগ,

$L = I\omega$

$= \frac{1}{12} Ml^2\omega$

$= \frac{1}{12} \times 0.5 \times 1^2 \times \pi$

$= 0.131 \text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

দণ্ডের ভর, $M = 0.5$ kg

দৈর্ঘ্য, $l = AB = 1$ m

কৌণিক বেগ, $\omega = 30$ rpm

$= \frac{2\pi \times 30}{60}$

$= \pi \text{ rads}^{-1}$

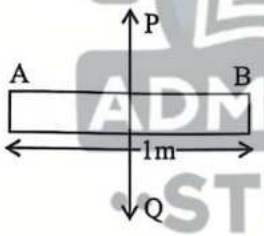
ঘ PQ অক্ষের সাপেক্ষে,

জড়তার ভ্রামক,

$I_{PQ} = \frac{1}{12} Ml^2$

$= \frac{1}{12} \times 0.5 \times (1)^2$

$= 0.0417 \text{ kgm}^2$

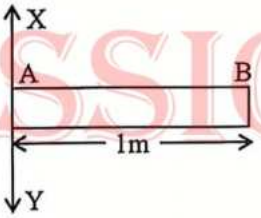


XY অক্ষের সাপেক্ষে,

$I_{XY} = \frac{1}{3} Ml^2$

$= \frac{1}{3} \times 0.5 \times 1^2$

$= 0.167 \text{ kgm}^2$



$\therefore I_{PQ} < I_{XY}$

সুতরাং XY অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক বেশি হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২০ 60 kg ভরের একজন নৃত্যশিল্পী দুহাত প্রসারিত করে মিনিটে 20 বার ঘুরতে পারেন। তিনি একটি সংগীত এর সাথে তাল মেলানোর চেষ্টা করছিলেন।

(ক) বলের ঘাতের মাত্রা লিখ।

(খ) নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান কোনো ব্যক্তির জড়তার ভ্রামক অর্ধেক হলে কৌণিক গতি দ্বিগুণ হয়– এর তাৎপর্য লিখ। [ব. বো. ১৭]

(গ) নৃত্যশিল্পীকে সংগীত এর সাথে ঐকতানিক হতে মিনিটে 30 বার ঘুরলে জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের তুলনা কর। [ব. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপকের নৃত্যশিল্পীর পরিবর্তিত কৌণিক গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে কি? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [ব. বো. ১৭; অনুরূপ য. বো. ১৯]

সমাধান:

ক বলের ঘাতের মাত্রা = $[MLT^{-1}]$

খ ধরি, নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান কোনো ব্যক্তির জড়তার ভ্রামক = I_1 এবং কৌণিক বেগ = ω_1

কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা সূত্রানুযায়ী,

$L_1 = L_2$

$\Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

$\Rightarrow I_1\omega_1 = \frac{I_1}{2}\omega_2$ $\left[\text{প্রশ্নমতে, } I_2 = \frac{I_1}{2}\right]$

$\therefore \omega_2 = 2\omega_1$

সুতরাং কোন ব্যক্তির নিজ অক্ষের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় জড়তার ভ্রামক অর্ধেক হলে কৌণিক গতি দ্বিগুণ হয়।

গ কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

$\Rightarrow I_1 \times 20 = I_2 \times 30$

$\Rightarrow I_2 = \frac{2}{3} \times I_1$

দেওয়া আছে,

প্রাথমিক কৌণিক বেগ, $\omega_1 = 20$ rpm

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_2 = 30$ rpm

সুতরাং ঐকতানিক হতে জড়তার ভ্রামক পূর্বের $\frac{2}{3}$ গুণ করতে হবে। **(Ans.)**

ঘ প্রথম ক্ষেত্রে, কৌণিক গতিশক্তি, $E_1 = \frac{1}{2} I_1\omega_1^2$

$\Rightarrow E_1 = \frac{1}{2} \times I_1 \times 20^2$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, কৌণিক গতিশক্তি, $E_2 = \frac{1}{2} \times I_2 \times 30^2$

$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_1}{I_2} \times \frac{20^2}{30^2} = \frac{3}{2} \times \frac{20^2}{30^2} = \frac{2}{3}$ $\left[\text{'গ' হতে পাই, } I_2 = \frac{2}{3} I_1\right]$

$\therefore E_2 = 1.5\, E_1$

সুতরাং, নৃত্যশিল্পীর পরিবর্তিত কৌণিক গতিশক্তি পূর্বের 1.5 গুণ হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২১ একটি মহাকাশযানের ভর 20,000 kg। এটি 1500 ms^{-1} ধ্রুব বেগে চলছিল। হঠাৎ গতিবেগ বাড়ানোর জন্য ইঞ্জিন থেকে 1200 ms^{-1} আপেক্ষিক বেগে 5 sec ধরে গ্যাস বাষ্প উৎক্ষেপণ করলো। এতে মহাকাশযানের গতিবেগ 3 ms^{-1} বেড়ে গেল।

(ক) অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলতে কী বুঝ?

(খ) একটি বস্তু ω সমকৌণিক বেগে ঘুরলে এর কৌণিক ভরবেগ কখন ধ্রুবক থাকে? ব্যাখ্যা করো।

(গ) মহাকাশযানের ত্বরণ কত হবে?

(ঘ) মহাকাশযানে ধাক্কার মান কত এবং উদ্দীপকে নির্গত গ্যাস বাষ্পের ভর কত?

সমাধান:

ক দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষ হলে যদি বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি সংরক্ষিত না হয় তবে সেই সংঘর্ষকে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

খ ধরি, একটি বস্তু ω কৌণিক বেগে r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরছে এবং রৈখিক ভরবেগ = p

$\therefore$ কৌণিক ভরবেগ, $L = rp\sin\theta = rp$ $[\text{বৃত্তাকার পথে } \theta = 90°]$

$= rmv = rmr\omega = mr^2\omega = I\omega$

এখানে, সমকৌণিক বেগে ঘুরলে ω ধ্রুবক।

$\therefore L \propto I$

সুতরাং বস্তুর কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক হবে যদি বস্তুটির জড়তার ভ্রামক ধ্রুবক হয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ মহাকাশযানের ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{(1500+3)-1500}{5} = 0.6\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ মহাকাশযানে ধাক্কার মান,

$F = ma$

$= 20000 \times 0.6$

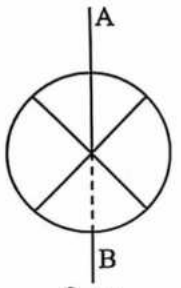
$= 12000\ N$

আমরা জানি, $F = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right) v_r$

$\Rightarrow \Delta m = \frac{F\Delta t}{v_r} = \frac{12000 \times 5}{1200}$

$\therefore \Delta m = 50\ kg$ **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২২ নিচের চিত্র-১ এ একটি বৃত্তাকার চাকতির কেন্দ্র দিয়ে পাতের অভিলম্বভাবে AB অক্ষ দণ্ডটি এবং চিত্র-২ এ চাকতির পাতের সমতলে ব্যাসের মধ্য দিয়ে PQ অক্ষ দণ্ডটি আছে। প্রতিটি পাতের ভর $m = 2\ kg$ এবং ব্যাসার্ধ, $r = 1\ m$।



চিত্র-১

চিত্র-২

(ক) বল কী? [ব. বো. ২১, ১৬]

(খ) রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

(গ) AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামকের মান বের কর। [ব. বো. ২১]

(ঘ) পাতদুটিতে সমপরিমাণ টর্ক প্রয়োগ করলে এদের মধ্যে একই ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [ব. বো. ২১]

সমাধান:

ক যে বাহ্যিক কারণ বস্তুর স্থির বা গতিশীল অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায় তাকে বল বলে।

খ রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগের পার্থক্য নিম্নরূপ:

রৈখিক বেগ	কৌণিক বেগ
রৈখিক বেগের মাত্রা LT^{-1}	কৌণিক বেগের মাত্রা T^{-1}
রৈখিক বেগের একক ms^{-1}	কৌণিক বেগের একক $rads^{-1}$
এটি সরলরৈখিক ও ঘূর্ণন গতি উভয়ের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য	এটি ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য
$v = \frac{\text{রৈখিক সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{s}{t}$	$\omega = \frac{\text{কৌণিক সরণ}}{\text{সময়}} \frac{\theta}{t}$

গ AB অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,

$I = \frac{1}{2} mr^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2 = 1\ kgm^2$

সুতরাং, চাকতির জড়তার ভ্রামক $1\ kgm^2$ **(Ans.)**

ঘ AB অক্ষের সাপেক্ষে, $I_1 = 1\ kgm^2$ ['গ' হতে পাই]

PQ অক্ষের সাপেক্ষে, $I_x + I_y = I_z$ [লম্ব অক্ষ উপপাদ্য অনুযায়ী]

$\Rightarrow I_x + I_x = \frac{1}{2} mr^2 \quad [\because I_x = I_y]$

$\Rightarrow I_x = \frac{1}{4} mr^2 = \frac{1}{4} \times 2 \times 1^2$

$= 0.5\ kgm^2$

আমরা জানি, $\tau = I\alpha$

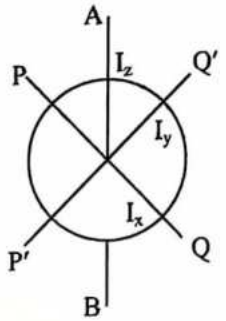
τ ধ্রুবক থাকলে, $I\alpha = constant$

$\therefore I_1\alpha_1 = I_2\alpha_2$

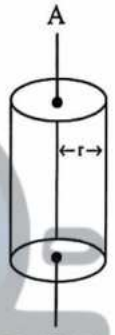
$\Rightarrow \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{0.5}{1}$

$\Rightarrow \alpha_1 = 0.5 \times \alpha_2$

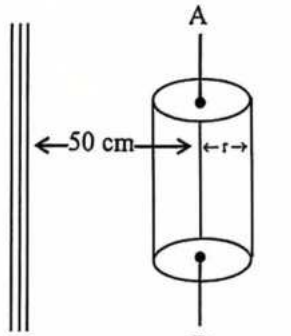
$\therefore$ সমপরিমাণ টর্ক প্রয়োগ করলে এদের মধ্যে একই ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে না। **(Ans.)**



প্রশ্ন ▶ ২৩



ঘূর্ণন অক্ষ
চিত্র-১



ঘূর্ণন অক্ষ ভারকেন্দ্রগামী অক্ষ
চিত্র-২

চিত্রে সিলিন্ডার আকৃতির দন্ডের ভর 5 kg এবং ব্যাসার্ধ 10 cm। উভয় চিত্রের দণ্ড ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে $1\ rads^{-1}$ বেগে ঘুরছে।

(ক) ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় কর।

(খ) উলম্ব তলে ঘূর্ণায়মান রোলার কোস্টারের যাত্রী নিচে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২১]

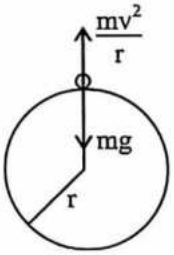
(গ) চিত্র-১ এর দণ্ডের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। [চ. বো. ২১]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন দণ্ডটি থামাতে অধিক বাধার সম্মুখীন হতে হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২১]

সমাধান:

ক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ, $[P] = [MLT^{-1}]$

খ উলম্ব তলে ঘূর্ণনের সর্বোচ্চ বিন্দুতে যাত্রীর ওজন কেন্দ্রবিমুখী বলের সমান হলে যাত্রী নিচে পড়ে যাবে না। বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনের কারণে রোলার কোস্টারের যাত্রী সর্বদা একটি কেন্দ্রবিমুখী বল অনুভব করে। বৃত্তাকার পথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে যাত্রীর ওজন খাড়া নিচের দিকে ও কেন্দ্রবিমুখী বল খাড়া উপরের দিকে ক্রিয়া করে। কেন্দ্রবিমুখী বল ওজনের সমান বা বেশি হলে যাত্রীর নিচে পড়ার কোনো সম্ভাবনা থাকে না।



এখানে, $\frac{mv^2}{r} \geq mg$

$\therefore v \geq \sqrt{gr}$ হলে, যাত্রী রোলার কোস্টারের সাপেক্ষে স্থির থাকবে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = \frac{1}{2}mr^2\omega$

$= \frac{1}{2} \times 5 \times 0.1^2 \times 1 = 0.025\ kgm^2s^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ প্রথম দন্ডের ক্ষেত্রে, $I_1 = \frac{1}{2}mr^2$

$= \frac{1}{2} \times 5 \times 0.1^2$

$= 0.025\ kgm^2$

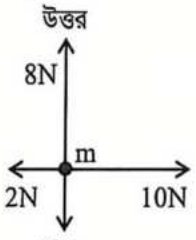
দ্বিতীয় দন্ডের ক্ষেত্রে,

জড়তার ভ্রামক, $I_2 = \frac{1}{2}mr^2 + md^2$

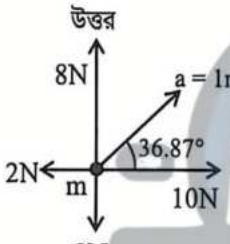
$= \frac{1}{2} \times 5 \times 0.1^2 + 5 \times 0.5^2 = 1.275\ kgm^2$

$\therefore I_2 > I_1$ হওয়ায় দ্বিতীয় দন্ডটিকে থামাতে অধিক বাঁধার সম্মুখীন হতে হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৪ m = (10 kg) ভরের একটি বস্তুর উপর একই সময়ে চারটি বল ক্রিয়া করছে, যা ১নং চিত্রে দেখানো হলো–



চিত্র-১



চিত্র-২

(ক) ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে নিউটনের ১ম সূত্র লিখ।

(খ) ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২১]

(গ) ১নং চিত্রে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল নিট বলের মান কত? [সি. বো. ২১]

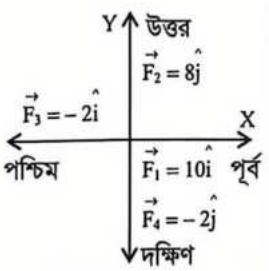
(ঘ) ১নং চিত্রের আলোকে ২নং চিত্রের সঠিকতা যাচাই কর। [সি. বো. ২১]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর ওপর টর্ক ক্রিয়াশীল না হলে স্থির বস্তু স্থির অবস্থানে এবং ঘূর্ণনরত বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে।

খ যে বলের বিরুদ্ধে করা কাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয় তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে। কোনো বস্তুকে একটি অমসৃণ তলের উপর দিয়ে টেনে নিয়ে যাওয়ার সময় ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। অমসৃণ তলটি অনুভূমিক হলে এই কৃতকাজ বস্তুটির মধ্যে স্থিতিশক্তিরূপে সঞ্চিত হয় না এবং বস্তুটিও কোনো কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে না। বস্তুটিকে আবার প্রাথমিক অবস্থায় ফিরিয়ে আনার সময় ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। সুতরাং ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়। তাই ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল।

গ ধরি, পূর্ব দিক ও উত্তর দিক যথাক্রমে X অক্ষ ও Y অক্ষের ধনাত্মক দিক।



নিট বল, $\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \vec{F_4}$

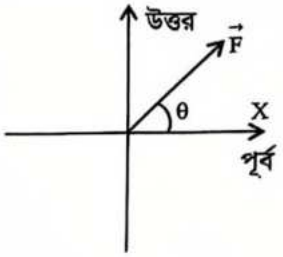
$= 10\hat{i} + 8\hat{j} - 2\hat{i} - 2\hat{j}$

$= 8\hat{i} + 6\hat{j}$

$\therefore$ নিট বলের মান, $|\vec{F}| = \sqrt{8^2 + 6^2}$

$= 10\ N$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,



নিট বল, $\vec{F} = 8\hat{i} + 6\hat{j}$

এবং $|\vec{F}| = 10\ N$

$\therefore \tan\theta = \frac{6}{8}$

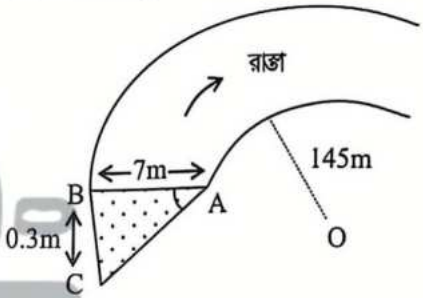
$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

$= 36.87°$

$\therefore$ ত্বরণ, $a = \frac{F}{m} = \frac{10}{10} = 1\ ms^{-2}$

চিত্র-১ হতে পাই, নিট বল পূর্ব দিকের সাথে 36.87° কোণে ক্রিয়া করে এবং বস্তুর ত্বরণ $1\ ms^{-2}$ যা চিত্র-২ কে সমর্থন করে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৫ 1000 kg ভরের একটি বাস 78125 J গতিশক্তি নিয়ে রাস্তায় চলার সময় হঠাৎ 145 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]



(ক) কেন্দ্রমুখী বল কী? [চ. বো., কু. বো., দি. বো. ২১; ঢা. বো. ১৫; রা. বো. ১৭; দি. বো. ১৬]

(খ) নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার সময় নৌকা পিছিয়ে যায় কেন? [দি. বো. ২১]

(গ) বাসটির ভরবেগ নির্ণয় কর। [দি. বো. ২১; অনুরূপ ঢা. বো. ২১; কু. বো. ১৯]

(ঘ) বাসটি উদ্দীপকে প্রদর্শিত বাঁকটি নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। [দি. বো. ২১; অনুরূপ ঢা. বো. ২১; কু. বো. ১৯]

সমাধান:

ক যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে থাকে এবং যে বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে তাকে কেন্দ্রমুখী বা অভিকেন্দ্র বল (Centripetal force) বলা হয়।

খ লাফ দেওয়ার পূর্বে এবং পরে ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে বলে নৌকা পিছিয়ে যায়।

ধরি, লাফ দেওয়ার পূর্বে নৌকা ও ব্যক্তি স্থির ছিল। ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে,

$p_i = p_f$

$\Rightarrow 0 = mv + MV$

$\therefore V = -\frac{mv}{M}$

যেখানে,
m = ব্যক্তির ভর
M = নৌকার ভর
v = ব্যক্তির লাফ দেওয়ার বেগ
V = নৌকার শেষ বেগ

এক্ষেত্রে লাফ দেওয়ার পর নৌকার বেগ ঋণাত্মক দ্বারা বোঝায়, নৌকাটি ব্যক্তির লাফ দেওয়ার বিপরীত দিকে গতিশীল হবে। অর্থাৎ নৌকাটি V বেগে পিছিয়ে যাবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ আমরা জানি,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{p^2}{2m}$

$\Rightarrow 78125 = \frac{p^2}{2 \times 1000}$

$\therefore p = 12500 \text{ kgms}^{-1}$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
গতিশক্তি, $E_k = 78125$ J
ভর, $m = 1000$ kg

ঘ বাসটির বেগ,

$v = \frac{p}{m}$

$= \frac{12500}{1000}$

$= 12.5 \text{ ms}^{-1}$

'গ' হতে পাই,
বাসটির ভরবেগ, $p = 12500 \text{ kgm}^{-1}$
ব্যাংকিং কোণ, $\tan\theta = \frac{BC}{AB} = \frac{0.3}{7}$
ব্যাসার্ধ, $r = 145$ m

ধরি, সর্বোচ্চ বেগ v_{max} এর জন্য বাসটি নিরাপদে বাঁকটি অতিক্রম করতে পারবে।

$\therefore \tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg}$

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\tan\theta rg}$

$= \sqrt{\frac{0.3}{7} \times 145 \times 9.8}$

$= 7.80 \text{ ms}^{-1}$

$\because v > v_{max}$

সুতরাং, বাসটি নিরাপদে বাঁকটি অতিক্রম করতে পারবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৬ 142 cm এবং 122 cm ব্যাসের দুটি বৈদ্যুতিক পাখা বানানো হলো। প্রথমটি মিনিটে 150 বার ও দ্বিতীয়টি মিনিটে 180 বার ঘুরে। সুইচ বন্ধ করার 2 s পর উভয় পাখা থেমে যায়।

(ক) 1 পাউন্ডাল বল কাকে বলে? [রা. বো. ১৬]

(খ) ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৭]

(গ) প্রথম পাখাটির প্রান্তবিন্দুতে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ হিসাব কর। [কু. বো. ১৭]

(ঘ) সুইচ বন্ধ করার পর থেকে থেমে যাবার আগ পর্যন্ত উভয় পাখাই কী সমান সংখ্যক বার ঘুরে থেমেছে– যাচাই কর। [কু. বো. ১৭]

সমাধান:

ক যে বল 1 পাউন্ড ভরবিশিষ্ট কোনো একটি বস্তুতে প্রযুক্ত হয়ে 1 ফুট/সে^{2} ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে 1 পাউন্ডাল বলে।

খ কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে জড়তা বলে। রৈখিক গতির ক্ষেত্রে ভর হচ্ছে জড়তার পরিমাপক। ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে ঘূর্ণন অক্ষ হতে বস্তুর সকল কণার ভর ও এদের স্ব স্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টি হচ্ছে জড়তার ভ্রামক। এক্ষেত্রে যার জড়তার ভ্রামক বেশি তাকে ঘুরাতে বেশি শক্তি দরকার হয়। আবার বলা যায়, ঘূর্ণন অক্ষ হতে বস্তুর সকল কণার দূরত্ব নির্দিষ্ট হলে ভর যার বেশি হবে জড়তার ভ্রামক তার বেশি হবে। এজন্য ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য।

গ আমরা জানি,

কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a_c = \omega^2 r$

$= \left(\frac{2\pi \times 150}{60}\right)^2 \times \frac{142}{2} \times 10^{-2}$

$= 175.185 \text{ ms}^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ প্রথম পাখার ক্ষেত্রে,

কৌণিক বেগ, $\omega_1 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 150}{60} = 5\pi \text{ rads}^{-1}$

$\therefore$ কৌণিক সরণ, $\theta_1 = \frac{\omega_1 + 0}{2} \times t$

$= \frac{5\pi}{2} \times 2 = 5\pi$ rad

$\therefore$ ঘূর্ণন সংখ্যা $= \frac{\theta_1}{2\pi} = \frac{5}{2} = 2.5$ rev

দ্বিতীয় পাখার ক্ষেত্রে,

কৌণিক বেগ, $\omega_2 = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 180}{60} = 6\pi \text{ rads}^{-1}$

$\therefore$ কৌণিক সরণ, $\theta_2 = \frac{\omega_2 + 0}{2} \times t$

$= \frac{6\pi}{2} \times 2 = 6\pi$ rad

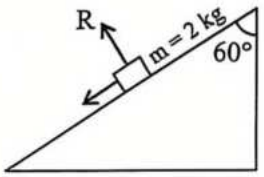
$\therefore$ ঘূর্ণন সংখ্যা $= \frac{\theta_2}{2\pi} = \frac{6\pi}{2\pi}$

$= 3 \text{ rev} > 2.5 \text{ rev}$

সুতরাং, দ্বিতীয় পাখাটি বেশি ঘুরে থেমেছিল। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৭ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ করো:

চিত্র-১



চিত্র-২

(ক) কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ।

(খ) দেখাও যে, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র প্রতিপাদন করা যায়।

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত চিত্র-২ এর বস্তুর ওপর অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়া (R) নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের উভয় চিত্র অনুযায়ী বস্তুটির ত্বরণ গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে নির্ণয় করে তুলনা করো।

সমাধান:

ক বস্তুর উপর ক্রিয়ারত বহিস্থ লব্ধি টর্ক শূন্য হলে, ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন হবে না। এটিই কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা বা সংরক্ষণ সূত্র।

খ বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই,

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ .....(i)

এখন, সংঘর্ষের আগে ১ম বস্তুর ভরবেগ, $P_1 = m_1u_1$

এবং সংঘর্ষের পরে ১ম বস্তুর ভরবেগ, $P_2 = m_1v_1$

$\therefore$ ভরবেগের পরিবর্তন, $P_1 - P_2 = m_1(v_1 - u_1)$

অনুরূপভাবে ২য় বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন, $P_1' - P_2' = m_2(v_2 - u_2)$

(i) নং হতে পাই, $m_1(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$

যদি ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া t সময় ধরে স্থায়ী হয়,

$m_1 \frac{v_1 - u_1}{t} = -m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$

$\Rightarrow m_1a_1 = -m_2a_2$

$\therefore F_1 = -F_2$ যা নিউটনের ৩য় সূত্রকে নির্দেশ করে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

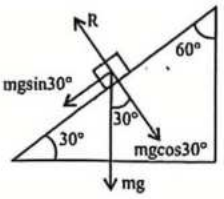
PDF Credit - Admission Stuffs

গ অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়া,

$R = mg\cos30°$

$= 2 \times 9.8 \times \cos30°$

$= 16.97$ N **(Ans.)**



ঘ চিত্র-১ এর জন্য,

$F = ma_1$

$\Rightarrow 10 = 2a_1$

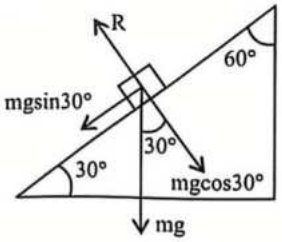
$\therefore a_1 = 5\ ms^{-2}$

চিত্র-২ এর জন্য,

$mg\sin30° = ma_2$

$\therefore a_2 = 9.8 \times \sin30°$

$= 4.9\ ms^{-2}$



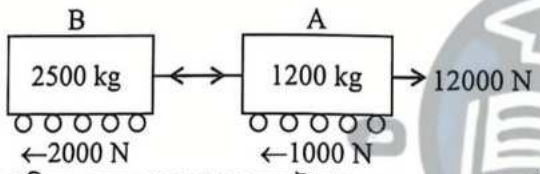
এখন,

$\frac{a_1}{a_2} = 1.02$

$\therefore a_1 = 1.02a_2$

সুতরাং চিত্র-১ এর ত্বরণ চিত্র-২ এর বস্তুর ত্বরণের 1.02 গুণ। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৮



চিত্রে A ও B গাড়িকে একত্রে 12000 N বলে টানা হচ্ছে। A ও B এর উপর ঘর্ষণ বলদ্বয় যথাক্রমে 1000 N ও 2000 N।

(ক) ঘূর্ণন গতির জন্য নিউটনের ৩য় সূত্র লিখো।

(খ) কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় করো।

(গ) উদ্দীপকের গাড়ি দুইটির ত্বরণ কত?

(ঘ) A ও B এর সংযোগ দণ্ডের ওপর টান নির্ণয় করো।

সমাধান:

ক প্রত্যেক ক্রিয়ামূলক টর্কের একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়ামূলক টর্ক আছে।

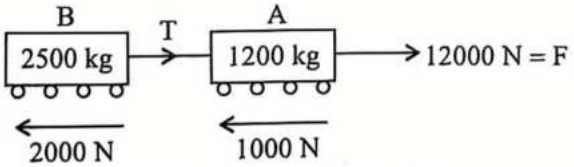
খ কৌণিক ভরবেগ, $L = rp$

$= rmv$

মাত্রা $= [L] \times [MLT^{-1}] = [ML^2T^{-1}]$

সুতরাং কৌণিক ভরবেগের মাত্রা $[ML^2T^{-1}]$

গ



A গাড়ির জন্য, $F - T - 1000 = m_Aa$ .....(i)

B গাড়ির জন্য, $T - 2000 = m_Ba$ .....(ii)

(i) + (ii) $\Rightarrow F - 3000 = (m_A + m_B)a$

$\therefore a = \frac{F - 3000}{m_A + m_B}$

$= \frac{12000 - 3000}{1200 + 2500}$

$= 2.43\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

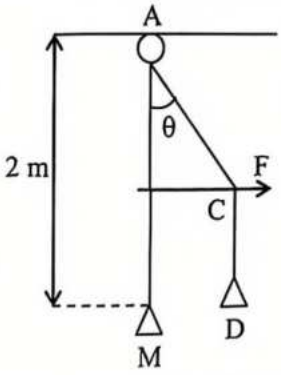
ঘ 'গ' হতে পাই, গাড়ি দুইটির ত্বরণ, $a = 2.43\ ms^{-2}$

B গাড়ির জন্য, $T - 2000 = m_Ba$

$\Rightarrow T = 2000 + 2500 \times 2.43$

$\therefore T = 8075$ N **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৯ চিত্রটি লক্ষ করো এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



M ভরের একটি বস্তু A হতে 2 m সুতা দ্বারা ঝুলিয়ে দেওয়া হল। রনি একটি কাঠ দিয়ে সুতার মধ্যখানে আঘাত করে।

(ক) নিউটনের গতির ৩য় সূত্রটি লেখ।

(খ) জানালার কাঁচে ঢিল মারলে কাঁচটি টুকরো টুকরো হলেও বন্দুকের গুলি আঘাত করলে একটি ছোট গর্ত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) রনি সুতায় 49 N বল প্রয়োগ করায় সুতাটি সরে পূর্বের অবস্থানের সাথে 30° কোণ করে। বস্তুটির ভর কত হবে? নির্ণয় করো।

(ঘ) সুতাটি সর্বোচ্চ 300 N বল সহ্য করতে পারে। রনি সুতাটিতে সর্বোচ্চ কত বল প্রয়োগ করলে সেটি ছিঁড়বে না– গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে তা নির্ণয় করো, যখন বস্তুর ভর 10 kg হয়।

সমাধান:

ক প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

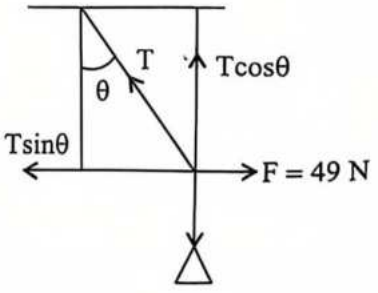
খ জানালার কাঁচে ঢিল মারলে তা টুকরো টুকরো হয়ে ভেঙ্গে যায় কিন্তু বন্দুকের গুলি আঘাত করলে শুধুমাত্র একটি ছোট গর্ত হয়। কারণ গুলির বেগ ঢিলের বেগের থেকে অনেক বেশি। এক্ষেত্রে ঢিল যখন জানালা স্পর্শ করে তখন সংঘর্ষের সময়কাল গুলির সংঘর্ষের সময়কাল অপেক্ষা বেশি হয়। ফলে ঢিলের সমস্ত গতিশক্তি সংঘর্ষকালীন শুধুমাত্র সংস্পর্শ অঞ্চলে সীমাবদ্ধ না থেকে সমগ্র কাঁচে ছড়িয়ে পড়ে এবং কাঁচটি টুকরো আকারে ভেঙ্গে যায়। অন্যদিকে গুলির সংঘর্ষকালীন সময় অনেক কম হওয়ায় এর সমস্ত গতিশক্তি এর স্পর্শ অঞ্চলে ক্রিয়া করে। তাই গুলির আঘাতে ছোট গর্ত তৈরি হয়।

গ এখানে, $F = T\sin\theta$

$\Rightarrow T = \frac{F}{\sin\theta}$

$= \frac{49}{\sin30°}$

$= 98$ N



আবার, $T\cos\theta = mg$

$\Rightarrow m = \frac{98\cos30°}{9.8}$

$\therefore m = 8.66$ kg **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ এখানে, $T\cos\theta = W$

$\Rightarrow T\cos\theta = 98$ .....(i)

আবার, $T\sin\theta = F$ .....(ii)

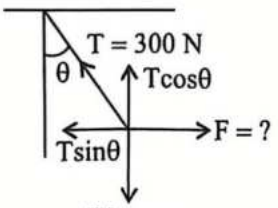
$(i)^2 + (ii)^2$ করে,

$\Rightarrow T^2 = 98^2 + F^2$

$\Rightarrow F = \sqrt{T^2 - 98^2}$

$F = \sqrt{(300)^2 - (98)^2}$

$\therefore F = 283.54$ N



সুতরাং আনুভূমিক বরাবর সর্বোচ্চ 283.54 N বল প্রয়োগ করতে পারবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩০ একটি গাড়িকে ভূমির সাথে 15° কোণে হেলানো তলে নীচের দিকে চলতে দেয়া হলো। চাকার সাথে তলের ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.08। গাড়িটি সমতল রাস্তায় নেমে 30 m দূরে গিয়ে থেমে গেল। চাকার সাথে সমতল রাস্তার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.8।

(ক) লম্ব অক্ষ উপপাদ্য কী?

(খ) প্রমাণ করঃ $\mathbf{L = I\omega}$

(গ) হেলানো তলে গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় করো।

(ঘ) হেলানো তল থেকে পতন স্থলে গাড়িটির বেগ কত ছিলো? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ দেখাও।

সমাধানঃ

ক কোনো পাতলা সমতল পাতের তলে অবস্থিত দুটি পরস্পর লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে পাতটির জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের সমষ্টি ঐ পাতে অবস্থিত দুই অক্ষের ছেদ বিন্দুতে অঙ্কিত লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে পাতটির জড়তার ভ্রামকের সমান হবে।

খ আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ = ব্যাসার্ধ ভেক্টর × রৈখিক ভরবেগ

$\Rightarrow \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$

$\therefore \vec{L} = \hat{\eta} rp\sin\theta$

এখন, $|\vec{L}| = L = rp\sin\theta$

$\Rightarrow L = rp$ [$\theta = 90°$ ধরে]

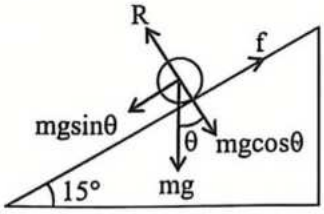
$\Rightarrow L = r.mv$ [$\because p = mv$]

$\Rightarrow L = mr.r\omega$ [$\because v = r\omega$]

$\Rightarrow L = mr^2\omega$

$\therefore L = I\omega$ [$\because I = mr^2$] **(Proved)**

গ



গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল নীট বল,

$F_{net} = mg\sin\theta - f$

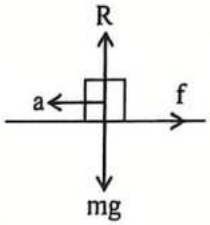
$\Rightarrow ma = mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta$ [$f = \mu R$ এবং $R = mg\cos\theta$]

$\therefore a = g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$

$= 9.8(\sin 15° - 0.08 \times \cos 15°)$

$= 1.779\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ



সমতল রাস্তায়,

$f = \mu R = \mu mg$

$\Rightarrow ma = \mu mg$

$\therefore a = \mu g$

আবার, $v^2 = u^2 - 2as$

$\therefore u = \sqrt{2 \times a \times s} = \sqrt{2 \times \mu g \times s} = \sqrt{2 \times 0.08 \times 9.8 \times 30}$

$= 6.86\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩১ 100 kg ভরের একখানি স্থিরভাবে ভাসমান ভেলার দুই প্রান্তে দুজন সাঁতারু দাঁড়িয়ে আছেন। তাদের ভর যথাক্রমে 50 kg ও 70 kg। সাঁতারুদ্বয় একসাথে 4 m/s বেগে ভেলা থেকে পরস্পর বিপরীত দিকে লাফ দেন।

(ক) ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ কত?

(খ) নিউটনের গতির ২য় সূত্র ব্যাখ্যা করো।

(গ) ভেলাটির বেগ কত ছিল?

(ঘ) সাঁতারুদ্বয়ের বেগের অনুপাত কত হলে ভেলাটি স্থির থাকবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

সমাধানঃ

ক ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ 180°।

খ নিউটনের ২য় সূত্রটি হলো–

ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। এই বল যেদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

অর্থাৎ, ভরবেগের পরিবর্তনের হার, $\frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$

নিউটনের ২য় সূত্রানুযায়ী, $\vec{F} \propto \frac{d\vec{P}}{dt} = k.\frac{d\vec{P}}{dt} = k.\frac{d}{dt}(m\vec{v}) = k.m\vec{a}$

একক বলের সংজ্ঞানুযায়ী, $k = 1$ বসিয়ে, $\vec{F} = m\vec{a}$

এই সূত্রের সাহায্যে বলের অভিমুখ, পরিমাণ, গুণগত বৈশিষ্ট্য, ত্বরণের সঙ্গে বলের সম্পর্ক, একক বল, বলের একক ও বলের নিরপেক্ষ নীতি সম্পর্কে জানা যায়।

গ দেওয়া আছে,

১ম সাঁতারুর ভর, $m_1 = 50$ kg

২য় সাঁতারুর ভর, $m_2 = 70$ kg

নৌকার ভর, $m_3 = 100$ kg

১ম সাঁতারুর আদিবেগ, $u_1 = 0$

২য় সাঁতারুর আদিবেগ, $u_2 = 0$

নৌকার আদিবেগ, $u_3 = 0$

১ম সাঁতারুর শেষবেগ, $v_1 = 4\ ms^{-1}$

২য় সাঁতারুর শেষবেগ, $v_2 = -4\ ms^{-1}$

রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$m_1u_1 + m_2u_2 + m_3u_3 = m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3$

$\Rightarrow 0 = 50 \times 4 + 70 \times (-4) + 100 \times v_3$

$\therefore v_3 = 0.8\ ms^{-1}$

v_3 এর ধনাত্মক মান দ্বারা বোঝায়, নৌকাটি 50 kg ভরের ব্যক্তির দিকে গতিশীল হবে। **(Ans.)**

ADMISSION ··STUFFS··
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ ধরি, ১ম ও ২য় সাঁতারুর শেষবেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2

রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$m_1u_1 + m_2u_2 + m_3u_3 = m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3$

$\Rightarrow 0 = 50 \times v_1 + 70 \times v_2 + 100 \times (0)$

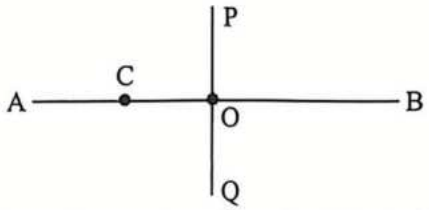
$\Rightarrow 5v_1 = -7v_2$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = -\frac{7}{5}$

$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{-7}{5}$ হলে নৌকাটি স্থির থাকবে।

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা পরস্পর বিপরীত দিকে গতিশীল বুঝানো হয়েছে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩২



উদ্দীপকের চিত্রে AB সুষম সরু দণ্ডের মধ্যবিন্দু O এবং OA অংশের মধ্যবিন্দু C। PQ অক্ষের সাপেক্ষে 1 m দৈর্ঘ্যের 100 g ভরের দণ্ডটি ঘুরছে।

(ক) আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে?

(খ) দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে একজন অ্যাথলেটকে অনেক দূর হতে দৌড়াতে হয় কেন?

(গ) চিত্রের দণ্ডের জড়তার ভ্রামক কত?

(ঘ) ঘুরতে ঘুরতে দণ্ডের AC অংশ বিচ্ছিন্ন হলে, তখন অবশিষ্টাংশের জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ করো।

সমাধান:

ক যখন কোনো বস্তু কোনো তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে যায় তখন গতির বিরুদ্ধে যে ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে।

খ দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে একজন অ্যাথলেট অনেক দূর হতে দৌড়ে আসে। দৌড়ের মাধ্যমে অ্যাথলেট পর্যাপ্ত ভরবেগ ও গতি অর্জন করে যা তাকে দীর্ঘ পথ লাফ দিয়ে অতিক্রম করতে সহায়তা করে।

আমরা জানি, ভরবেগ $p = mv$

এখন, বেগ যত বেশি হবে বস্তুর ভরবেগ তত বেশি। ভরবেগ যত বেশি হবে বস্তুর গতিশক্তি তত বেশি অর্জন করবে। কারণ, গতিশক্তি, $E_k = \frac{p^2}{2m}$

এই গতিশক্তির জন্য অ্যাথলেট বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে। তাই দীর্ঘ লাফ দেয়ার আগে অ্যাথলেটকে অনেক দূর হতে দৌড়ে আসতে হয়।

গ PQ অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,

$I = \frac{1}{12}ML^2$

$= \frac{1}{12} \times 0.1 \times 1^2$

$= 0.0083 \text{ kgm}^2$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
দণ্ডের ভর, $M = 0.1$ kg
দণ্ডের দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m

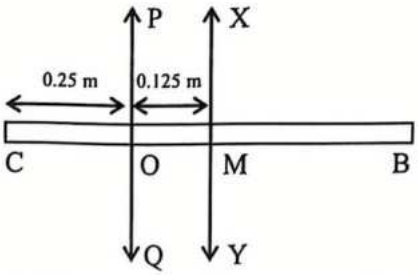
ঘ দেওয়া আছে, $OA = 2AC$

$\Rightarrow AC = \frac{OA}{2} = \frac{AB}{4} = \frac{1}{4} = 0.25$ m

$\therefore$ অবশিষ্ট দণ্ডের দৈর্ঘ্য $= 1 - 0.25 = 0.75$ m

1 m দৈর্ঘ্যের ভর, $M_1 = 0.1$ kg

$\therefore$ 0.75m দৈর্ঘ্যের ভর, $M_2 = \frac{0.1}{1} \times 0.75 = 0.075$ kg



CB দণ্ডের ভরকেন্দ্র মধ্যবিন্দুতে (M) অবস্থিত।

এখন, $CM = MB = \frac{1}{2} \times BC$

$\Rightarrow CM = \frac{0.75}{2} = 0.375$ m

$\therefore OM = CM - CO = 0.375 - 0.25 = 0.125$ m

$\therefore$ PQ এর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,

$I = I_0 + Md^2$ [সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য হতে]

$= \frac{1}{12}M_2 \times CB^2 + M_2 \times (OM)^2$

$= \frac{1}{12} \times 75 \times 10^{-3} \times (0.75)^2 + 75 \times 10^{-3} \times (0.125)^2$

$= 4.6875 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$

$\therefore$ জড়তার ভ্রামকের পরিবর্তন $= 0.0083 - 4.6875 \times 10^{-3}$

$= 3.6125 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$

$\therefore$ জড়তার ভ্রামক $3.6125 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$ পরিমাণ হ্রাস পাবে।

আবার, প্রাথমিক চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$K_1 = \sqrt{\frac{I_1}{M_1}}$

$= \sqrt{\frac{0.0083}{0.1}} = 0.288$ m

AC অংশ বিচ্ছিন্ন হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$K_2 = \sqrt{\frac{I_2}{M_2}} = \sqrt{\frac{4.6875 \times 10^{-3}}{75 \times 10^{-3}}} = 0.25$ m

$\therefore$ চক্রগতির ব্যাসার্ধ হ্রাস পাবে, $(0.288 - 0.25) = 0.038$ m **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৩ একটি সরু সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে একটি ঘূর্ণন অক্ষ স্থাপন করে তাকে ঘুরানো হচ্ছে। দণ্ডের দৈর্ঘ্য ও ভর যথাক্রমে 1 m ও 100 g। পরবর্তীতে দণ্ডটিকে পিটিয়ে 0.1 m ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার চাকতিতে পরিণত করা হলো। অপর ক্ষেত্রে, চাকতির ভরের সাথে আরো 200 g যোগ করে $2 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ আয়তনের নিরেট গোলকে পরিণত করা হলো।

(ক) ঘাত বল কী?

(খ) ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীত হলেও তারা সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করতে পারে না কেন? [দি. বো. ২২]

(গ) দণ্ডের জড়তার ভ্রামক নির্ণয় করো।

(ঘ) চাকতির যে কোনো স্পর্শকের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ ও গোলকের ব্যাসের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান:

ক খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের যে বল কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল একই বস্তুর ওপর প্রযুক্ত না হওয়ায় এরা একে অপরকে প্রশমিত করতে পারে না।

কোনো বস্তুর ওপর একই বিন্দুতে দুইটি সমমানের বিপরীতমুখী বল ক্রিয়া করলে বলদ্বয় একে অপরকে প্রশমিত করতে পারে। একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করে তখন দ্বিতীয় বস্তুটিও প্রথম বস্তুর ওপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। দ্বিতীয় বস্তু কর্তৃক প্রযুক্ত বলকে প্রতিক্রিয়া বল বলা হয়। প্রতিক্রিয়া বল ততক্ষণ থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বল থাকে, স্পষ্টত ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ভিন্ন বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়। তাই ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না।

গ দণ্ডের জড়তার ভ্রামক,

$$I = \frac{1}{12} ML^2$$

$$= \frac{1}{12} \times 0.1 \times 1^2$$

$$= 8.33 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2 \textbf{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,
দণ্ডের ভর, $M = 0.1$ kg
দণ্ডের দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m

ঘ চাকতির ক্ষেত্রে,
স্পর্শকের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,

$$I_1 = I_d + M_1 r_1^2$$

$$= \frac{1}{4} M_1 r_1^2 + M_1 r_1^2$$

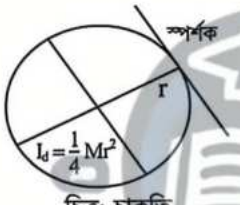
$$= \frac{5}{4} M_1 r_1^2 = \frac{5 \times 0.1 \times (0.1)^2}{4}$$

$$= 1.25 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

∴ চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$$K_1 = \sqrt{\frac{I_1}{M_1}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.25 \times 10^{-3}}{0.1}} = 0.1118 \text{ m}$$



চিত্র: চাকতি

দেওয়া আছে,
চাকতির ভর, $M_1 = 0.1$ kg
চাকতির ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.1$ m

আবার, নিরেট গোলকের জন্য ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,

$$I_2 = \frac{2}{5} M_2 r_2^2$$

$$= \frac{2}{5} \times 0.3 \times (0.078)^2$$

$$= 7.3 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

∴ চক্রগতির ব্যাসার্ধ,

$$K_2 = \sqrt{\frac{I_2}{M_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{7.3 \times 10^{-4}}{0.3}}$$

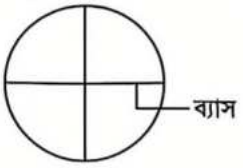
$$= 0.0493 \text{ m}$$

∴ $K_1 > K_2$

দেওয়া আছে,
নিরেট গোলকের ভর, $M_2 = 0.1 + 0.2$
$= 0.3$ kg
আয়তন, $V = 2 \times 10^{-3}$ m^3

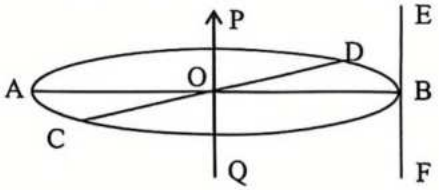
$$\Rightarrow \frac{4}{3} \pi r_2^3 = 2 \times 10^{-3}$$

∴ $r_2 = 0.078$ m



∴ বৃত্তাকার চাকতির চক্রগতির ব্যাসার্ধ, নিরেট গোলকের চক্রগতির ব্যাসার্ধের তুলনায় বেশি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৪ নিচে প্রদর্শিত চাকতির ব্যাস 6 cm এবং ভর 200 g যা প্রতি মিনিটে 5000 বার ঘোরে। এর ভরকেন্দ্রগামী অক্ষ PQ। দুটি ব্যাস যথাক্রমে AB এবং CD, ভরকেন্দ্রগামী PQ অক্ষের সমান্তরাল অক্ষ EF।



(ক) কৌণিক ত্বরণের মাত্রা সমীকরণ বের করো।
(খ) ব্যাংকিং কেন করতে হয়?
(গ) চাকতির PQ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণন গতিশক্তি কত?
(ঘ) AB বা CD ব্যাস অথবা EF অক্ষকে ঘূর্ণন অক্ষ ধরা হলে কোন ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক সংক্রান্ত কোন উপপাদ্য ব্যবহার করতে হবে তা উল্লেখপূর্বক গাণিতিক বিশ্লেষণসহ কোন ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বেশি হবে– সিদ্ধান্ত দাও।

সমাধান:

ক কৌণিক ত্বরণের মাত্রা সমীকরণ: $[\alpha] = [T^{-2}]$

খ অনুভূমিক রাস্তায় হঠাৎ বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি যাতে ছিটকে গিয়ে দুর্ঘটনায় না পড়ে সেজন্য প্রতিটি বাঁকে রাস্তার বাইরের দিক ভিতরের দিকের চেয়ে কিছুটা উঁচু করে তৈরি করা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

অনুভূমিক রাস্তায় গাড়ি জোরে বাঁক নিলে গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যে ক্রিয়াশীল ঘর্ষণ বল চাকার ক্ষতি করে। এই শক্তি কমানোর জন্য ও গাড়ি ছিটকে গিয়ে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা রোধ করার জন্য প্রতিটি বাঁকে ব্যাংকিং করা হয়। এতে প্রতিক্রিয়া বলের আনুভূমিক উপাংশ প্রয়োজনীয় অভিকেন্দ্র বলের যোগান দেয়।

গ PQ অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} I_{PQ} \omega^2$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} mr^2 \omega^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 0.2 \times (0.03)^2 \times (523.6)^2$$

$$= 12.34 \text{ J } \textbf{(Ans.)}$$

দেওয়া আছে,
চাকতির ভর, $m = 0.2$ kg
ব্যাসার্ধ, $r = \frac{d}{2} = 0.03$ m
কৌণিক বেগ,
$\omega = 5000$ rpm
$= \frac{2\pi \times 5000}{60}$ rads^{-1}
$= 523.6$ rads^{-1}

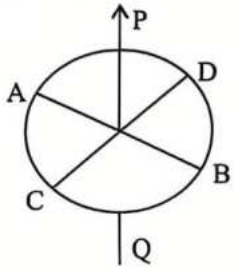
ঘ AB বা CD ব্যাসের জন্য,
লম্ব অক্ষ উপপাদ্য ব্যবহার করে,

$$I_{AB} + I_{CD} = I_{PQ}$$

$$\Rightarrow I_{AB} + I_{AB} = \frac{1}{2} mr^2 \quad [\because I_{AB} = I_{CD}]$$

$$\therefore I_{AB} = \frac{1}{4} mr^2 = \frac{1}{4} \times 0.2 \times (0.03)^2$$

$$= 4.5 \times 10^{-5} \text{ kgm}^2$$



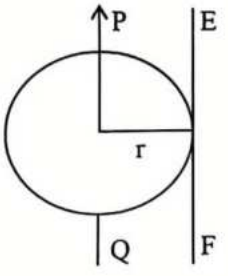
আবার, PQ এর সমান্তরাল EF স্পর্শকের সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য ব্যবহার করে,

$$I_{EF} = I_{PQ} + mr^2 = \frac{1}{2} mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2} mr^2$$

$$= \frac{3}{2} \times 0.2 \times (0.03)^2$$

$$= 2.7 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

∴ $I_{AB} = I_{CD} < I_{EF}$



সুতরাং EF অক্ষকে ঘূর্ণন অক্ষ ধরলে জড়তার ভ্রামক বেশি হবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩৫ তামান্না সার্কাস দেখাতে গিয়ে দুই হাত প্রসারিত করে 1 $revs^{-1}$ বেগে ঘুরছিল। ঘুরতে ঘুরতে ক্লান্ত হয়ে যাওয়ায় সে শক্তি ব্যয় কমানোর জন্য দুই হাত গুটিয়ে নেয়। এতে তার জড়তার ভ্রামক 80 ভাগ কমে যায়।

(ক) ঘূর্ণন জড়তা কাকে বলে?

(খ) একজন সাঁতারু যখন ডাইভিং মঞ্চ থেকে সুইমিংপুলে ডাইভ দেন তখন তার শরীরের অঙ্গভঙ্গি পরিবর্তন করেন কেন?

(গ) হাত গুটানো অবস্থায় প্রতি সেকেন্ডে তামান্নার ঘূর্ণন সংখ্যা কত ছিল?

(ঘ) শক্তি ব্যয় কমানোর জন্য তামান্নার গৃহীত পদক্ষেপ সঠিক ছিল কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে যাচাই করো।

সমাধান:

ক একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারিদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বা ঘূর্ণন জড়তা বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

খ একজন সাঁতারু যখন ডাইভিং মঞ্চ থেকে সুইমিংপুলে ডাইভ দেন তখন তার শরীরের অঙ্গভঙ্গি পরিবর্তন করেন কারণ এতে করে সে জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন করতে পারেন।

কৌণিক ভরবেগ এর নিত্যতা সূত্রের জন্য বাহ্যিক টর্ক প্রযুক্ত না হলে কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে। আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$। এখন, সাঁতারু যখন শরীরকে সংকুচিত করে তখন জড়তার ভ্রামক কমে যায়। কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণের জন্য কৌণিক বেগ (ω) বেড়ে যায়। ফলে সাঁতারু বায়ুতে ভাসমান অবস্থায় খুব দ্রুত ঘূর্ণন দিতে সক্ষম হয়। আবার, পানি স্পর্শ করার মুহূর্তে তার শরীর প্রসারিত করে দেয় ফলে তার জড়তার ভ্রামক বাড়ে এবং কৌণিক বেগ হ্রাস পায়। এভাবে সাঁতারু তার শরীরের অঙ্গভঙ্গি পরিবর্তনের মাধ্যমে জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন ঘটায়।

গ আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার সূত্রানুযায়ী,

$L_1 = L_2$

$\Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

$\Rightarrow I \times 2\pi = 0.2I \times \omega_2$

$\therefore \omega_2 = 10\pi \text{ rads}^{-1}$

ঘূর্ণন সংখ্যা, $n = \frac{10\pi}{2\pi}$

$= 5 \text{ revs}^{-1}$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

আদি কৌণিক বেগ,

$\omega_1 = 1 \text{ revs}^{-1} = 2\pi \text{ rads}^{-1}$

ধরি, আদি জড়তার ভ্রামক = I

চূড়ান্ত জড়তার ভ্রামক,

$I \times 20\% = 0.2\ I$

ঘ দুই হাত প্রসারিত অবস্থায় গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2} I_1\omega_1^2$

$= \frac{1}{2} I \times (2\pi)^2$

$\therefore E_{k_1} = 2\pi^2 I$ .....(i)

দুই হাত গুটানো অবস্থায় গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2} I_2\omega_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.2I \times (10\pi)^2$

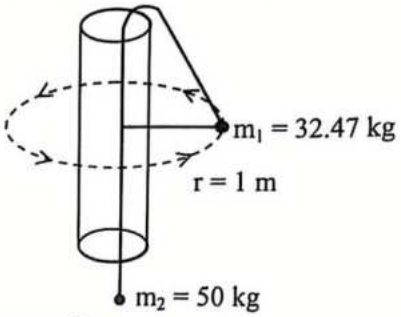
$\therefore E_{k_2} = 10\pi^2 I$ .....(ii)

(ii) ÷ (i) করে, $\Rightarrow \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{10\pi^2 I}{2\pi^2 I} = 5$

$\therefore E_{k_2} = 5E_{k_1}$

সুতরাং, তামান্নাকে পূর্বের তুলনায় আরো বেশি কাজ তথা শক্তি ব্যয় করতে হবে। তাই তার সিদ্ধান্ত সঠিক ছিল না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৬ কোনো একটি সার্কাসে দুইজন সার্কাস শিল্পী একটি মসৃণ উল্লম্ব নলের ভিতর দিয়ে একটি রশি ঢুকিয়ে রশিটির দুইপ্রান্তে দুইজন ধরে প্রথম শিল্পী নলের চারদিকে নির্দিষ্ট কৌণিক বেগে অনুভূমিক তলে ঘূর্ণনের মাধ্যমে দ্বিতীয় শিল্পীকে স্থির অবস্থায় ধরে রাখতে সক্ষম হয়েছে।



(ক) গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কী?

(খ) কৌণিক ভরবেগ ভর ও ব্যাসার্ধ উভয়ের ওপর নির্ভরশীল– ব্যাখ্যা করো।

(গ) প্রথম শিল্পী না ঘুরলে তারা কত ত্বরণে গতিশীল হবে?

(ঘ) উদ্দীপকের ঘটনাটির সফলতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

সমাধান:

ক একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর ওপর দিয়ে স্থির বেগে চলতে থাকে তখন গতীয় ঘর্ষণ বল (f_k) এবং অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়ার (R) অনুপাতকে গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক (μ_k) বলে।

খ ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে কোনো একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

অর্থাৎ, $L = I\omega = mr^2\omega$

$= mr.r\omega$

$= mrv$

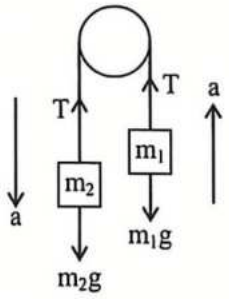
$= mrv$

এখন, v (রৈখিক বেগ) নির্দিষ্ট হলে,

$L \propto m$ এবং $L \propto r$

সুতরাং কৌণিক ভরবেগ বস্তুর ভর ও ঘূর্ণন অক্ষ হতে বস্তুর দূরত্ব তথা ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে।

গ



$m_2 > m_1$ হওয়ায়,

m_2 এর ক্ষেত্রে, $m_2g - T = m_2a$ ..... (i)

m_1 এর ক্ষেত্রে, $T - m_1g = m_1a$ ..... (ii)

$\therefore$ (i) + (ii) করে, $a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_2 + m_1}$

$\Rightarrow a = \frac{(50 - 32.47) \times 9.8}{50 + 32.47}$

$= 2.08 \text{ ms}^{-2}$ **(Ans.)**

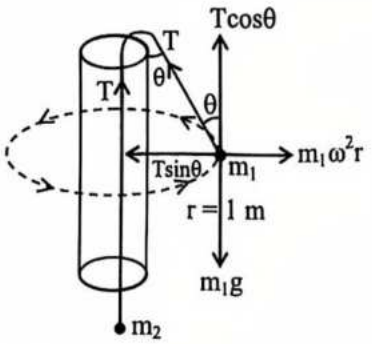
ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ



সাম্যাবস্থায়, $T = m_2g$

m_1 এর ক্ষেত্রে, $T\cos\theta = m_1g$

$\Rightarrow m_2g\cos\theta = m_1g$

$\Rightarrow \cos\theta = \frac{m_1}{m_2}$

আবার, $T\sin\theta = m_1\omega^2r$

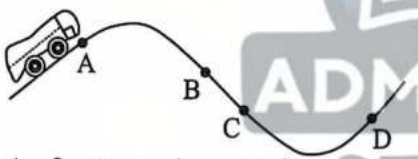
$\Rightarrow m_2g \times \sqrt{1-\left(\frac{m_1}{m_2}\right)^2} = m_1\omega^2r$

$\Rightarrow 50 \times 9.8 \times \sqrt{1-\frac{32.47^2}{50^2}} = 32.47 \times \omega^2 \times 1$

$\therefore \omega = 3.387\ \text{rads}^{-1}$

প্রথম শিল্পী $3.387\ \text{rads}^{-1}$ কৌণিক বেগে ঘুরলে উদ্দীপকের ঘটনাটি সফল হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৭



চিত্রে AB ও CD অংশে ট্রাকটি $108\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে গতিশীল থাকে। রাস্তার AB অংশে ব্যাংকিং কোণ 26° এবং CD অংশের ব্যাংকিং কোণ 18°। ট্রাকটির স্টিয়ারিং এর ব্যাস 40 cm। ড্রাইভার স্ট্রিয়ারিং এ $\vec{F} = (6\hat{j}+\sqrt{3}\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করে।

(ক) সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্যটি বিবৃত কর।

(খ) রৈখিক ত্বরণ ও কৌণিক ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক কী?

(গ) ড্রাইভার স্ট্রিয়ারিং এ কত টর্ক সৃষ্টি করেছিল?

(ঘ) AB ও CD অংশের মধ্যে কোন অংশে ট্রাকটি বেশি কেন্দ্রমুখী বল অনুভব করবে– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও।

সমাধান:

ক যেকোনো অক্ষের সাপেক্ষে কোনো সমতল পাতলা পাতের জড়তার ভ্রামক পাতটির ভারকেন্দ্রগামী তার সমান্তরাল অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং পাতের ভর ও দুই অক্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টির সমান।

খ আমরা জানি,

$v = \omega r$ | যেখানে, v = রৈখিক বেগ, r = ঘূর্ণন ব্যাসার্ধ

উভয়পক্ষকে + এর সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে,

$\frac{dv}{dt} = \frac{d\omega r}{dt} = r \times \frac{d\omega}{dt}$

$\Rightarrow a = r\alpha$ | যেখানে, a = রৈখিক ত্বরণ, α = কৌণিক ত্বরণ

গ দেওয়া আছে,

প্রযুক্ত বল, $\vec{F} = 6\hat{j} + \sqrt{3}\hat{k}$

ব্যাসার্ধ, $r = \frac{40}{2} = 20\ \text{cm} = 0.2\ \text{m}$

$\therefore F = \sqrt{6^2 + (\sqrt{3})^2} = \sqrt{39}\ \text{N}$

$\therefore$ টর্ক, $\tau = rF\sin\theta$

$= 0.2 \times \sqrt{39} \times \sin 90°$ $[\theta = 90°$ ধরে$]$

$= 1.249\ \text{Nm}$ **(Ans.)**

ঘ AB অংশের জন্য,

$\tan\theta_{AB} = \frac{v^2}{r_{AB}g}$

$\Rightarrow r_{AB} = \frac{v^2}{g\tan\theta_{AB}}$

দেওয়া আছে,
বেগ, $v = 108\ \text{kmh}^{-1} = 30\ \text{ms}^{-1}$
ব্যাংকিং কোণ, $\theta_{AB} = 26°$
ব্যাংকিং কোণ, $\theta_{CD} = 8°$

$= \frac{(30)^2}{9.8 \times \tan(30°)} = 188.29\ \text{m}$

$\therefore$ AB অংশে কেন্দ্রমুখী বল, $F_{AB} = \frac{mv^2}{r_{AB}} = (4.78\ \text{m})\ \text{N}$

আবার, CD অংশের জন্য,

$\tan\theta_{CD} = \frac{v^2}{r_{CD}g}$

$\Rightarrow r_{CD} = \frac{v^2}{g\tan\theta_{AB}} = \frac{(30)^2}{9.8 \times \tan(18°)} = 282.64\ \text{m}$

$\therefore$ CD অংশে কেন্দ্রমুখী বল, $F_{CD} = \frac{mv^2}{r_{CD}} = (3.18\text{m})\ \text{N}$

এখন, $\frac{F_{AB}}{F_{CD}} = \frac{4.78\text{m}}{3.17\text{m}}$

$\therefore F_{AB} = 1.5\ F_{CD}$

সুতরাং, AB অংশে ট্রাকটি বেশি কেন্দ্রমুখী বল অনুভব করে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৮ একটি পিচ ঢালা পথে চার চাকার ঘোড়ার গাড়ি চলার সময় দেখা গেল যে, সামনের চাকা দুটির সংযুক্ত ঘূর্ণন দণ্ড 10 Nm টর্ক সৃষ্টি করে, যার 20% রাস্তার ঘর্ষণ এড়াতে ব্যয়িত হয়। গাড়ির সামনের প্রতিটির চাকার ভর 100 kg ও ব্যাস 2 m এবং পিছনের প্রতিটি চাকার ভর 120 kg ও ব্যাস 2.5 m।

(ক) প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে?

(খ) জেট বিমান অনেক উঁচুতে উড়ে কেন– ব্যাখ্যা কর।

(গ) $2000\ \text{rads}^{-1}$ ঘূর্ণন বেগ অর্জন করতে চাকাটির কত সময় লাগবে?

(ঘ) গাণিতিকভাবে প্রমাণ কর যে, 3140 m পথ অতিক্রম করতে সামনের চাকা পিছনের চাকা অপেক্ষা 100 বার বেশি ঘুরবে?

সমাধান:

ক যখন কোনো তরল পদার্থ বা বায়বীয় পদার্থের গতিপথে কোনো স্থিরবস্তু রাখা হয় বা কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থের মাঝ দিয়ে গতিশীল হতে হয় তখন উভয়ের মধ্যে ঘর্ষণ উৎপন্ন হয়। এই ধরনের ঘর্ষণকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।

খ জেট বিমান অনেক উঁচুতে উড়ে কারণ সেখানে বাতাসের ঘর্ষণজনিত বাধা কম। ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে উঠা যায় বায়ুর ঘনত্ব তত কমতে থাকে। ফলে এর মধ্যে দিয়ে গতিশীল বস্তুর উপর বাধা কম কাজ করে। জেট বিমান যেহেতু দ্রুত গতির বিমান। এটি অনেক উঁচুতে উড়লে এর উপর বাতাসের ঘর্ষণজনিত বল কম কাজ করবে যার ফলে বিমানটির তাপমাত্রা সহনশীল মাত্রার মধ্যে থাকবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ ক্রিয়ারত টর্ক,

$\tau_{net} = 80\% \times 10$
$= 8$ Nm

দেওয়া আছে,
প্রযুক্ত টর্ক, $\tau = 10$ Nm
আদি কৌণিক বেগ, $\omega_i = 0$
শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_f = 2000$ rads^{-1}

আবার, $\tau_{net} = I\alpha$

$\Rightarrow \tau_{net} = \frac{1}{2} \times 2 \times mr^2 \times \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$

$\Rightarrow 8 = 100 \times 1^2 \times \frac{2000 - 0}{t}$

$\Rightarrow t = 25000$ s **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি, $s = 2\pi rn$

১ম চাকার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 1$ m
২য় চাকার ব্যাসার্ধ, $r_2 = 1.25$ m

প্রথম চাকার ক্ষেত্রে সরণ,
$s = 2\pi r_1 n_1$

$\Rightarrow n_1 = \frac{3140}{2\pi \times 1}$
$= 500$ rev

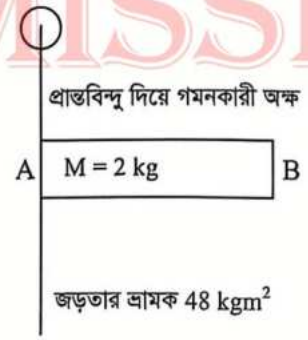
দ্বিতীয় চাকার ক্ষেত্রে সরণ, $s = 2\pi r_2 n_2$

$\Rightarrow n_2 = \frac{3140}{2\pi \times 1.25}$
$= 400$ rev

$\because n_1 > n_2$
$\therefore \Delta n = n_1 - n_2 = 100$ rev
$\therefore$ সামনের চাকা পিছনের চাকা অপেক্ষা 100 বার বেশি ঘুরবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৯ দৃশ্যকল্প-১: একটি ঘনবস্তুর দৈর্ঘ্য 4.4 cm, প্রস্থ 3.5 cm, উচ্চতা 1.4 cm। ঘন বস্তুটির ঘূর্ণন অক্ষ বস্তুটির এক প্রান্তে অবস্থিত এবং বড় অংশগুলোর সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। ঘনবস্তুর ভর 172 g। একজন শিক্ষার্থী ঘনবস্তুর জড়তার ভ্রামক নির্ণয় করে 47×10^{-5} kgm^2।

দৃশ্যকল্প-২:



(ক) কৌণিক সরণ কাকে বলে?

(খ) দেখাও যে, স্থিতিঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_s = \tan\lambda$ [যেখানে, λ = নিশ্চল কোণ]

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এ শিক্ষার্থীদের পর্যবেক্ষণ সঠিক কি-না– বের কর।

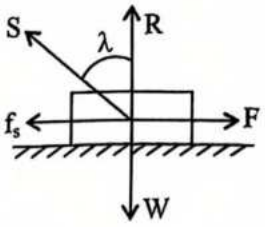
(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ 100 g ভরের একটি বস্তু B প্রান্তের সাথে কেন্দ্রের দিকে 135 N বলে জুড়ে দেওয়া হল। বস্তুটি দন্ড থেকে ছিটকে যেতে দণ্ডটি সেকেণ্ডে কতবার ঘুরবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

সমাধান:

ক বৃত্তপথে ঘূর্ণায়মান একটি কণা একটি নির্দিষ্ট সময়ে বৃত্তের একটি নির্দিষ্ট চাপ পরিভ্রমণ করে। সেই চাপ কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে কৌণিক সরণ বলে।

খ দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থাকলে স্থিতি ঘর্ষণের সীমান্তিক মান ও অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়ার অনুপাতকে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক বলে।

ধরি,
লব্ধি প্রতিক্রিয়া = S
অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া = R
ঘর্ষণ বল = f_s



এখন,
$R = S\cos\lambda$
$f_s = S\sin\lambda$

ঘর্ষণ গুণাঙ্কের সংজ্ঞানুযায়ী,

$\mu_s = \frac{f_s}{R} = \frac{S\sin\lambda}{S\cos\lambda}$

$\therefore \mu_s = \tan\lambda$ [showed]

গ দেওয়া আছে,
ঘনবস্তুর দৈর্ঘ্য, $a = 4.4$ cm $= 0.044$ m
প্রস্থ, $b = 3.5$ cm $= 0.035$ m
উচ্চতা, $c = 1.4$ cm $= 0.014$ m
ভর, $M = 0.172$ kg

দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের সাথে লম্ব বরাবর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে,

$I = \frac{1}{3}M(a^2 + b^2)$

$= \frac{1}{3} \times 0.172 \times (0.044^2 + 0.035^2)$

$= 1.812 \times 10^{-4}$ kgm^2

শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণকৃত জড়তার ভ্রামক,
$I' = 47 \times 10^{-5}$ kgm^2

$\because I > I'$
সুতরাং, শিক্ষার্থীর পর্যবেক্ষণটি সঠিক ছিল না। **(Ans.)**

ঘ দৃশ্যকল্প-২ এ চিত্রে জড়তার ভ্রামক,

$I = \frac{1}{3}Ml^2$

দেওয়া আছে,
দণ্ডের ভর, $M = 2$ kg

$\Rightarrow 48 = \frac{1}{3} \times 2 \times l^2$

$\therefore l = 6\sqrt{2}$ m

এখন, কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = m\omega^2 r$

$\Rightarrow F_c = m\left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 . l$

$\Rightarrow N = \sqrt{\frac{F_c t^2}{m.4\pi^2 l}}$

$= \sqrt{\frac{135 \times 1^2}{0.1 \times 4\pi^2 \times 6\sqrt{2}}}$

$= 2.007$

≈ 2

দেওয়া আছে,
বস্তুর ভর, $m = 0.1$ kg
কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = 135$ N
ব্যাসার্ধ, $r = l = 6\sqrt{2}$ m
সময়, $t = 1$ s

সুতরাং, বস্তুটি দণ্ড থেকে ছিটকে যেতে দণ্ডটি সেকেণ্ডে ২ বার ঘুরবে।
(Ans.)

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ। [ঢা. বো. ২৪; য. বো., দি. বো. ২১]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না, অর্থ্যাৎ ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে, একেই ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র বলে।

২। টর্ক কী? [রা. বো. ২৪; য. বো. ২৩, ১৯; চ. বো., কু. বো., ম. বো. ২২; সি. বো. ২১, ১৭; সম্মিলিত বো. ১৮]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টির জন্য প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামককে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে।

৩। চক্রগতির ব্যাসার্ধ কী?
[য. বো. ২৪; কু. বো., সি. বো., ম. বো. ২৩; ব. বো. ২২, ১৭; চ. বো. ২১]

উত্তর: যদি কোনো দৃঢ় বস্তুর মোট ভর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত আছে মনে করা হয় এবং ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে ঐ বিন্দু ভরের জড়তার ভ্রামক সমগ্র বস্তুটির জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তবে অক্ষ হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলা হয়।

৪। জড়তার ভ্রামক কাকে বলে?
[চ. বো., কু. বো. সি. বো. ২৪; রা. বো. ২৩; চ. বো. ১৯]

উত্তর: একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলে।

৫। ঘূর্ণন অক্ষ কাকে বলে?

উত্তর: ঘূর্ণনশীল কোনো বস্তুর প্রত্যেকটি কণার বৃত্তাকার গতির কেন্দ্রগুলো যে সরলরেখায় অবস্থিত তাকে ঘূর্ণন অক্ষ বলে।

৬। কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? [ব. বো., সি. বো. ২৪; কু. বো. ২১]

উত্তর: ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

৭। নিউটনের গতিসূত্রের সীমাবদ্ধতা লেখ।

উত্তর: নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য হয় না–

i. ক্ষুদ্র ভর বিশিষ্ট কণার ক্ষেত্রে।
ii. বস্তুর ত্বরণ খুব কম ($< 10^{-10} ms^{-2}$) হলে।
iii. আলোর বেগের কাছাকাছি বেগ সম্পন্ন বস্তুর ক্ষেত্রে।

৮। ভরবেগ কাকে বলে?

উত্তর: বস্তুর ভর ও বেগের সমন্বয়ে বস্তুতে যে ধর্মের উদ্ভব হয় তাকে বস্তুর ভরবেগ বলে। ভরবেগ = ভর × বেগ।

৯। জড়তা কাকে বলে?

উত্তর: কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার প্রবণতা বা ধর্মকে জড়তা বলে।

১০। কৌণিক সরণ কাকে বলে?

উত্তর: বৃত্তপথে ঘূর্ণায়মান একটি কণা একটি নির্দিষ্ট সময়ে বৃত্তের একটি নির্দিষ্ট চাপ পরিভ্রমণ করে। সেই চাপ কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে কৌণিক সরণ বলে।

১১। সমবৃত্তীয় গতি কী?

উত্তর: সমকৌণিক বেগবিশিষ্ট গতিকে সমবৃত্তীয় গতি বলে।

১২। সংঘর্ষ কাকে বলে? [য. বো. ২৩]

উত্তর: অতি অল্প সময়ের জন্য বৃহৎ কোনো বল ক্রিয়া করে বস্তুর গতির হঠাৎ ও ব্যাপক পরিবর্তন করাকে সংঘর্ষ বলে।

১৩। নিশ্চল কোণ কী? [ব. বো. ২৩]

উত্তর: অনুভূমিকের সাথে আনত কোনো তলের যে কোণের জন্য আনত তলের উপর অবস্থিত স্থির কোনো বস্তু গতিশীল হওয়ার উপক্রম হয় তাকে নিশ্চল কোণ বলে।

১৪। এক নিউটন বল কী? [দি. বো. ২৩]

উত্তর: 1 kg ভরের বস্তুর উপর যে পরিমাণ বল ক্রিয়া করে 1 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে এক নিউটন বল বলে।

১৫। কৌণিক বেগ কাকে বলে?

উত্তর: সময়ের সাথে কৌণিক সরণের পরিবর্তনের হারকে কৌণিক বেগ বলে।

১৬। বলের ঘাত কাকে বলে?
[ব. বো. ২৩; য. বো. ২২, ১৭; দি. বো. ২২; ঢা. বো. ২২, ২১; কু. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের ক্রিয়াকালের গুণফলই বলের ঘাত।

১৭। টর্কের মাত্রা লিখ।

উত্তর: টর্কের মাত্রা $[ML^2T^{-2}]$

১৮। নিউটনের গতির ১ম সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর: বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

১৯। মৌলিক বলের সংজ্ঞা দাও। [য. বো., ম. বো. ২১]

উত্তর: যেসব বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না তাকে মৌলিক বল বলে।

২০। ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় কর।

উত্তর: ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ, $[P] = [MLT^{-1}]$

২১। বল কী? [ব. বো. ২১, ১৬]

উত্তর: যে বাহ্যিক কারণ বস্তুর স্থির বা গতিশীল অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায় তাকে বল বলে।

২২। ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে নিউটনের ১ম সূত্র লিখ।

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর টর্ক ক্রিয়াশীল না হলে স্থির বস্তু স্থির অবস্থানে এবং ঘূর্ণনরত বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে।

২৩। কেন্দ্রমুখী বল কী?
[চ. বো., কু. বো., দি. বো. ২১; ঢা. বো. ১৫; রা. বো. ১৭; দি. বো. ১৬]

উত্তর: যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে থাকে এবং যে বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে তাকে কেন্দ্রমুখী বা অভিকেন্দ্র বল (Centripetal force) বলা হয়।

২৪। কেন্দ্রমুখী বলের মান কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর: আমরা জানি, কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r}$। অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী বল বস্তুর ভর, বেগ ও কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্ব তথা ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে।

২৫। 1 পাউন্ডাল বল কাকে বলে? [রা. বো. ১৬]

উত্তর: যে বল 1 পাউন্ড ভরবিশিষ্ট কোনো একটি বস্তুতে প্রযুক্ত হয়ে 1 ফুট/সে^{2} ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে 1 পাউন্ডাল বলে।

২৬। বলের ঘাতের মাত্রা লিখ।

উত্তর: বলের ঘাতের মাত্রা = $[MLT^{-1}]$

২৭। অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলতে কী বুঝ?

উত্তর: দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষ হলে যদি বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি সংরক্ষিত না হয় তবে সেই সংঘর্ষকে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

২৮। কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ।

উত্তর: বস্তুর উপর ক্রিয়ারত বহিস্থ লব্ধি টর্ক শূন্য হলে, ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন হবে না। এটিই কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা বা সংরক্ষণ সূত্র।

২৯। ঘূর্ণন গতির জন্য নিউটনের ৩য় সূত্র লিখো।

উত্তর: প্রত্যেক ক্রিয়ামূলক টর্কের একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়ামূলক টর্ক আছে।

৩০। নিউটনের গতির ৩য় সূত্রটি লেখ।

উত্তর: প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩১। লম্ব অক্ষ উপপাদ্য কী?

উত্তর: কোনো পাতলা সমতল পাতের তলে অবস্থিত দুটি পরস্পর লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে পাতটির জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের সমষ্টি ঐ পাতে অবস্থিত দুই অক্ষের ছেদ বিন্দুতে অঙ্কিত লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে পাতটির জড়তার ভ্রামকের সমান হবে।

৩২। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ কত?

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ 180°।

৩৩। ব্যাংকিং কোণ কী?

উত্তর: অনুভূমিক রাস্তায় হঠাৎ বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি যাতে ছিটকে গিয়ে দুর্ঘটনায় না পড়ে সেজন্য প্রতিটি বাঁকে রাস্তার বাইরের দিক ভিতরের দিকের চেয়ে কিছুটা উঁচু করে তৈরি করা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে। অনুভূমিক রেখার সাথে ঐ স্থানে দুই পাশ যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে ব্যাংকিং কোণ বলে।

৩৪। কৌণিক ত্বরণের মাত্রা সমীকরণ বের করো।

উত্তর: কৌণিক ত্বরণের মাত্রা সমীকরণ: $[\alpha] = [T^{-2}]$

৩৫। ঘূর্ণন জড়তা কাকে বলে?

উত্তর: একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারিদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বা ঘূর্ণন জড়তা বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

৩৬। গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কী?

উত্তর: একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর ওপর দিয়ে স্থির বেগে চলতে থাকে তখন গতীয় ঘর্ষণ বল (f_k) এবং অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়ার (R) অনুপাতকে গতীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক (μ_k) বলে।

৩৭। সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্যটি বিবৃত কর।

উত্তর: যেকোনো অক্ষের সাপেক্ষে কোনো সমতল পাতলা পাতের জড়তার ভ্রামক পাতটির ভারকেন্দ্রগামী তার সমান্তরাল অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং পাতের ভর ও দুই অক্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টির সমান।

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর জড়তার ভ্রামক 15 kgm^2 বলতে কী বুঝায়? [ঢা. বো. ২৪; রা. বো. ১৭]

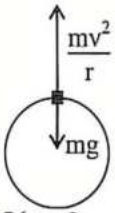
উত্তর: একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারিদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ওই অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

অর্থাৎ, জড়তার ভ্রামক, $I = \sum_{i=1}^{0} m_i r_i^2$

কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর জড়তার ভ্রামক 15 kgm^2 বলতে বুঝায়, বস্তুটির নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টি 15 kgm^2। অন্যভাবে, বস্তুটিতে 1 $rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে বস্তুটির উপর 15 Nm টর্ক প্রয়োগ করতে হবে।

২। উলম্ব বৃত্তাকার তলে পানিভর্তি বালতিকে ঘুরালে পানি পড়ে না কেন? [য. বো. ২৪]

উত্তর:



উলম্ব বৃত্তাকার তলে পানিভর্তি বালতিকে ঘুরালে সর্বোচ্চ বিন্দুতে পানি না পড়লে, $\Rightarrow mg = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{gr}$

অর্থাৎ বালতিকে সর্বনিম্ন $\sqrt{gr}$ বেগে ঘুরালে, পানির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বলের মান পানির ওজনের সমান হয়। এর ফলে পানির উপর ক্রিয়াশীল লব্ধি বল শূন্য হয় এবং বালতি হতে পানি নিচে পড়ে না। আবার বালতিকে $\sqrt{gr}$ অপেক্ষা অধিক বেগে ঘুরানো হলে কেন্দ্রবিমুখী বল ওজন অপেক্ষা বেশি হবে, যার ফলে বালতির পানি নিচে পড়বে না।

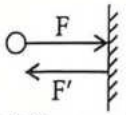
৩। দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে বল পিছনে ফিরে আসে কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো., সি. বো. ২৪; কু. বো. ২১]

উত্তর: প্রতিক্রিয়া বলের কারণে দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে বল পিছনে ফিরে আসে।

নিউটনের তৃতীয় সূত্র: প্রতিটি ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। বল দেয়ালে আঘাত করার সময় দেওয়ালের উপর F বল প্রয়োগ করে। নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে দেয়াল একই পরিমাণ বল বলটির উপর প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলের মান F_1 হলে, $F = -F_1$। প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হওয়ায় বলটি ধাক্কা খেয়ে আবার পিছনে ফিরে আসে।

৪। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার কারণে কোনো বস্তুর সাম্যাবস্থার সৃষ্টি হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪]

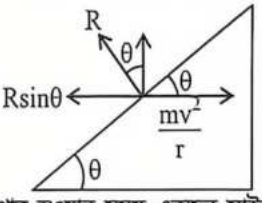
উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর প্রযুক্ত হওয়ায় এরা সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে না।



নিউটনের তৃতীয় সূত্র: প্রতিটি ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। একটি বল দেয়ালে আঘাত করার সময় দেয়ালের উপর F বল প্রয়োগ করে, এ বলের প্রতিক্রিয়া স্বরূপ দেয়াল বলটির উপর F′ বল প্রয়োগ করে, যেখানে F′ = F। অর্থাৎ ক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয় দেয়ালের উপর এবং প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয়ে বলটির উপর। দুটি বল দ্বারা সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হতে হলে তাদের অবশ্যই একটি বস্তুর উপর ক্রিয়া করতে হবে, এক্ষেত্রে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল সমান মান ও বিপরীতমুখী হলেও তারা দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। তাই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি সম্ভব না।

৫। রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু হয় কেন? [ম. বো. ২৪; ব. বো. ২১]

উত্তর: রাস্তায় বাঁক নিতে হলে কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয়। দ্রুতগামী গাড়ির ক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী বল যোগান না পেলে গাড়ি ছিটকে যেতে পারে। এজন্য রাস্তায় ব্যাংকিং করা হয়। অর্থাৎ রাস্তার বাহিরের প্রান্তকে ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা উঁচু করা হয়। এর ফলে প্রতিক্রিয়া বলের একটি উপাংশ গাড়িটির কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দিতে সক্ষম হয় এবং গাড়িটি নিরাপদে বাঁক নিতে পারে। চিত্রের প্রতিক্রিয়া বলের উপাংশ Rsinθ কেন্দ্রমুখী বলকে যোগান দেয়।



৬। বৃত্তাকার পথে বাঁক পার হওয়ার সময় একজন সাইকেল আরোহী হেলে যায় কেন? [রা. বো. ২৩; চ. বো. ২২]

উত্তর: আনুভূমিক রাস্তার বাঁক নিতে হলে বাঁকের স্থলে রাস্তার বাঁকের ভেতরের দিকে নিচু এবং বাইরের দিকে উঁচু করে রাস্তা ঢালু করা থাকে। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

একজন সাইকেল আরোহী বক্রপথে বাঁক নেওয়ার সময় বাঁকের কেন্দ্রের দিকে হেলে থাকতে হয়। কারণ বক্রপথে চলার সময় একটি কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয় যা সমতল রাস্তার চেয়ে অপেক্ষাকৃত কম। ফলে গতিশীল গাড়ি বা যানবাহন কেন্দ্রের বাইরে উল্টে পড়ে। তাই প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল জোগান জন্য এবং গতি জড়তাকে প্রশমিত করতে বক্রপথে ব্যাংকিং তথা রাস্তার বাঁকে ভেতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু করে তৈরি করার প্রয়োজন হয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৭। একজন আরোহী লিফটে উপরে উঠার সময় নিজেকে ভারী মনে করে, ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: লিফটে উপরে ওঠার সময় লিফটির উপরের দিকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয়। ফলে লিফটের সাপেক্ষে আমাদের ত্বরণ g অপেক্ষা বেশি হয়। এ বর্ধিত ত্বরণের জন্য আমরা লিফটের উপর আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি বল প্রয়োগ করি। তখন লিফটও আমাদের উপর আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি মানের বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। ফলে লিফটে উপরে উঠার সময় নিজেকে ভারী মনে হয়।

৮। "একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান কোনো দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামক সংখ্যাগতভাবে এর কৌণিক ভরবেগের সমান।"– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

উত্তর: আমরা জানি, ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এবং কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

অর্থাৎ, জড়তার ভ্রামক I, কৌণিক বেগ ω এবং কৌণিক ভরবেগ L হলে,

$L = I\omega$

এখন, একক সমকৌণিক বেগের ক্ষেত্রে, $\omega = 1$

$\therefore L = I \times 1 = I$

অতএব, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান।

৯। বালুর মধ্যদিয়ে গাড়ি চালাতে সমস্যা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২৩]

উত্তর: যদি কেউ স্বাভাবিক সমতল রাস্তায় গাড়ি চালায় তাহলে গাড়ির চাকা রাস্তার উপরে ক্রিয়া বল প্রয়োগ করে এবং রাস্তারও প্রতিক্রিয়া গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে, ফলে গাড়িটি সামনে এগিয়ে চলতে পারে। কিন্তু যখন বালুর উপর গাড়ি চালানো হয় তখন গাড়ির চাকা বালুর উপরে বল ক্রিয়া করে বালুকে দেবে/ পিছিয়ে দেয়। ফলে প্রতিক্রিয়া বল কম হয় ও বালুর উপর গাড়ির চালাতে সমস্যা হয়।

১০। গতিশীল লিফটে বস্তুর কার্যকর ওজনের তারতম্য ব্যাখ্যা করো। [য. বো. ২৩]

উত্তর: m ভরবিশিষ্ট একজন লোক যখন একটি গতিশীল লিফটের মেঝের উপর দাঁড়িয়ে থাকে, তখন তার দেহের ওজনের জন্য মেঝের উপর একটি নিম্নমুখী বল mg ক্রিয়া করে এবং মেঝে লোকটির উপর একটি ঊর্ধ্বমুখী প্রতিক্রিয়া বল R প্রয়োগ করে।

লিফটের সম্ভাব্য বিভিন্ন ত্বরণ a এর জন্য আপাত ওজন অর্থাৎ প্রতিক্রিয়া বল নিম্নরূপে নির্ণয় করা হল–

i. লিফট যখন a ত্বরণ নিয়ে ওঠে তখন, $R = m(g + a)$ হয়। যা লোকের ওজন mg অপেক্ষা বেশি, তাই লোকটি তখন নিজেকে অপেক্ষাকৃত ভারী অনুভব করে।

ii. লিফট যখন a ত্বরণ নিয়ে নিচে নামে তখন $R = m(g - a)$ হয়। যা লোকটির ওজন mg অপেক্ষা কম। তাই লোকটি নিজেকে অপেক্ষাকৃত হালকা মনে করে।

iii. লিফটের তার ছিঁড়ে লিফটি অবাধে নিজের দিকে পড়তে থাকলে লিফটের নিম্নমুখী ত্বরণ $a = g$ হয়। তাই তখন $R = 0$ হয়ে যায়, ফলে লোকটি নিজেকে সম্পূর্ণ ওজনহীন মনে করে।

১১। রৈখিক ভরবেগের নিত্যতার নীতিতে দিকের গুরুত্ব আছে কি না? আলোচনা কর। [ব. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো বস্তুর ভর এবং রৈখিক বেগের গুণফলকে বস্তুটির রৈখিক ভরবেগ বলে। রৈখিক ভরবেগ একটি ভেক্টর রাশি।

আমরা জানি, রৈখিক ভরবেগ $\vec{P} = m\vec{v}$। যেহেতু ভরবেগ $\vec{P}$ একটি ভেক্টর রাশি, তাই $\vec{P}$ সংরক্ষিত হওয়ার অর্থ হচ্ছে এর মান ও দিক উভয়ই অপরিবর্তিত থাকবে। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র অনুসারে সংঘর্ষের পূর্বে ব্যবস্থার ভরবেগের ভেক্টর সমষ্টি আর সংঘর্ষের পরে ব্যবস্থার ভরবেগের ভেক্টর সমষ্টি সর্বদা সমান থাকে। তাই রৈখিক ভরবেগের নিত্যতার নীতিতে দিকের গুরুত্ব রয়েছে।

১২। ব্যাংকিং কোণের মান বাড়ালে রাস্তার বাঁকে গাড়ি চালানোর গতিসীমা বাড়ে–ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২৩]

উত্তর: আনুভূমিক রাস্তার বাঁক নিতে হলে বাঁকের স্থলে রাস্তার বাঁকের ভেতরের দিকে নিচু এবং বাইরের দিকে উঁচু করে রাস্তা ঢালু করা থাকে। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$, যেখানে θ = ব্যাংকিং কোণ

উক্ত সমীকরণ থেকে দেখা যায়, $\tan\theta$ ও v^2 পরস্পর সমানুপাতিক। এখন θ এর মান বাড়ালে $\tan\theta$ এর মানও বাড়ে। তাই সর্বোচ্চ বেগের (v) মানও বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ব্যাংকিং কোণের মান বাড়ালে রাস্তার বাঁকে গাড়ি চালানোর গতিসীমা বাড়ে।

১৩। রাস্তার ব্যাংকিং এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২; চ. বো. ১৭; ঢা. বো. ১৬]

উত্তর: বাঁকের মুখের রাস্তার তলকে আনুভূমিক তলের সাথে হেলিয়ে রাখতে হয় যাতে রাস্তার বাইরের দিক ভেতরের দিকের চেয়ে উঁচুতে থাকে। একে ব্যাংকিং বলে।

কোনো গাড়ি যখন রাস্তা বাঁক নেয়, তখন বক্রপথে বাঁক নেওয়ার জন্য একটি কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয়। এই কেন্দ্রমুখী বলের জোগান না পেলে গাড়ি রাস্তা থেকে ছিটকে যেতে পারে। তাই দুর্ঘটনা এড়াতে বাঁক নেওয়ার জায়গায় রাস্তার বাইরের দিক ভেতরের দিকের চেয়ে উঁচুতে রাখা হয়। ফলে কেন্দ্রমুখী বল সৃষ্টি হয় এবং এ বলের কারণে গাড়িটি বাঁক নেওয়ার সময় রাস্তা থেকে ছিটকে যায় না।

১৪। দুটি সমান ভরের বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বস্তুদ্বয় পরস্পর বেগ বিনিময় করে– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: m ভরের একটি বস্তু u_1 বেগে চলতে চলতে u_2 বেগে চলমান m ভরের বস্তুর সাথে সংঘর্ষ করল এবং তাদের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে মোট ভরবেগ ও গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকবে।

$$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2$$

এবং $$v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}u_2 + \frac{2m_1}{m_1 + m_2}u_1$$

এখন, $m_1 = m_2$ হলে, $v_1 = u_2$ এবং $v_2 = u_1$

তাই বলা যায়, দুটি সমান ভরের বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে পরস্পর বেগ বিনিময় করে।

১৫। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২২]

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল একই বস্তুর ওপর প্রযুক্ত না হওয়ায় এরা একে অপরকে প্রশমিত করতে পারে না।

কোনো বস্তুর ওপর একই বিন্দুতে দুইটি সমমানের বিপরীতমুখী বল ক্রিয়া করলে বলদ্বয় একে অপরকে প্রশমিত করতে পারে। একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করে তখন দ্বিতীয় বস্তুটিও প্রথম বস্তুর ওপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। দ্বিতীয় বস্তু কর্তৃক প্রযুক্ত বলকে প্রতিক্রিয়া বল বলা হয়। প্রতিক্রিয়া বল ততক্ষণ থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বল থাকে, স্পষ্টত ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ভিন্ন বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়। তাই ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না।

১৬। সমবেগে উঠানামা করা লিফটের যাত্রীর ওজনের পরিবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: একজন যাত্রী যখন লিফটের ভেতর দাঁড়িয়ে থাকে তখন তার দেহের ওজন (mg) লিফটের মেঝের উপর ক্রিয়া করে এবং একই সাথে লিফটের মেঝে যাত্রীর উপর প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে।

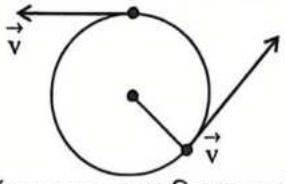
লিফটটি যখন সমবগে উঠানামা করে তখন তার ত্বরণ, $a = 0$। অর্থাৎ $R = mg$ কেবল ক্রিয়া করে। তাই সমবেগে উঠানামা করার ক্ষেত্রে লোকটির উপর তার নিজের ওজনের সমান প্রতিক্রিয়া বল ক্রিয়া করায় লোকটির ওজনের কোনো আপাত হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটে না।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৭। বৃত্তাকার পথে বস্তুর সমবেগে চলা সম্ভব নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

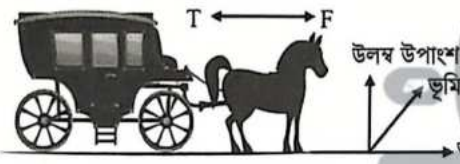
উত্তর: বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর বেগের দিক প্রতি মুহূর্তে পরিবর্তিত হতে থাকে।



বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর বেগের দিক বৃত্তের পরিধির উপর ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক বরাবর। পরিধির বিভিন্ন বিন্দুতে স্পর্শকের অভিমুখ বিভিন্ন হয় বলে বেগের দিক প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়। বেগ একটি ভেক্টর রাশি। বেগের মান অথবা দিক অথবা উভয়ের পরিবর্তনের কারণে বেগ পরিবর্তিত হয় তাই বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তুর সমবেগে চলা সম্ভব নয়।

১৮। আরোহীসহ ঘোড়ার গাড়ি সামনের দিকে এগোয় কি করে? [রা. বো. ২৪]

উত্তর: গাড়িটিকে সামনের দিকে চালাবার জন্য ঘোড়া মাটির উপর তির্যকভাবে বল প্রয়োগ করে। সঙ্গে সঙ্গে মাটি ঘোড়ার উপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল R প্রয়োগ করে। এই বলকে অনুভূমিক দিকে এবং উলম্ব দিকে যথাক্রমে F_H এবং F_V উপাংশে বিশ্লেষণ করা যায়। উলম্ব উপাংশ F_V ঘোড়ার ওজনকে প্রশমিত করে। এখন যদি অনুভূমিক উপাংশ F_H ঘোড়ার উপর গাড়ি দ্বারা পেছনের দিকে প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বল (T)-এর চেয়ে বেশি হয়, তাহলে ($F_H - T$) বলের ক্রিয়ায় ঘোড়া সামনের দিকে এগিয়ে যায় অর্থাৎ গাড়িটি সামনের দিকে এগিয়ে যায়।



১৯। ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান কিন্তু রৈখিক বেগ ভিন্ন ভিন্ন কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২১; চা. বো. ১৬]

উত্তর: কোনো বিন্দুর রৈখিক বেগ ঘূর্ণন অক্ষ থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্বের ওপর নির্ভর করে পরিবর্তিত হয়।

$$\text{বৈদ্যুতিক পাখার রৈখিক বেগ} = \frac{\text{বৃত্তপথের পরিধি}}{\text{পরিধির সমান দূরত্ব অতিক্রমের সময়}}$$

$$\Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

$\therefore v \propto r$

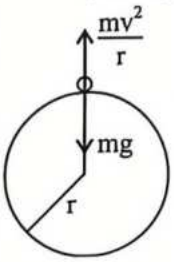
$\therefore$ রৈখিক বেগ ঘূর্ণন অক্ষ থেকে দূরত্বের সমানুপাতিক।

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{v}{r}$

ঘূর্ণন অক্ষ থেকে দূরত্ব বাড়লে রৈখিক বেগও সমানুপাতিকভাবে বাড়বে। তাই কৌণিক বেগ ধ্রুব থাকবে। এজন্য সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান হলেও রৈখিক বেগ ভিন্ন।

২০। উলম্ব তলে ঘূর্ণায়মান রোলার কোস্টারের যাত্রী নিচে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২১]

উত্তর: উলম্ব তলে ঘূর্ণনের সর্বোচ্চ বিন্দুতে যাত্রীর ওজন কেন্দ্রবিমুখী বলের সমান হলে যাত্রী নিচে পড়ে যাবে না।



বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনের কারণে রোলার কোস্টারের যাত্রী সর্বদা একটি কেন্দ্রবিমুখী বল অনুভব করে। বৃত্তাকার পথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে যাত্রীর ওজন খাড়া নিচের দিকে ও কেন্দ্রবিমুখী বল খাড়া উপরের দিকে ক্রিয়া করে। দুটি বলের মান সমান হলে তারা পরস্পরকে নিষ্ক্রিয় করে দেয় এবং যাত্রীর নিচে পড়ার কোনো সম্ভাবনা থাকে না।

এখানে, $mg = \frac{mv^2}{r}$

$\therefore v = \sqrt{gr}$

হয় তবে যাত্রী রোলার কোস্টারের সাপেক্ষে স্থির থাকবে।

২১। রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগের মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর: রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগের পার্থক্য নিম্নরূপ:

রৈখিক বেগ	কৌণিক বেগ
রৈখিক বেগের মাত্রা LT^{-1}	কৌণিক বেগের মাত্রা T^{-1}
রৈখিক বেগের একক ms^{-1}	কৌণিক বেগের একক $rads^{-1}$
এটি সরলরৈখিক ও ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য	এটি ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য
বস্তু সমরৈখিক বেগে চললে এর রৈখিক ত্বরণ থাকে না	বস্তু সমকৌণিক বেগে চললেও এর রৈখিক ত্বরণ থাকে

২২। ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২১]

উত্তর: যে বলের বিরুদ্ধে করা কাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয় তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে। কোনো বস্তুকে একটি অমসৃণ তলের উপর দিয়ে টেনে নিয়ে যাওয়ার সময় ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। অমসৃণ তলটি অনুভূমিক হলে এই কৃতকাজ বস্তুটির মধ্যে স্থিতিশক্তিরূপে সঞ্চিত হয় না এবং বস্তুটিও কোনো কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে না। বস্তুটিকে আবার প্রাথমিক অবস্থায় ফিরিয়ে আনার সময় ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। সুতরাং ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজের পুনরুদ্ধতার সম্ভব নয়। তাই ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল।

২৩। নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার সময় নৌকা পিছিয়ে যায় কেন? [দি. বো. ২১]

উত্তর: লাফ দেওয়ার পূর্বে এবং পরে ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে বলে নৌকা পিছিয়ে যায়।

ধরি, লাফ দেওয়ার পূর্বে নৌকা ও ব্যক্তি স্থির ছিল। ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে,

$p_i = p_f$

$\Rightarrow 0 = mv + MV$

$\therefore V = -\frac{mv}{M}$

যেখানে,
m = ব্যক্তির ভর
M = নৌকার ভর
v = ব্যক্তির লাফ দেওয়ার বেগ
V = নৌকার শেষ বেগ

এক্ষেত্রে লাফ দেওয়ার পর নৌকার বেগ ঋণাত্মক দ্বারা বোঝায়, নৌকাটি ব্যক্তির লাফ দেওয়ার বিপরীত দিকে গতিশীল হবে। অর্থাৎ নৌকাটি V বেগে পিছিয়ে যাবে।

২৪। কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ নির্ণয় করো।

উত্তর: কৌণিক ভরবেগ, $L = rp$

$= rmv$

মাত্রা $= [L] \times [MLT^{-1}] = [ML^2T^{-1}]$

সুতরাং কৌণিক ভরবেগের মাত্রা $[ML^2T^{-1}]$

২৫। রৈখিক ত্বরণ ও কৌণিক ত্বরণের মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ কর।

উত্তর: রৈখিক ত্বরণ ও কৌণিক ত্বরণের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ:

রৈখিক ত্বরণ	কৌণিক ত্বরণ
১. কোনো গতিশীল বস্তুর রৈখিক বেগের পরিবর্তনের হারকে রৈখিক ত্বরণ বলে।	১. কোনো বস্তুর কৌণিক বেগের পরিবর্তনের হারকে কৌণিক ত্বরণ বলে।
২. রৈখিক ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$	২. কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t}$
৩. একক: ms^{-2}	৩. একক: $rads^{-2}$
৪. মাত্রা $= [LT^{-2}]$	৪. মাত্রা $= [T^{-2}]$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৬। ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে জড়তা বলে। রৈখিক গতির ক্ষেত্রে ভর হচ্ছে জড়তার পরিমাপক। ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে ঘূর্ণন অক্ষ হতে বস্তুর সকল কণার ভর ও এদের স্ব স্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টি হচ্ছে জড়তার ভ্রামক। এক্ষেত্রে যার জড়তার ভ্রামক বেশি তাকে ঘুরাতে বেশি শক্তি দরকার হয়। আবার বলা যায়, ঘূর্ণন অক্ষ হতে বস্তুর সকল কণার দূরত্ব নির্দিষ্ট হলে ভর যার বেশি হবে জড়তার ভ্রামক তার বেশি হবে। এজন্য ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য।

২৭। নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান কোনো ব্যক্তির জড়তার ভ্রামক অর্ধেক হলে কৌণিক গতি দ্বিগুণ হয়– এর তাৎপর্য লিখ। [ব. বো. ১৭]

উত্তর: ধরি, নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান কোনো ব্যক্তির জড়তার ভ্রামক = I_1
এবং কৌণিক বেগ = ω_1
কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা সূত্রানুযায়ী,

$$L_1 = L_2$$
$$\Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$
$$\Rightarrow I_1\omega_1 = \frac{I_1}{2}\omega_2 \qquad \left[\text{প্রশ্নমতে, } I_2 = \frac{I_1}{2}\right]$$
$$\therefore \omega_2 = 2\omega_1$$

সুতরাং কোন ব্যক্তির নিজ অক্ষের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় জড়তার ভ্রামক অর্ধেক হলে কৌণিক গতি দ্বিগুণ হয়।

২৮। একটি বস্তু ω সমকৌণিক বেগে ঘুরলে এর কৌণিক ভরবেগ কখন ধ্রুবক থাকে? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: ধরি, একটি বস্তু ω কৌণিক বেগে r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরছে এবং রৈখিক ভরবেগ = p

$$\therefore \text{কৌণিক ভরবেগ, } L = rp\sin\theta = rp \quad [\text{বৃত্তাকার পথে } \theta = 90^\circ]$$
$$= rmv = rmr\omega = mr^2\omega = I\omega$$

এখানে, সমকৌণিক বেগে ঘুরলে ω ধ্রুবক।

$$\therefore L \propto I$$

সুতরাং বস্তুর কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক হবে যদি বস্তুটির জড়তার ভ্রামক ধ্রুবক হয়।

২৯। দেখাও যে, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র প্রতিপাদন করা যায়।

উত্তর: বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \ldots\ldots(i)$$

এখন, সংঘর্ষের আগে ১ম বস্তুর ভরবেগ, $P_1 = m_1u_1$
এবং সংঘর্ষের পরে ১ম বস্তুর ভরবেগ, $P_2 = m_1v_1$

$$\therefore \text{ভরবেগের পরিবর্তন, } P_1 - P_2 = m_1(v_1 - u_1)$$

অনুরূপভাবে ২য় বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন, $P_1' - P_2' = m_2(v_2 - u_2)$
(i) নং হতে পাই, $m_1(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$
যদি ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া t সময় ধরে স্থায়ী হয়,

$$m_1\frac{v_1 - u_1}{t} = -m_2\frac{v_2 - u_2}{t}$$
$$\Rightarrow m_1a_1 = -m_1a_2$$
$$\therefore F_1 = -F_2$$ যা নিউটনের ৩য় সূত্রকে নির্দেশ করে।

৩০। প্রমাণ কর: $L = I\omega$

উত্তর: আমরা জানি,
কৌণিক ভরবেগ = ব্যাসার্ধ ভেক্টর × রৈখিক ভরবেগ

$$\Rightarrow \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$
$$\therefore \vec{L} = \hat{n}rp\sin\theta$$

এখন, $|\vec{L}| = L = rp\sin\theta$
$\Rightarrow L = rp$ [$\theta = 90^\circ$ ধরে]
$\Rightarrow L = r.mv$ [$\because p = mv$]
$\Rightarrow L = mr.r\omega$ [$\because v = r\omega$]
$\Rightarrow L = mr^2\omega$
$\therefore L = I\omega$ [$\because I = mr^2$] **(Proved)**

৩১। জানালার কাঁচে ঢিল মারলে কাঁচটি টুকরো টুকরো হলেও বন্দুকের গুলি আঘাত করলে একটি ছোট গর্ত হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: জানালার কাঁচে ঢিল মারলে তা টুকরো টুকরো হয়ে ভেঙ্গে যায় কিন্তু বন্দুকের গুলি আঘাত করলে শুধুমাত্র একটি ছোট গর্ত হয়। কারণ গুলির বেগ ঢিলের বেগের থেকে অনেক বেশি। এক্ষেত্রে ঢিল যখন জানালা স্পর্শ করে তখন সংঘর্ষের সময়কাল গুলির সংঘর্ষের সময়কাল অপেক্ষা বেশি হয়। ফলে ঢিলের সমস্ত গতিশক্তি সংঘর্ষকালীন শুধুমাত্র সংস্পর্শ অঞ্চলে সীমাবদ্ধ না থেকে সমগ্র কাঁচে ছড়িয়ে পড়ে এবং কাঁচটি টুকরো আকারে ভেঙ্গে যায়। অন্যদিকে গুলির সংঘর্ষকালীন সময় অনেক কম হওয়ায় এর সমস্ত গতিশক্তি এর স্পর্শ অঞ্চলে ক্রিয়া করে। তাই গুলির আঘাতে ছোট গর্ত তৈরি হয়।

৩২। নিউটনের গতির ২য় সূত্র ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: নিউটনের ২য় সূত্রটি হলো–
ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। এই বল যেদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

অর্থাৎ, ভরবেগের পরিবর্তনের হার, $\frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$

নিউটনের ২য় সূত্রানুযায়ী, $\vec{F} \propto \frac{d\vec{P}}{dt}$

$$= k.\frac{d\vec{P}}{dt}$$
$$= k.\frac{d}{dt}(m\vec{v})$$
$$= k.m\vec{a}$$

একক বলের সংজ্ঞানুযায়ী, $k = 1$ বসিয়ে, $\vec{F} = m\vec{a}$

এই সূত্রের সাহায্যে বলের অভিমুখ, পরিমাণ, গুণগত বৈশিষ্ট্য, ত্বরণের সঙ্গে বলের সম্পর্ক, একক বল, বলের একক ও বলের নিরপেক্ষ নীতি সম্পর্কে জানা যায়।

৩৩। একজন সাঁতারু যখন ডাইভিং মঞ্চ থেকে সুইমিংপুলে ডাইভ দেন তখন তার শরীরের অঙ্গভঙ্গি পরিবর্তন করেন কেন?

উত্তর: একজন সাঁতারু যখন ডাইভিং মঞ্চ থেকে সুইমিংপুলে ডাইভ দেন তখন তার শরীরের অঙ্গভঙ্গি পরিবর্তন করেন কারণ এতে করে সে জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন করতে পারেন।

কৌণিক ভরবেগ এর নিত্যতা সূত্রের জন্য বাহ্যিক টর্ক প্রযুক্ত না হলে কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে। আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$। এখন, সাঁতারু যখন শরীরকে সংকুচিত করে তখন জড়তার ভ্রামক কমে যায়। কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণের জন্য কৌণিক বেগ (ω) বেড়ে যায়। ফলে সাঁতারু বায়ুতে ভাসমান অবস্থায় খুব দ্রুত ঘূর্ণন দিতে সক্ষম হয়। আবার, পানি স্পর্শ করার মুহূর্তে তার শরীর প্রসারিত করে দেয় ফলে তার জড়তার ভ্রামক বাড়ে এবং কৌণিক বেগ হ্রাস পায়। এভাবে সাঁতারু তার শরীরের অঙ্গভঙ্গি পরিবর্তনের মাধ্যমে জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন ঘটায়।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৪। দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে একজন অ্যাথলেটকে অনেক দূর হতে দৌড়াতে হয় কেন?

উত্তর: দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে একজন অ্যাথলেট অনেক দূর হতে দৌড়ে আসে। দৌড়ের মাধ্যমে অ্যাথলেট পর্যাপ্ত ভরবেগ ও গতি অর্জন করে যা তাকে দীর্ঘ পথ লাফ দিয়ে অতিক্রম করতে সহায়তা করে।

আমরা জানি, ভরবেগ $p = mv$

এখন, বেগ যত বেশি হবে বস্তুর ভরবেগ তত বেশি। ভরবেগ যত বেশি হবে বস্তুর গতিশক্তি তত বেশি অর্জন করবে। কারণ,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{p^2}{2m}$

এই গতিশক্তির জন্য অ্যাথলেট বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে। তাই দীর্ঘ লাফ দেয়ার আগে অ্যাথলেটকে অনেক দূর হতে দৌড়ে আসতে হয়।

৩৫। ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীত হলেও তারা সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করতে পারে না কেন? [দি. বো. ২২]

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল একই বস্তুর ওপর প্রযুক্ত না হওয়ায় এরা একে অপরকে প্রশমিত করতে পারে না।

কোনো বস্তুর ওপর একই বিন্দুতে দুইটি সমমানের বিপরীতমুখী বল ক্রিয়া করলে বলদ্বয় একে অপরকে প্রশমিত করতে পারে। একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করে তখন দ্বিতীয় বস্তুটিও প্রথম বস্তুর ওপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। দ্বিতীয় বস্তু কর্তৃক প্রযুক্ত বলকে প্রতিক্রিয়া বলা হয়। প্রতিক্রিয়া বল ততক্ষণ থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বল থাকে, স্পষ্টত ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ভিন্ন বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়। তাই ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না।

৩৬। ব্যাংকিং কেন করতে হয়?

উত্তর: অনুভূমিক রাস্তায় হঠাৎ বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি যাতে ছিটকে গিয়ে দুর্ঘটনায় না পড়ে সেজন্য প্রতিটি বাঁকে রাস্তার বাইরের দিক ভিতরের দিকের চেয়ে কিছুটা উঁচু করে তৈরি করা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

অনুভূমিক রাস্তায় গাড়ি জোরে বাঁক নিলে গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যে ক্রিয়াশীল ঘর্ষণ বল চাকার ক্ষতি করে। এই শক্তি কমাবার জন্য ও গাড়ি ছিটকে গিয়ে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা রোধ করার জন্য প্রতিটি বাঁকে ব্যাংকিং করা হয়। এতে প্রতিক্রিয়া বলের আনুভূমিক উপাংশ প্রয়োজনীয় অভিকেন্দ্র বলের যোগান দেয়।

৩৭। জেট বিমান অনেক উঁচুতে উড়ে কেন– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: জেট বিমান অনেক উঁচুতে উড়ে কারণ সেখানে বাতাসের ঘর্ষণজনিত বাধা কম।

ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে উঠা যায় বায়ুর ঘনত্ব তত কমতে থাকে। ফলে এর মধ্যে দিয়ে গতিশীল বস্তুর উপর বাধা কম কাজ করে। জেট বিমান যেহেতু দ্রুত গতির বিমান। এটি অনেক উঁচুতে উড়লে এর উপর বাতাসের ঘর্ষণজনিত বল কম কাজ করবে যার ফলে বিমানটির তাপমাত্রা সহনশীল মাত্রার মধ্যে থাকবে।

৩৮। দেখাও যে, স্থিতিঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_s = \tan\lambda$ [যেখানে, λ = নিশ্চল কোণ]

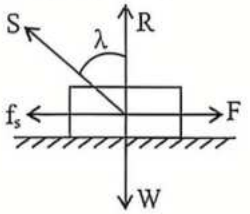
উত্তর: দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থাকলে স্থিতি ঘর্ষণের সীমান্তিক মান ও অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়ার অনুপাতকে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক বলে।

ধরি,

লব্ধি প্রতিক্রিয়া = S

অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া = R

ঘর্ষণ বল = f_s



এখন,

$R = S\cos\lambda$

$f_s = S\sin\lambda$

ঘর্ষণ গুণাঙ্কের সংজ্ঞানুযায়ী,

$\mu_s = \frac{f_s}{R} = \frac{S\sin\lambda}{S\cos\lambda}$

$\therefore \mu_s = \tan\lambda$ **[Showed]**

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

নিউটনের গতির প্রথম সূত্র ও জড়তার ভ্রামক

১। 'যদি কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ না করা হয় তাহলে তার ত্বরণ শূন্য হয়'– এটি নিউটনের কোন গতিসূত্রের বিকল্প বিবৃতি?

ক প্রথম সূত্র　　খ দ্বিতীয় সূত্র

গ তৃতীয় সূত্র　　ঘ চতুর্থ সূত্র

উত্তর: ক প্রথম সূত্র

ব্যাখ্যা: নিউটনের গতির প্রথম সূত্র অনুযায়ী, বাহ্যিক কোনো বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু স্থির থাকে এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে গতিশীল থাকে অর্থাৎ তাতে কোনো ত্বরণ থাকে না।

২। নিউটনের গতির প্রথম সূত্রে দুটি বিষয়ে ধারণা পাওয়া যায়। সেগুলো হচ্ছে–

ক বল ও ভরবেগ　　খ বল ও জড়তা

গ জড়তা ও শক্তি　　ঘ জড়তা ও ভরবেগ

উত্তর: খ বল ও জড়তা

ব্যাখ্যা: নিউটনের গতির ১ম সূত্র থেকে জানা যায়, বলই একমাত্র বস্তুর গতির অবস্থাকে পরিবর্তন করতে পারে, স্থিতিশীলী বস্তুকে গতিশীল করে বা করতে চায় এবং গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়। বস্তুর নিজ অবস্থান সর্বদা ধরে রাখার প্রবণতা তথা জড়তা সম্বন্ধেও এখান থেকেই জানা যায়।

৩। জড়তার পরিমাপ করা হয় নিচের কোনটির সাহায্যে?

ক বল　　খ বেগ

গ ত্বরণ　　ঘ ভর

উত্তর: ঘ ভর

ব্যাখ্যা: বস্তুস্থিত মোট পদার্থের পরিমাণ বা ভরই হল বস্তুর জড়তার পরিমাপ।

৪। স্থিতি জড়তার উদাহরণ কোনটি? [সি. বো. ২১]

ক ঘোড়ার গাড়ি টানা　　খ ধূলিময় পোশাকে আঘাত করা

গ বড় নৌকার গুণ টানা　　ঘ বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়া

উত্তর: খ ধূলিময় পোশাকে আঘাত করা

ব্যাখ্যা: ধূলিময় পোশাকে আঘাত করলে দেখা যায় যে, পোশাক আঘাতে সরে গেলেও স্থিতি জড়তার কারণে ধূলি বাতাসে কিছুক্ষণ ভেসে থাকে।

৫। চলন্ত গাড়ি হঠাৎ থেমে গেলে আরোহী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে কোনটির কারণে?

ক বলের প্রতিক্রিয়া　　খ স্থিতি জড়তা

গ গতি জড়তা　　ঘ বাতাসের চাপ

উত্তর: গ গতি জড়তা

ব্যাখ্যা: গাড়ি চলন্ত অবস্থায় আরোহীও গতিশীল থাকে। তখন গাড়ি হঠাৎ থেমে গেলে গতি জড়তার কারণে আরোহী কিছুটা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন।

৬। গাড়ি হঠাৎ চলতে শুরু করলে কোনটির কারণে আরোহী পিছনের দিকে হেলে পড়ে?

ক স্থিতি জড়তা　　খ বলের প্রতিক্রিয়া

গ গতি জড়তা　　ঘ বাতাসের বাধা

উত্তর: ক স্থিতি জড়তা

ব্যাখ্যা: গাড়ি স্থির থাকাকালীন আরোহীও স্থির থাকে। গাড়ি হঠাৎ চলতে আরম্ভ করলে স্থিতি জড়তার জন্য আরোহী পিছনের দিকে হেলে পড়ে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৭। একজন এ্যাথলেট লং জাম্প দেওয়ার পূর্বে কিছুটা পথ দৌড়ায়-এর কারণ-
ক স্থিতিজড়তা বৃদ্ধির জন্য খ গতিজড়তা বৃদ্ধির জন্য
গ ক্রিয়াবল বৃদ্ধির জন্য ঘ প্রতিক্রিয়া বল বৃদ্ধির জন্য
উত্তর: খ গতিজড়তা বৃদ্ধির জন্য
ব্যাখ্যা: গতি জড়তা যতটা বাড়াতে পারবে জাম্প দেওয়ার পর তত বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে। এজন্য এ্যাথলেট লং জাম্প দেওয়ার পূর্বে কিছুটা পথ দৌড়ায়।

৮। বস্তুর গতি জড়তা কোনটির সমানুপাতিক? [ঢা. বো. ২৪]
ক ভর খ বেগ
গ ভরবেগ ঘ বল
উত্তর: গ ভরবেগ
ব্যাখ্যা: ভরবেগের হ্রাস-বৃদ্ধিতে গতি জড়তার হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে।

৯। যে বলের কারণে বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরে সেই বল যদি প্রত্যাহার করে নেওয়া হয় তা হলে বস্তুটি গতিজড়তার কারণে– [রা. বো. ২৪]
(i) স্পর্শক বরাবর ছুটে যাবে
(ii) ঐ মুহূর্তে বেগের দিক বরাবর ছুটে যাবে
(iii) ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রের দিকে ছুটে যাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ক i ও ii
ব্যাখ্যা: বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত বস্তুর বেগের দিক হবে স্পর্শক বরাবর। ঘূর্ণনরত অবস্থায় বল প্রত্যাহার করা হলে বস্তু তার বেগের দিক তথা স্পর্শক বরাবর ছুটে যাবে।

নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র ও বলের ধারণা

১০। জানা ভরের একটি গাড়ি সমত্বরণে গতিশীল। গাড়িটির উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল পাওয়া যাবে কোন সূত্র প্রয়োগ করে?
ক নিউটনের ১ম সূত্র খ নিউটনের ২য় সূত্র
গ নিউটনের ৩য় সূত্র ঘ স্টোকস-এর সূত্র
উত্তর: খ নিউটনের ২য় সূত্র
ব্যাখ্যা: নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে প্রাপ্ত $F = ma$ থেকে সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল লব্ধি বল পাওয়া যায়।

১১। নিউটনের গতির ২য় সূত্র অনুযায়ী নিম্নের কোনটি সঠিক নয়?
ক বস্তুর ত্বরণ প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক
খ বলের অভিমুখই ত্বরণের অভিমুখ
গ বল যতক্ষণ ক্রিয়া করে ততক্ষণ ত্বরণ থাকবে
ঘ একাধিক বলের ক্ষেত্রে একের ক্রিয়া অন্যের দ্বারা প্রভাবিত হয়
উত্তর: ঘ একাধিক বলের ক্ষেত্রে একের ক্রিয়া অন্যের দ্বারা প্রভাবিত হয়
ব্যাখ্যা: একাধিক বলের ক্ষেত্রে প্রতিটি বলই অন্য কোনো বল দ্বারা প্রভাবিত হয় না। প্রত্যেকেই স্বাধীনভাবে ক্রিয়ারত থাকে।

১২। মৌলিক বলকে কয়ভাগে ভাগ করা যায়? [য. বো. ২২]
ক ২ খ ৩
গ ৪ ঘ ৯
উত্তর: গ ৪
ব্যাখ্যা: মৌলিক বল ৪ (চার) ধরনের। যথা: সবল নিউক্লিয় বল, দুর্বল নিউক্লীয় বল, তড়িৎ চুম্বকীয় বল, মহাকর্ষ বল।

১৩। নিউটনের গতি সূত্রের সীমাবদ্ধতা কোনটি?
(i) বস্তুর ভরকে ধ্রুব বিবেচনা করা হয়
(ii) বেগ আলোর বেগের কাছাকাছি হলে নিউটনের সূত্র ব্যর্থ
(iii) পরমাণুর মতো ক্ষুদ্র কণার ক্ষেত্রেও নিউটনের সূত্র ব্যবহার উপযোগী
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ক i ও ii
ব্যাখ্যা: চিরায়ত বলবিজ্ঞানে বস্তুর ভরকে ধ্রুব বিবেচনা করা হলেও আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান অনুযায়ী আলোর বেগের কাছাকাছি বেগে ভ্রমণরত বস্তুর ভর বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ সেক্ষেত্রে বস্তুর ভর ধ্রুব থাকে না তথা নিউটনের সূত্র ব্যর্থ হয়।

১৪। নিচের কোন মৌলিক বলের পাল্লা সবচেয়ে কম? [ব. বো. ২৪]
ক মহাকর্ষ বল খ তাড়িতচুম্বক বল
গ সবল নিউক্লীয় বল ঘ দুর্বল নিউক্লীয় বল
উত্তর: ঘ দুর্বল নিউক্লীয় বল
ব্যাখ্যা:

মৌলিক বল	পাল্লা	তীব্রতা	পারস্পরিক বিনিময়ে
সবল নিউক্লীয় বল	10^{-15} m	10^{41}	মেসন
দুর্বল নিউক্লীয় বল	10^{-16} m	10^{30}	বোসন
তড়িৎ চুম্বকীয় বল	অসীম	10^{39}	ফোটন
মহাকর্ষ বল	অসীম	1	গ্রাভিটন

১৫। একটি বস্তুর ত্বরণ থাকবে কখন? [দি. বো. ২৪]
ক বেগ থাকলে খ গতিশক্তি থাকলে
গ বল প্রযুক্ত থাকলে ঘ ভরবেগ থাকলে
উত্তর: গ বল প্রযুক্ত থাকলে

১৬। কোন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের ফলে দুর্বল নিউক্লিয় বল কার্যকর হয়? [রা. বো. ২৪]
ক ফোটন খ গ্রাভিটন
গ মেসন ঘ বোসন
উত্তর: ঘ বোসন

১৭। নিচের কোন বলটি সবচেয়ে দুর্বল বল? [কু. বো., সি. বো. ১৬]
অথবা, নিচের বলগুলোর মধ্যে কোনটি দুর্বল? [য. বো. ১৫]
ক শক্তিশালী নিউক্লিয় বল খ তড়িৎ চৌম্বক বল
গ মহাকর্ষ বল ঘ দুর্বল নিউক্লিয় বল
উত্তর: গ মহাকর্ষ বল

১৮। ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম ইত্যাদি মৌলিক পদার্থের তেজস্ক্রিয় ভাঙন ঘটে কোন বলের কারণে? [য. বো. ২১; ম. বো. ২১]
বা, কোন বল নিউক্লিয়াসে অস্থিতিশীলতার উদ্ভব ঘটায়?
ক তেজস্ক্রিয় বল খ তড়িত চৌম্বক বল
গ দুর্বল নিউক্লিয় বল ঘ সবল নিউক্লিয় বল
উত্তর: গ দুর্বল নিউক্লিয় বল

১৯। নিচের বলগুলোর মধ্যে কোনটি সবচেয়ে শক্তিশালী বল? [সি. বো. ১৯]
বা, নিউক্লিয়ন সমূহের মধ্যে বিদ্যমান আকর্ষণ বল হলো–
ক মহাকর্ষ বল খ তড়িৎ চুম্বকীয় বল
গ সবল নিউক্লিয় বল ঘ দুর্বল নিউক্লিয় বল
উত্তর: গ সবল নিউক্লিয় বল

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২০। আণবিক গঠনের জন্য দায়ী বল কোনটি? [দি. বো. ১৫]
ক মহাকর্ষ বল খ দুর্বল নিউক্লিয় বল
গ সবল নিউক্লিয় বল ঘ তাড়িতচৌম্বক বল
উত্তর: ঘ তাড়িতচৌম্বক বল

২১। সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক নয়? [ব. বো. ২৪]
ক পূর্ণচক্রে কাজের পরিমাণ শূন্য হয়
খ কৃতকাজ গতিপথের উপর নির্ভরশীল
গ সম্পাদিত কাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
ঘ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বজায় থাকে
উত্তর: খ কৃতকাজ গতিপথের উপর নির্ভরশীল
ব্যাখ্যা: সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় পূর্ণচক্রে কৃতকাজ শূন্য হয়, বলের ক্রিয়ার অভিমুখ বস্তু কণার গতির অভিমুখের উপর নির্ভরশীল নয়। কৃতকাজ বস্তু কণার গতিপথর উপর নির্ভরশীল নয় এবং যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বজায় থাকে। উদাহরণ: তড়িৎ বল, চৌম্বক বল, আদর্শ স্প্রিং বল, মহাকর্ষ বল।

২২। নিচের কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [ম. বো. ২৩]
(i) মহাকর্ষীয় বল
(ii) সান্দ্র বল
(iii) ঘর্ষণ বল
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ ii ও iii

২৩। অসংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায়– [কু. বো. ২৩]
ক পূর্ণচক্রে কাজের পরিমাণ শূন্য
খ কৃতকাজ গতিপথের উপর নির্ভরশীল
গ সম্পাদিত কাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
ঘ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সংরক্ষিত হয় না
উত্তর: ঘ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সংরক্ষিত হয় না
ব্যাখ্যা: অসংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় পূর্ণচক্রে কৃতকাজ শূন্য হয় না, কৃতকাজ বস্তু কণার গতিপথের উপর নির্ভর করে ও যন্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বজায় থাকে না। উদাহরণ: ঘর্ষণ বল, সান্দ্র বল প্রভৃতি।

২৪। কোন ধরনের গতির ক্ষেত্রে বল ও বলের দিকে বস্তুর মধ্যবর্তী কোণ 0° হয়? [সি. বো. ২৩]
ক একমাত্রিক গতি খ দ্বিমাত্রিক গতি
গ ত্রিমাত্রিক গতি ঘ বহুমাত্রিক
উত্তর: ক একমাত্রিক গতি

২৫। 5 kg ভরের বস্তুকে কোনো দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে দিলে তার উপর অভিকর্ষজ বল কত হবে? [চ. বো. ২৩]
ক 1.96 N খ 9.8 N
গ 49 N ঘ 245 N
উত্তর: গ 49 N
ব্যাখ্যা: $F = mg = 5 \times 9.8 = 49\ N$

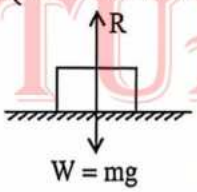
২৬। কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলসমূহের লব্ধি শূন্য হলে– [কু. বো. ২৩]
(i) বস্তুর বেগ ধ্রুব
(ii) বস্তুর ত্বরণ শূন্য
(iii) বস্তুর ভরবেগ ধ্রুব
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: $F = 0$ হলে, যেহেতু $F = ma$ ও $m \neq 0$, সেহেতু $a = 0$। অতএব, $v = mv =$ ধ্রুবক হবে।

২৭। একটি অতিমানব তার প্রতিপক্ষের বিরুদ্ধে 2800 N বৃহৎ প্রস্তরখণ্ড ছুঁড়ে মারে। প্রস্তরখণ্ডটিকে অনুভূমিক 15.0 ms^{-2} ত্বরণ দিতে হলে তাকে প্রস্তরখণ্ডটিতে কত আনুভূমিক বল প্রয়োগ করতে হবে?
ক 4.29×10^3 N খ 42.0×10^3 N
গ 2.7×10^3 N ঘ 187 N
উত্তর: ক 4.29×10^3 N
ব্যাখ্যা: $F = ma = \frac{2800}{9.8} \times 15 = 4.29 \times 10^3\ N$

২৮। 0.25 kg ভরের একটি ক্রিকেট বল 40 ms^{-1} বেগে আসছিল। একজন খেলোয়াড় বলটিকে 0.2 সেকেন্ডে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত? [রা. বো. ১৭]
ক 20 N খ 10 N
গ –20 N ঘ –50 N
উত্তর: ঘ –50 N
ব্যাখ্যা: $F = \frac{m(v-u)}{t} = 0.25 \times \frac{0-40}{0.2} = -50\ N$

২৯। গাছ থেকে 2 kg ভরের একটি নারিকেল সোজা নিচের দিকে পড়ছে। বাতাসের বাধা 8.6 N হলে এর ত্বরণ কত?
ক 4.6 ms^{-2} খ 5.5 ms^{-2}
গ 6.5 ms^{-2} ঘ 8.2 ms^{-2}
উত্তর: খ 5.5 ms^{-2}
ব্যাখ্যা: $mg - f = ma$
$\Rightarrow a = g - \frac{f}{m} = 9.8 - \frac{8.6}{2}$
$\therefore a = 5.5\ ms^{-2}$

৩০। কোনো একটি বস্তুকে অমসৃণ তলে স্থির অবস্থায় রাখা হলে এর উপর মোট কয়টি বল ক্রিয়া করে? [সি. বো. ২১]
ক 1 খ 2
গ 3 ঘ 4
উত্তর: খ 2
ব্যাখ্যা: কোনো বস্তুকে অমসৃণ তলে স্থির অবস্থায় রাখা হলে বস্তুটির উপর অভিকর্ষ বল ও তল কর্তৃক প্রতিক্রিয়া বল কাজ করে।



৩১। 1 N ঘর্ষণজনিত বাধাবিশিষ্ট রাস্তার ওপর 2 kg ভরের বস্তুতে 5 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করতে হলে কত বলের প্রয়োজন? [য. বো. ২৩]
ক 8 N খ 9 N
গ 10 N ঘ 11 N
উত্তর: ঘ 11 N
ব্যাখ্যা: $F = ma + f = 2 \times 5 + 1 = 11\ N$

৩২। 100 kg ভরের একটি পাথরকে 200 m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। বাতাসের বাধা অগ্রাহ্য করা হলে এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$ হলে 3s পর পাথরটি মাটি থেকে কত উঁচুতে থাকবে? [য. বো. ২৩]
ক 14.7 m খ 44.1 m
গ 155.9 m ঘ 185.3 m
উত্তর: গ 155.9 m
ব্যাখ্যা: $h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3^2 = 44.1\ m$
$\therefore$ ভূমি হতে উচ্চতা $= 200 - h = 155.9\ m$

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৩। 1000 kg ভরের একটি উড়োজাহাজ স্থির বেগে সোজা পথে উড্ডয়ন করছে। বাতাসের ঘর্ষণ বল 1800 N। উড়োজাহাজের উপর প্রযুক্ত নীট বল হবে–

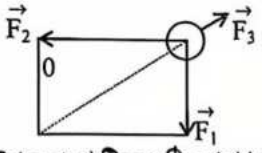
ক 0 N খ 11800 N
গ 1800 N ঘ 9800 N

উত্তরঃ ক 0 N

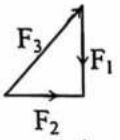
ব্যাখ্যাঃ $a = 0\ ms^{-2}$

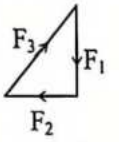
$\therefore F_{net} = 0\ N$

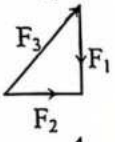
৩৪। নিম্নের চিত্র অনুযায়ী একটি বস্তু তিনটি বল দ্বারা সাম্যাবস্থায় আছে।

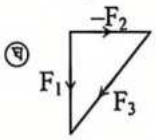


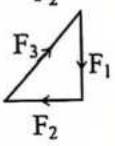
কোন ভেক্টর চিত্রটি উপরের তথ্যটিকে সঠিক প্রমাণ করে?

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তরঃ খ 

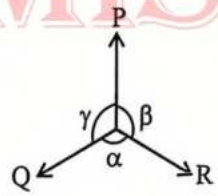
ব্যাখ্যাঃ ভেক্টরের ত্রিভুজ সূত্র অনুযায়ী, $\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = \vec{0}$

৩৫। তিনটি সমমানের বল একটি বিন্দুতে ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি করলে তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণের অনুপাত কত? [ম. বো. ২১]

ক 60° : 60° : 240° খ 90° : 90° : 180°
গ 120° : 120° : 120° ঘ 150° : 150° : 60°

উত্তরঃ গ 120° : 120° : 120°

ব্যাখ্যাঃ লামির সূত্রানুযায়ী,



$\frac{P}{\sin\alpha} = \frac{Q}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\gamma}$

এখানে, $P = Q = R$ অর্থাৎ $\sin\alpha = \sin\beta = \sin\gamma$

$\therefore \alpha = \beta = \gamma$

আবার, $\alpha + \beta + \gamma = 360°$

$\therefore \alpha = \beta = \gamma = 120°$

৩৬। 100 kg ভরের একজন লোক লিফটে দাড়িয়ে আছে। লিফটটি যদি $2\ ms^{-2}$ ত্বরণে উপরে উঠে তাহলে লোকটির উপর উর্ধ্বমুখী প্রতিক্রিয়া বল কত?

ক 980 N খ 780 N
গ 1180 N ঘ 1380 N

উত্তরঃ গ 1180 N

ব্যাখ্যাঃ $R = m(g + a) = 100(9.8 + 2) = 1180\ N$

৩৭। 0.1 kg ভরের স্থির বস্তুর উপর সমবল প্রয়োগ করায় বস্তুটি $10 ms^{-1}$ সমত্বরণে চলতে থাকে। বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? [রা. বো. ১৪]

ক 0.1 N খ 1 N
গ 10 N ঘ 100 N

উত্তরঃ খ 1 N

ব্যাখ্যাঃ $F = ma = 0.1 \times 10 = 1N$

৩৮। একটি বস্তুর বেগ 8.0s এ $\left(4\hat{i} + 2\hat{j}\right)$ হতে বৃদ্ধি পেয়ে $\left(12\hat{i} - 4\hat{j}\right)$ ms^{-1} হলে গড় ত্বরণের মান কত ms^{-2}?

ক 1.50 খ 1.75
গ 1.25 ঘ 0.75

উত্তরঃ গ 1.25

ব্যাখ্যাঃ $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t} = \frac{12\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{i} - 2\hat{j}}{8} = \frac{8\hat{i} - 6\hat{j}}{4} = \hat{i} - \frac{3}{4}\hat{j}$

$\therefore a = \sqrt{1^2 + \left(\frac{3}{4}\right)^2}$

$= 1.25\ ms^{-2}$

৩৯। একটি বস্তু স্থির অবস্থায় ছিল। 16 N এর একটি বল এর উপর 5 সেকেন্ড ধরে কাজ করে এবং তারপর আর কোনো কাজ করল না। বস্তুটি এরপর 6 সেকেন্ডে 52 মিটার দূরত্ব গেল। বস্তুটির ভর কত?

ক 3.0769 kg খ 9.023 kg
গ 9.23 kg ঘ 10 kg

উত্তরঃ গ 9.23 kg

ব্যাখ্যাঃ $v = \frac{s}{t} = \frac{52}{6} = 8.67\ ms^{-1}$

$\therefore F = m\frac{v - u}{t}$

$\Rightarrow 16 = m\frac{8.67 - 0}{5}$

$\therefore m = 9.23\ kg$

৪০। 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2F মানের বল প্রয়োগ করার ফলে বস্তুটির ত্বরণ হয় $60\ m/s^2$। M ভরের একটি বস্তুর উপর 5 F মানের বল প্রয়োগ করার ফলে যদি বস্তুটির ত্বরণ $50\ m/s^2$ হয়, তবে ভর M কত?

ক 3.3 kg খ 4.8 kg
গ 21 kg ঘ 30 kg

উত্তরঃ ঘ 30 kg

ব্যাখ্যাঃ $2F = 10 \times 60 = 600$

$\therefore F = \frac{600}{2}$

$= 300\ N$

আবার, $5F = m \times 50$

$\therefore m = \frac{5 \times 300}{50}$

$= 30\ kg$

৪১। 800 g ভরের একটি বস্তুর উপর কত N বল ক্রিয়া করলে বস্তুটির বেগ 4s এ $\left(6\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}\right)$ m/s হতে বৃদ্ধি পেয়ে $\left(12\hat{i} - 3\hat{j} + 7\hat{k}\right)$ m/s হবে?

ক 5.4 খ 4.8
গ 3.6 ঘ 1.8

উত্তরঃ ঘ 1.8

ব্যাখ্যাঃ $\vec{F} = \frac{m\left(\vec{v} - \vec{u}\right)}{t} = \frac{0.8\left(6\hat{i} - 6\hat{j} + 3\hat{k}\right)}{4}$

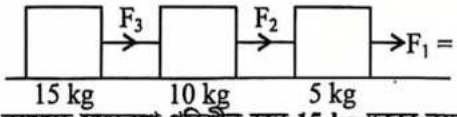
$\Rightarrow F = \sqrt{6^2 + 6^2 + 3^2} \times \frac{0.8}{4}$

$\therefore F = 1.8\ N$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪২। 

বস্তুসমূহ সমত্বরণে গতিশীল হলে 15 kg ভরের বস্তুর উপর কার্যকর বল F_3 এর মান কত? [সি. বো. ২৪]

ক 50 N খ 75 N
গ 125 N ঘ 150 N

উত্তর: খ 75 N

ব্যাখ্যা: $a = \frac{F_1}{m_1 + m_2 + m_2} = \frac{150}{15 + 10 + 15} = 5\ ms^{-2}$

$\therefore F_3 = m_3 a = 15 \times 5 = 75\ N$

৪৩। খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের বল প্রযুক্ত হলে তাকে বলে– [ব. বো. ১৯]

ক সংশক্তি বল খ ঘূর্ণন বল
গ তড়িৎ বল ঘ ঘাত বল

উত্তর: ঘ ঘাত বল

৪৪। বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে কী বলা হয়? [য. বো. ২৩]

ক বলের ঘাত খ ঘাত বল
গ টর্ক ঘ কাজ

উত্তর: ক বলের ঘাত

৪৫। বলের ঘাত হচ্ছে– [ব. বো. ২৩; অনুরূপ কু. বো. ২২; সি. বো., রা. বো. ১৫]

(i) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
(ii) বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল
(iii) ভরবেগের পরিবর্তন
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: বলের ঘাত, $J = F \times t = ma \times t = m \times \frac{v-u}{t} \times t$

$= m \times (v - u) = mv - mu =$ ভরবেগের পরিবর্তন

৪৬। বলের ঘাত J এর একক কোনটি? [সি. বো. ২৪]

ক N খ $N^{-1}s$
গ Ns^{-1} ঘ Ns

উত্তর: ঘ Ns

ব্যাখ্যা: বলের ঘাত $J = F \times t$
অর্থাৎ এর একক হবে Ns

৪৭। কোনটি বলের ঘাতের মাত্রা সমীকরণ? [চ. বো. ২৩]

ক MLT^{-1} খ MLT^{-2}
গ MLT ঘ ML^2T^{-2}

উত্তর: ক MLT^{-1}

৪৮। কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল $F(t) = t^2 + t + 2$ হলে, $t_i = 1s$ হতে $t_f = 2s$ সময়ের মধ্যে প্রযুক্ত বলের ঘাত– [ব. বো. ২৪]

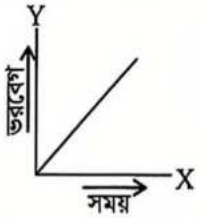
ক 4 Ns খ 5.83 Ns
গ 8 Ns ঘ 12 Ns

উত্তর: খ 5.83 Ns

ব্যাখ্যা: $J = \int_1^2 f(t)\,dt = \int_1^2 (t^2 + t + 2)\,dt$

$= \left[\frac{t^3}{3} + \frac{t^2}{2} + 2t\right]_1^2 = \left(\frac{2^3}{3} + \frac{2^2}{2} + 4\right) - \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 2\right) = 5.83$

৪৯। একটি গাড়ি স্থির অবস্থা হতে ত্বরণশীল হল। নিচের গ্রাফটি সময়ের বিপরীতে গাড়িটির ভরবেগ নির্দেশ করেছে–



কোনো নির্দিষ্ট সময়ে গ্রাফটির ঢাল গাড়িটির কি নির্দেশ করে? [ঢা. বো. ১৫]

ক বেগ খ গতিশক্তি পরিবর্তনের হার
গ প্রযুক্ত বল ঘ গতিশক্তি

উত্তর: গ প্রযুক্ত বল

ব্যাখ্যা: এখানে, ঢাল $= \frac{\text{ভরবেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়ের পরিবর্তন}}$

আমরা জানি, বল × সময় = ভরবেগের পরিবর্তন

$\therefore$ বল $= \frac{\text{ভরবেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}}$

৫০। 10 g ভরের একটি বল 100 cms^{-1} বেগে একটি উল্লম্ব দেয়ালে অনুভূমিকভাবে আঘাত করে একই বেগে ফিরে গেলো। দেয়াল কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত কত dyne-sec? [ঢা. বো. ২৪, ১৬]

ক 200 খ 100
গ 1000 ঘ 2000

উত্তর: ঘ 2000

ব্যাখ্যা: $J = mv - mu = 10 \times 100 - 10 \times (-100)$
$= 2000$ dyne-sec

৫১। একজন ব্যক্তি লিফটে ওজনহীনতা অনুভব করে, যখন– [ঢা. বো. ২৩]

ক লিফটটি সমবেগে উপরে উঠে খ লিফটটি সমবেগে নিচে নামে
গ লিফটি 'g' ত্বরণ উপরে উঠে ঘ লিফটি 'g' ত্বরণে নিচে নামে

উত্তর: ঘ লিফটি 'g' ত্বরণে নিচে নামে

৫২। একটি কাঠবিড়াল গাছের লতা বেয়ে নিচে নামছে। লতাটি যদি সর্বোচ্চ কাঠবিড়ালের ওজনের $\frac{3}{4}$ অংশ টান বল সহ্য করতে পারে তাহলে লতাটি না ছিড়ে বিড়ালটি সর্বনিম্ন কত ত্বরণে নিচে নামতে পারবে।

ক 0 খ $\frac{g}{4}$
গ $\frac{g}{2}$ ঘ g

উত্তর: খ $\frac{g}{4}$

ব্যাখ্যা: $T = m(g - a)$

$\Rightarrow \frac{3}{4}mg = m(g - a)$

$\Rightarrow \frac{3}{4}g = g - a$

$\Rightarrow a = g - \frac{3}{4}g$

$\therefore a = \frac{1}{4}g$

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৫৩। 2 kg ভরের একটি বস্তু সুতায় ঝুলানো আছে। সুতার টান 27.6 N হলে বস্তুটির ত্বরণ কত?

ক $9.8\ ms^{-2}$ খ $4.9\ ms^{-2}$
গ $4\ ms^{-2}$ ঘ $13.8\ ms^{-2}$

উত্তর: গ $4\ ms^{-2}$

ব্যাখ্যা: $\sum F = ma$
$\Rightarrow T - mg = ma$
$\Rightarrow a = \frac{27.6 - 2 \times 9.8}{2}$
$= 4\ ms^{-2}$

$m = 2\ kg$
$T = 27.6\ N$
$W = mg = 2 \times 9.8 = 19.6\ N$

৫৪। একক ভরের কোনো বস্তুতে একক ত্বরণ সৃষ্টি করতে প্রয়োজনীয় বলকে কী বলে?

ক মহাকর্ষ বল খ ঘাত বল
গ একক বল ঘ প্রতিক্রিয়া বল

উত্তর: গ একক বল

ব্যাখ্যা: $\sum F = ma$
$= 1 \times 1 = 1\ N$

যখন, ভর, $m = 1$ একক
ত্বরণ, $a = 1$ একক

৫৫। যদি বস্তুর বেগ দ্বিগুন করা হয়, তবে সমান দূরত্বে উহাকে থামাতে বাধাদানকারী বলের মান কত করতে হবে?

ক দ্বিগুণ খ অর্ধেক
গ চারগুণ ঘ এক-চতুর্থাংশ

উত্তর: গ চার গুণ

ব্যাখ্যা: বস্তুর বেগ দ্বিগুণ করা হলে গতিশক্তি হবে চারগুণ।
যেহেতু, $E \propto F$ তাই সমদূরত্বে থামাতে হলে চারগুণ বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করতে হবে।

৫৬। ঘর্ষণ বল ও বস্তুর বেগের মধ্যবর্তী কোণ হলো– [ঢা. বো. ২৩; রা. বো. ২৩]

ক $0°$ খ $\frac{\pi}{4}$
গ $\frac{\pi}{2}$ ঘ π

উত্তর: ঘ π

ব্যাখ্যা: ঘর্ষণ বল সবর্দা গতির বিরুদ্ধে ক্রিয়া করে।

F_f F ও F_f এর মধ্যবর্তী কোণ $180°$

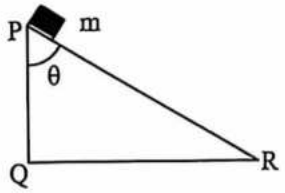
৫৭। কোন বিন্দুতে বস্তুর মোট ওজন ক্রিয়াশীল?

ক ভরকেন্দ্র খ ভারকেন্দ্রে
গ ভূকেন্দ্র ঘ মধ্যবিন্দুতে

উত্তর: খ ভারকেন্দ্রে

ব্যাখ্যা: কোন বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে বস্তুর উপর সর্বদা ক্রিয়া করে। ওই বিন্দুই হলো অভিকর্ষ কেন্দ্র।

❖ **নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং ৫৮ ও ৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
P বিন্দুতে রাখা m ভরের বস্তুটি P বিন্দু হতে PR বরাবর R বিন্দুতে আসে। [ব. বো. ২৩]



৫৮। P হতে R এ বস্তুটি পৌঁছায়– [ব. বো. ২৩]

ক সমমন্দনে খ সমত্বরণে
গ সমবেগে ঘ অসম ত্বরণে

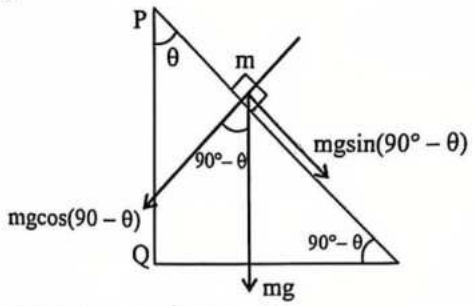
উত্তর: খ সমত্বরণে

৫৯। PR তলে নামার সময় বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল– [ব. বো. ২৩]

ক $mg\cos\theta$ খ $mg\sin\theta$
গ $mg\cot\theta$ ঘ $mg\tan\theta$

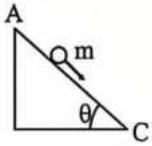
উত্তর: ক $mg\cos\theta$

ব্যাখ্যা:



$\therefore$ PR তলে নামার সময় কার্যকর বল,
$F = mg\sin(90 - \theta) = mg\cos\theta$

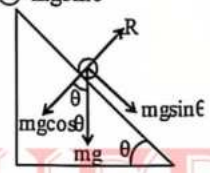
৬০। AC ঘর্ষণহীন তলে m ভরের বস্তুটি নিচে নামার সময় এর উপর তলের প্রতিক্রিয়া বল কত? [ব. বো. ২২]



ক 0 খ mg
গ $mg\cos\theta$ ঘ $mg\sin\theta$

উত্তর: গ $mg\cos\theta$

ব্যাখ্যা: $R = mg\cos\theta$



৬১। W ওজনের এক ব্যক্তি লিফটে a ত্বরণে উর্ধ্বগামী হলে ব্যক্তির ওজন কত হবে? [সি. বো. ২৩]

ক $W\left(1 + \frac{g}{a}\right)$ খ $W\left(1 + \frac{a}{g}\right)$
গ $W\left(1 - \frac{a}{g}\right)$ ঘ $W\left(1 - \frac{g}{a}\right)$

উত্তর: খ $W\left(1 + \frac{a}{g}\right)$

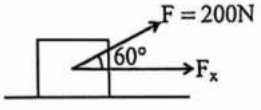
ব্যাখ্যা: $R = m(g + a)$
$\Rightarrow R = mg\left(1 + \frac{a}{g}\right) = W\left(1 + \frac{a}{g}\right)$

৬২। একটি কাঠের খণ্ডকে অনুভূমিকের সাথে $60°$ কোণে 200N বল দ্বারা টানা হচ্ছে। বস্তুটির উপর অনুভূমিকের দিকে কার্যকরী বল কত?

ক 200 N খ 100 N
গ 174 N ঘ Zero

উত্তর: খ 100 N

ব্যাখ্যা:



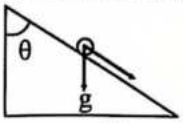
$\therefore F_x = 200\cos60°$
$= 100\ N$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

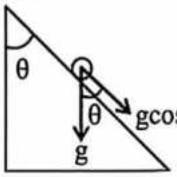
৬৩। চিত্রে মসৃণ আনত তল বেয়ে গড়িয়ে পড়া বস্তুর ত্বরণ– [কু. বো. ২২]



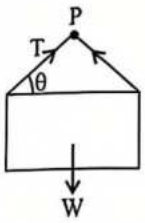
ক g খ gcosθ
গ gsinθ ঘ gtanθ

উত্তর: খ gcosθ

ব্যাখ্যা:



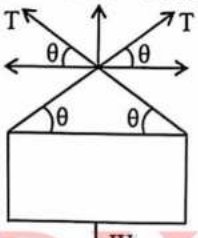
৬৪। চিত্রে W ওজনের একটি আয়তাকার ফ্রেমের দুই প্রান্ত সুতা দিয়ে বেঁধে সুতার মধ্যবিন্দুটি দেয়ালের সাথে আটকানো আছে। চিত্রানুযায়ী ওজনের সাথে টান T এর সম্পর্কটি কী হবে? [দি. বো. ১৬]



ক W = 2Tsinθ খ W = 2Tcosθ
গ W = Tcosθ ঘ W = Tsinθ

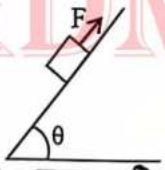
উত্তর: ক W = 2Tsinθ

ব্যাখ্যা: Tsinθ + Tsinθ = 2Tsinθ



$\Sigma F_y = 0$
$\Rightarrow 2T\sin\theta - W = 0$
$\therefore W = 2T\sin\theta$

৬৫।

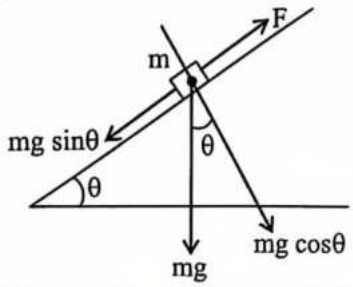


চিত্রে m ভরের একটি ব্লক আনত তল বেয়ে উপরের দিকে উঠছে। ব্লকটি সমবেগে চললে F = ?

ক mg (1 – sinθ) খ mg (1 – cosθ)
গ mgsinθ ঘ mgcosθ

উত্তর: গ mgsinθ

ব্যাখ্যা:



যেহেতু বস্তু সমবেগে চললে তার কোন ত্বরণ থাকে না,
$\Rightarrow F - mg\sin\theta = 0$
$\therefore F = mg\sin\theta$

৬৬। 1,000 kg ভরের একটি গাড়ী 300 N ঘর্ষণ বলযুক্ত সোজা রাস্তায় 4 ms^{-2} সমত্বরণে চলে। গাড়ীর ইঞ্জিন কর্তৃক প্রযুক্ত বল– [ম. বো. ২৩]

ক 3,700 N খ 4,300 N
গ 4,000 N ঘ 10,100 N

উত্তর: খ 4,300 N

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $\sum F = ma \Rightarrow F - F_f = ma$
$\Rightarrow F = F_f + ma = 300 + 1000 \times 4 = 4300$ N

৬৭। কোনো বস্তুর উপর লব্ধি বল শূন্য হলে বস্তু– [রা. বো. ২২]

(i) সমবেগে চলে
(ii) সমত্বরণে চলে
(iii) গতিশক্তি পরিবর্তন হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে আমরা জানি, $\sum F = ma$। বস্তুর উপর লব্ধি বল শূন্য ($\sum F = 0$) হলে, বস্তুর কোনো ত্বরণ থাকে না। ফলে বস্তুর বেগের পরিবর্তন শূন্য। যেহেতু গতিশক্তি, $E_k \propto v^2$। তাই, বেগের কোনো পরিবর্তন না হলে বস্তুর গতিশক্তির কোনরূপ পরিবর্তন হয় না।

৬৮। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল যথাক্রমে $\vec{F_1}$ ও $\vec{F_2}$ হলে– [য. বো. ১৭]

(i) $\vec{F_1} = -\vec{F_2}$
(ii) $|\vec{F_1}| = |\vec{F_2}|$
(iii) $\vec{F_1} \cdot \vec{F_2} = \vec{F_1}\,\vec{F_2}$
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: নিউটনের গতির ৩য় সূত্র হতে পাই, প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

৬৯। বলের জন্য যেটি সত্য–

(i) বলের দিক আছে
(ii) এটি স্থির বস্তুকে গতিশীল করে
(iii) গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন করে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ i ও ii ঘ i, ii ও iii

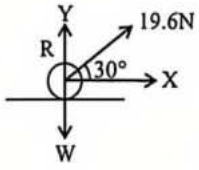
উত্তর: ঘ i, ii ও iii

৭০। একটি লন রোলারকে ঠেলা বা টানার সময় অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 19.6 N বল প্রয়োগ করা হয়।এই টান অপেক্ষাকৃত সহজ কারণ এর ওজন কমে–

ক $\sqrt{3}$ kg খ 19.6 kg
গ 9.8 N ঘ 9.8 kg

উত্তর: গ 9.8 N

ব্যাখ্যা:



$\Sigma F_Y = 0$
$\Rightarrow R + 19.6\sin30° - W = 0$
$\Rightarrow R = W - 19.6 \times \frac{1}{2} \Rightarrow R = W - 9.8$
$\therefore$ ওজন কমে 9.8 N

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র

৭১। নিচের কোনটি প্রাকৃতিক বলগুলোর প্রতিসাম্য উন্মোচন করে? বা, সাঁতার কাটার ভিত্তি হলো নিউটনের– [ব. বো. ২১]

ⓚ নিউটনের ১ম সূত্র ⓛ নিউটনের ২য় সূত্র
ⓜ নিউটনের ৩য় সূত্র ⓝ ভরবেগের সূত্র

উত্তর: ⓜ নিউটনের ৩য় সূত্র

৭২। গাছের একটি আপেল পৃথিবীকে F′ বলে আকর্ষণ করছে। পৃথিবী আপেলকে F বলে আকর্ষণ করছে। নিচের কোনটি সঠিক? [দি. বো. ১৬]

ⓚ $F >> F'$ ⓛ $F = F'$
ⓜ $F < F$ ⓝ $F > F'$

উত্তর: ⓛ $F = F'$

ব্যাখ্যা: নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র হতে, আমরা জানি, $F = G\frac{Mm}{d^2}$

$\therefore F \propto Mm$

অর্থাৎ, মহাকর্ষ বল কোনো একটি বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না বরং ভরদ্বয়ের গুণফলের উপর নির্ভর করে। এজন্য পৃথিবী এবং আপেল পরস্পর পরস্পরকে সমান বলে আকর্ষণ করবে।

৭৩। নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে ক্রিয়া প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ কত? [রা. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২, ১৬]

ⓚ 0° ⓛ 90°
ⓜ 180° ⓝ 360°

উত্তর: ⓜ 180°

৭৪। নিচের কোন রাশিটি সবসময় জোড়ায় জোড়ায় ক্রিয়া করে?

ⓚ বল ⓛ ত্বরণ
ⓜ ভ্রামক ⓝ বেগ

উত্তর: ⓚ বল

ব্যাখ্যা: ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল একই সাথে ক্রিয়া করে।

৭৫। স্থির অবস্থান থেকে 200 N বল প্রয়োগ করে একটি বস্তুকে গতিশীল করা হল। 4 sec পরে বল প্রয়োগ বন্ধ করে দিলে 10 sec পর ত্বরণ কত হবে?

ⓚ $2\ ms^{-2}$ ⓛ $4.67\ ms^{-2}$
ⓜ 0 ⓝ $4\ ms^{-2}$

উত্তর: ⓜ 0

ব্যাখ্যা: 4s পর বল প্রয়োগ বন্ধ করলে ত্বরণ শূন্য হবে।

৭৬। হাঁটার সময় মানুষের কোন পা সামনে এগুতে সাহায্য করে?

ⓚ সামনের পা ⓛ পিছনের পা
ⓜ বাম পা ⓝ ডান পা

উত্তর: ⓛ পিছনের পা

ব্যাখ্যা: সামনের পা মাটির উপর লম্বভাবে নিচের দিকে বল প্রয়োগ করে। ক্রিয়া এবং প্রতিক্রিয়া সমান হওয়ায় সামনের পা স্থির থাকে। আবার, পেছনের পা মাটির উপর তির্যকভাবে বল প্রয়োগ করায় প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক উপাংশ সমানের দিকে অগ্রসর হতে এবং উল্লম্ব উপাংশ শরীরের ওজনকে বহন করতে সাহায্য করে।

৭৭। নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের উদাহরণের ক্ষেত্রে– [য. বো. ২২]

(i) ঘোড়ার গাড়ি টানা
(ii) বন্দুকের গুলি ছোড়া
(iii) মহাশূন্যে গতিশীল মহাকাশযান

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓛ i ও iii
ⓜ ii ও iii ⓝ i, ii ও iii

উত্তর: ⓚ i ও ii

ভরবেগ ও ভরবেগের নিত্যতা

৭৮। নিউটনিয়ান বলবিদ্যা অনুসারে কোনটি ধ্রুব নয়? [দি. বো. ২৩]

ⓚ ভর ⓛ স্থান
ⓜ কাল ⓝ ভরবেগ

উত্তর: ⓝ ভরবেগ

ব্যাখ্যা: নিউটনিয়ান বলবিদ্যা অনুসারে স্থান, কাল ও ভর ধ্রুব রাশি।

৭৯। আধুনিক জেট বিমান কোন সূত্র ব্যবহার করে চালানো হয়?

ⓚ ভরবেগের নিত্যতার সূত্র ⓛ নিউটনের গতির ২য় সূত্র
ⓜ অভিকর্ষ সূত্র ⓝ পড়ন্ত সূত্র

উত্তর: ⓚ ভরবেগের নিত্যতার সূত্র

৮০। ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ কোনটি? [দি. বো. ২৪; কু. বো. ১৫; সি. বো ২১]

ⓚ $[MLT^{-1}]$ ⓛ $[MLT^{-2}]$
ⓜ $[ML^2T]$ ⓝ $[ML^2T^2]$

উত্তর: ⓚ $[MLT^{-1}]$

ব্যাখ্যা: ভরবেগ = ভর × বেগ। ভরের মাত্রা M ও বেগের মাত্রা LT^{-1}। অতএব, ভরবেগের এর মাত্রা সমীকরণ MLT^{-1}।

৮১। বলের ঘাতের একক ও নিম্নের কোন রাশির একক একই? [য. বো. ২১]

ⓚ বল ⓛ কাজ
ⓜ ভরবেগ ⓝ টর্ক

উত্তর: ⓜ ভরবেগ

ব্যাখ্যা: বলের ঘাত ও ভরবেগ উভয়ের একক Ns বা $kgms^{-1}$।

বলের ঘাত $= F \times t = N \times s = kgms^{-2} \times s = kgms^{-1}$

ভরবেগ $= mv = kgms^{-1}$

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৮২ ও ৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

3 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 5 g ভরের একটি বুলেট 150 ms^{-1} বেগে বের হয়ে গেল। বুলেটটি বের হওয়ার সময় একটি বল পেছনের দিকে ধাক্কা দিল।

৮২। বন্দুকের আদি ভরবেগ কত? [ম. বো. ২৩]

ⓚ $0.75\ kgms^{-1}$ ⓛ $-0.75\ kgms^{-1}$
ⓜ $3\ kgms^{-1}$ ⓝ $0\ kgms^{-1}$

উত্তর: ⓝ $0\ kgms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $P_i = m_1u_1 = m_1 \times 0 = 0$

৮৩। বন্দুকটি কত বেগে পেছনে সরে আসবে? [ম. বো. ২৩]

ⓚ $0\ ms^{-1}$ ⓛ $0.25\ ms^{-1}$
ⓜ $2.5\ ms^{-1}$ ⓝ $150\ ms^{-1}$

উত্তর: ⓛ $0.25\ ms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $P_i = P_f$

$\Rightarrow 0 = m_1v_1 - m_2v_2$

$\Rightarrow v_2 = \frac{5 \times 10^{-3} \times 150}{3}$

$\therefore v_2 = 0.25\ ms^{-1}$

৮৪। একটি মেশিনগান প্রতি সেকেন্ডে প্রতিটি m ভরের n সংখ্যক বুলেট ছুড়ছে। বুলেটের বেগ v হলে মেশিনগানের পশ্চাৎমুখী বল কত?

ⓚ mvg ⓛ mnv
ⓜ mnvg ⓝ mnv/g

উত্তর: ⓛ mnv

ব্যাখ্যা: $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{mn \times v}{1} = mnv$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮৫। 1200 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m/s দ্রুতিতে চলছিল। অতঃপর গাড়িটি 800 kg ভরের একটি স্থির গাড়িকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর গাড়ি দুটি একত্রিত হয়ে 120 m পিছলায়ে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান কত?

ক 600 N খ 800 N
গ 1000 N ঘ 1200 N

উত্তর: ঘ 1200 N

ব্যাখ্যা: $m_1u_1 + 0 = (m_1 + m_2)v$

$\Rightarrow v = \frac{1200 \times 20}{1200 + 800} = 12\ ms^{-1}$

$\Rightarrow F = ma = m\frac{v^2}{2s} = (1200 + 800) \times \frac{12^2}{2 \times 120}$

$\therefore F = 1200\ N$

৮৬। 3 kg ও 5 kg ভরের বস্তুদ্বয় 30 $kgms^{-1}$ ও 50 $kgms^{-1}$ ভরবেগ নিয়ে একই দিকে চলছে। নিচের কোনটি সঠিক? [ব. বো. ১৬]

ক সংঘর্ষের পর তারা একই দিকে চলবে
খ সংঘর্ষের পর তারা বিপরীত দিকে চলবে
গ সংঘর্ষের পর তারা স্থির হয়ে যায়
ঘ তাদের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ ঘটবে না

উত্তর: ঘ তাদের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ ঘটবে না

ব্যাখ্যা: $u_1 = \frac{p_1}{m_1} = \frac{30}{3} = 10\ ms^{-1}$

$u_2 = \frac{p_2}{m_2} = \frac{50}{5} = 10\ ms^{-1}$

$\therefore$ দুটি বস্তুর আদিবেগ এক হওয়ায় তাদের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ ঘটবে না।

৮৭। 16 kg এর একটি বোমা বিস্ফোরিত হয়ে 4 kg ও 12 kg এর দুটি খণ্ড হল। 12 kg ভরের বেগ 4 ms^{-1} হলে অন্য টুকরাটির গতিশক্তির কত?

ক 96 J খ 144 J
গ 288 J ঘ 192 J

উত্তর: গ 288 J

ব্যাখ্যা: $mu = m_1v_1 + m_2v_2$

$\Rightarrow 0 = 12 \times 4 + 4 \times v_2$

$\Rightarrow v_2 = -12\ ms^{-1}$

$\therefore E = \frac{1}{2} \times m_2v_2^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 12^2 = 288\ J$

৮৮। M ভরের একটি বস্তুর গতিশক্তি E হলে এর ভরবেগ কত? [ঢা. বো. ২১]

ক $M\sqrt{2E}$ খ $(\sqrt{2M}).E$
গ $\sqrt{2ME}$ ঘ $\sqrt{\frac{1}{2}ME}$

উত্তর: গ $\sqrt{2ME}$

ব্যাখ্যা: $E = \frac{1}{2}Mv^2 = \frac{M^2v^2}{2M} = \frac{p^2}{2M}$

$\Rightarrow p^2 = 2ME$

$\therefore p = \sqrt{2ME}$

৮৯। A ও B দুইটি বস্তুর গতিশক্তি সমান। A এর ভর B এর ভরের 9 গুণ। A ও B এর ভরবেগের অনুপাত হবে?

ক 1 : 3 খ 1 : 9
গ 3 : 1 ঘ 9 : 1

উত্তর: গ 3 : 1

ব্যাখ্যা: $E = \frac{p^2}{2m}$

$\Rightarrow 2mE = p^2$

$\therefore p^2 \propto m$ [যেখানে, E = ধ্রুবক]

$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{9m_2}{m_2}}$

$\therefore p_1 : p_2 = 3 : 1$

৯০। ভরবেগ 100% বৃদ্ধি করতে গতি শক্তির পরিবর্তন হবে–

ক 100% খ 200%
গ 300% ঘ 400%

উত্তর: গ 300%

ব্যাখ্যা: $E = \frac{p^2}{2M}$ $\therefore E \propto p^2$

$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 = \left(\frac{200}{100}\right)^2 = 4$

$\Rightarrow E_2 = 4E_1$

$\therefore$ গতিশক্তির পরিবর্তন $= \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100\%$

$= (4 - 1) \times 100\% = 300\%$

৯১। একটি বুলেট ঘর্ষণহীন সমতলে অবস্থিত ব্লকে আঘাত করে এর ভেতর রয়ে গেল। এক্ষেত্রে সংরক্ষিত হবে– [য. বো. ২১]

(i) ভরবেগ
(ii) গতিশক্তি
(iii) আপেক্ষিক বেগ
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ i ও ii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i

ব্যাখ্যা: স্থিতিস্থাপক এবং অস্থিতিস্থাপক উভয় সংঘর্ষে ভরবেগ সর্বদা সংরক্ষিত থাকবেই।

৯২। কোন বস্তুর ভরবেগের দিক হবে–

(i) প্রযুক্ত বলের দিকে
(ii) বেগের দিকে
(iii) প্রযুক্ত বল এর সাথে লম্ব বরাবর
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ i ও ii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও ii

ব্যাখ্যা: নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র হতে, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার তার উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

৯৩। কোন বস্তুর ভরবেগ 40 $kgms^{-1}$ বলতে বোঝায়– [য. বো. ১৬]

(i) বস্তুর ভর 1 kg হলে এর বেগ 40 ms^{-1}
(ii) বস্তুর ভর 40 kg হলে এর বেগ 10 ms^{-1}
(iii) বস্তুর ভর 6.3 kg হলে এর বেগ 6.36 ms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

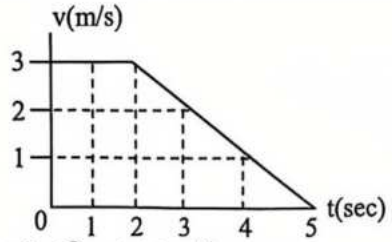
ব্যাখ্যা: বস্তুর ভর 40 kg এবং বেগ 10 ms^{-1} হলে,
ভরবেগ, $p = mv = 40 \times 10 = 400\ kgms^{-1}$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৯৪ ও ৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

10 kg ভরের একটি বস্তুর বেগ বনাম সময়ের লেখচিত্র নিম্নরূপ–



৯৪। বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বাধাদানকারী বল কত?

ক 0 N খ 3 N
গ 10 N ঘ 50 N

উত্তর: গ 10 N

ব্যাখ্যা: $F = ma = m\frac{v-u}{t}$

$\therefore F = 10 \times \frac{3-0}{5-2} = 10\ N$

৯৫। বস্তুটির মোট ভরবেগের পরিবর্তন কত?

ক 0 N sec খ 10 N sec
গ 30 N sec ঘ 50 N sec

উত্তর: গ 30 N sec

ব্যাখ্যা: $\Delta p = F\Delta t = 10 \times 3 = 30\ N\ sec$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৯৬ ও ৯৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

10^4 kg জ্বালানিসহ একটি রকেটের ভর 1.5×10^4 kg। রকেটের সাপেক্ষে 2000 ms^{-1} দ্রুতিতে জ্বালানি 200 kgs^{-1} হারে ব্যয় হয়। রকেটটি খাড়া উপর দিকে নিক্ষিপ্ত হলো।

৯৬। রকেটের ধাক্কা–

ক 5×10^3 N খ 4×10^5 N
গ 5×10^{-3} N ঘ 4×10^{-5} N

উত্তর: খ 4×10^5 N

ব্যাখ্যা: $F_{thrust} = v_r\frac{dm}{dt} = 2000 \times 200\ N = 4 \times 10^5\ N$

৯৭। রকেটটির ত্বরণ বেশি হবে–

(i) গ্যাসের আপেক্ষিক বেগ বেশি হলে
(ii) গ্যাস নির্গমনের হার বেশি হলে
(iii) রকেটের মোট ভর বেশি হলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, রকেটের ত্বরণ, $a = \frac{1}{M}\left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)v$। এক্ষেত্রে রকেটের ত্বরণ বাড়বে আপেক্ষিক বেগ বৃদ্ধিতে এবং জ্বালানি নির্গমনের হার বৃদ্ধিতে।

৯৮। একটি রকেট উড্ডয়নের ১ম সেকেন্ডে এর ভরের $\frac{1}{60}$ ভাগ গ্যাস 2400 ms^{-1} বেগে নির্গমন করে। রকেটটির ত্বরণ কত ms^{-2}? [ঢা. বো. ২৪]

ক 49.8 খ 40.0
গ 30.2 ঘ 4.08

উত্তর: গ 30.2

ব্যাখ্যা: $a = v_r\frac{dm}{dt} - g = \left(2400 \times \frac{1}{60}\right) - 9.8 = 30.2\ ms^{-2}$

ঘূর্ণন গতি

৯৯। কৌণিক দ্রুতির মাত্রা কোনটি?

ক T^{-1} খ T
গ LT^{-2} ঘ L^2T^{-1}

উত্তর: ক T^{-1}

ব্যাখ্যা: $[\omega] = \frac{L}{L \times T} = T^{-1}$

১০০। 1 rps = ? [ম. বো. ২২]

ক $\frac{\pi}{2}$ rad s^{-1} খ π rad s^{-1}
গ 2π rad s^{-1} ঘ 4π rad s^{-1}

উত্তর: গ 2π rad s^{-1}

ব্যাখ্যা: 1 rps $= \frac{2\pi N}{t}$ rad $s^{-1} = \frac{2\pi \times 1}{1}$ rad $s^{-1} = 2\pi$ rad s^{-1}

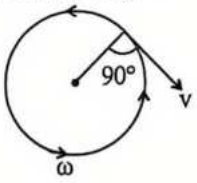
১০১। বৃত্তাকার পথে সমান সময়ে সমান কৌণিক দূরত্ব অতিক্রমকারী কোনো কণার রৈখিক বেগের– [দি. বো. ১৭]

ক শুধু মানের পরিবর্তন হবে
খ ধ্রুবক হবে
গ শুধু দিকের পরিবর্তন হবে
ঘ মান ও দিক উভয়ই পরিবর্তন হবে

উত্তর: গ শুধু দিকের পরিবর্তন হবে

ব্যাখ্যা: যেকোনো মুহূর্তে বস্তুর রৈখিক বেগ বৃত্তাকার পথের নির্দিষ্ট বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক বরাবর গতির অভিমুখে।

এখানে, ω = কৌণিক বেগ
এবং v = রৈখিক বেগ



১০২। একটি বৈদ্যুতিক পাখা প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরছে। এর কৌণিক বেগ কত? [য. বো. ২৩, ১৭; রা. বো. ২৩]

ক $\frac{\pi}{3}$ $rads^{-1}$ খ 3π $rads^{-1}$
গ 90π $rads^{-1}$ ঘ 180π $rads^{-1}$

উত্তর: খ 3π $rads^{-1}$

ব্যাখ্যা: $\omega = 90\ rpm = \frac{90 \times 2\pi}{60}\ rads^{-1} = 3\pi\ rads^{-1}$

১০৩। ঘড়ির ঘণ্টার কাঁটার কৌণিক বেগ কত? [চ. বো. ১৬; অনুরূপ সি. বো. ১৫]

ক $\pi/30$ rad/s খ $\pi/30$ rad/min
গ $\pi/360$ rad/min ঘ $\pi/720$ rad/min

উত্তর: গ $\pi/360$ rad/min

ব্যাখ্যা: $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 1}{12 \times 60}$ rad/min

$\therefore \omega = \pi/360$ rad/min

১০৪। 0.01 m দৈর্ঘ্যের একটি ঘড়ির মিনিটের কাটার প্রান্তীয় বিন্দুর রৈখিক বেগের মান কত? [রা. বো. ১৯]

ক 1.54×10^{-5} ms^{-1} খ 1.64×10^{-5} ms^{-1}
গ 1.74×10^{-5} ms^{-1} ঘ 1.84×10^{-5} ms^{-1}

উত্তর: গ 1.74×10^{-5} ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $v = r\omega = r \times \frac{2\pi N}{t} = 0.01 \times \frac{2\pi \times 1}{3600} = 1.74 \times 10^{-5}\ ms^{-1}$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০৫। ঘড়ির মিনিটের কাঁটার দৈর্ঘ্য কমলে– [কু. বো. ১৭]

ক রৈখিক বেগ বাড়ে, কৌণিক বেগ বাড়ে
খ রৈখিক বেগ কমে, কৌণিক বেগ কম
গ রৈখিক বেগ স্থির থাকে, কৌণিক বেগ বাড়ে
ঘ রৈখিক বেগ কমে, কৌণিক বেগ স্থির থাকে

উত্তর: ঘ রৈখিক বেগ কমে, কৌণিক বেগ স্থির থাকে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $v = \omega r \therefore v \propto r$
অর্থাৎ, ঘড়ির মিনিটের কাঁটার পর্যায়কাল অপরিবর্তিত থাকলেও, দৈর্ঘ্য কমলে রৈখিক বেগ কমবে।

১০৬। একটি ঘড়ির সেকেন্ড, মিনিট ও ঘণ্টার কাঁটার কৌণিক বেগের অনুপাত– [রা. বো. ১৬]

ক 720 : 60 : 1 খ 1 : 60 : 720
গ 1 : 12 : 720 ঘ 720 : 12 : 1

উত্তর: ঘ 720 : 12 : 1

ব্যাখ্যা: $\omega_1 : \omega_2 : \omega_3 = \frac{2\pi}{t_1} : \frac{2\pi}{t_2} : \frac{2\pi}{t_3}$
$= \frac{1}{60} : \frac{1}{60 \times 60} : \frac{1}{12 \times 60 \times 60}$
$= 12 \times 60 : 12 : 1$
$= 720 : 12 : 1$

১০৭। সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি হল–

ক 300 km/sec খ 3 km/sec
গ 30 km/sec ঘ 3000 km/sec

উত্তর: গ 30 km/sec

১০৮। পৃথিবীর নিজ অক্ষে ঘূর্ণনের জন্য "আইফেল টাওয়ারের" কৌণিক বেগ হবে– [দি. বো. ১৭]

ক 1.99×10^{-7} rad s^{-1} খ 7.26×10^{-5} deg s^{-1}
গ 4.167×10^{-3} deg s^{-1} ঘ 4.167×10^{-3} rad s^{-1}

উত্তর: গ 4.167×10^{-3} deg s^{-1}

ব্যাখ্যা: $\omega = \frac{2\pi \times 1}{24 \times 3600} = 7.27 \times 10^{-5}$ rad s^{-1}
$= \frac{7.27 \times 10^{-5} \times 180}{\pi}$ deg s^{-1}
$\therefore \omega = 4.165 \times 10^{-3}$ deg s^{-1}

১০৯। একটি ফ্লাইহুইল স্থির অবস্থান হতে 15 s সময়ের মধ্যে 30π rad/s কৌণিক বেগ প্রাপ্ত হয়। হুইলটির ঘূর্ণন অক্ষ হতে 3 m দূরবর্তী একটি বিন্দুর রৈখিক ত্বরণ কত?

ক 4 π খ 3 π
গ 6 π ঘ 2 π

উত্তর: গ 6 π

ব্যাখ্যা: $a = r\alpha = r. \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$
$\Rightarrow a = 3 \times \frac{30\pi - 0}{15}$
$\therefore a = 6\pi$

১১০। 50 g ভরের একটি বস্তুকে একটি 20 cm দৈর্ঘ্যের সুতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি সেকেন্ডে 3 বার ঘুরানো হচ্ছে। যদি বস্তুটির ভর অপরিবর্তিত রেখে, সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে ঘুরানোর হার অর্ধেক করা হয় তবে ত্বরণ কত গুণ হবে?

ক 0.5 গুণ খ 2 গুণ
গ অপরিবর্তিত থাকবে ঘ 4 গুণ

উত্তর: ক 0.5 গুণ

ব্যাখ্যা: $a = \omega^2 r$
$\Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right) = \left(\frac{\frac{1}{2}}{1}\right)^2 \times \left(\frac{2}{1}\right) = \frac{1}{2}$
$\therefore a_2 = 0.5 \times a_1$

❖ **নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ১১১ ও ১১২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
ঘূর্ণনরত একটি বস্তু কণার তাৎক্ষণিক কৌণিক স্থানাঙ্ককে $\theta(t) = 3t^2 - 5t$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

১১১। নিচের কোনটি কৌণিক বেগ নির্দেশ করে?

ক $15t + 5$ খ $6t - 5$
গ $3t - 5$ ঘ $3t + 5$

উত্তর: খ $6t - 5$

ব্যাখ্যা: $\omega = \frac{d\theta}{dt} = 6t - 5$

১১২। t = 3s সময়ে–

(i) কৌণিক সরণ 12 rad
(ii) কৌণিক বেগ 13 $rads^{-1}$
(iii) কৌণিক ত্বরণ 4 $rads^{-2}$
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: $\theta = 3t^2 - 5t$ $\therefore \theta_{3s} = 12$ rad
$\omega = 6t - 5$ $\therefore \omega_{3s} = 13$ $rads^{-1}$
$\alpha = 6$ $\therefore \alpha_{3s} = 6$ $rads^{-2}$

জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ

১১৩। কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক নির্ভর করে– [সি. বো. ১৬]

ক ভর ও ঘূর্ণন অক্ষের উপর খ আয়তন
গ কৌণিক ভরবেগ ঘ কৌণিক বেগ

উত্তর: ক ভর ও ঘূর্ণন অক্ষের উপর

ব্যাখ্যা: জড়তার ভ্রামক, $I = mr^2$ যেখানে m বস্তুর ভর এবং r ঘূর্ণন অক্ষ থেকে দূরত্ব নির্দেশ করে।
$\therefore$ জড়তার ভ্রামকের মাত্রা $[ML^2]$

১১৪। জড়তার ভ্রামকের একক কোনটি? [চ. বো. ২৩; ঢা. বো. ২১]

ক kgm খ kgm^{-1}
গ kgm^2 ঘ kgm^{-2}

উত্তর: গ kgm^2

১১৫। সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনশীল বস্তুর ঘূর্ণন গতিশক্তি– [রা. বো. ১৬]

ক জড়তার ভ্রামকের সমানুপাতিক
খ জড়তার ভ্রামকের ব্যস্তানুপাতিক
গ জড়তার ভ্রামকের বর্গের সমানুপাতিক
ঘ জড়তার ভ্রামকের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: ক জড়তার ভ্রামকের সমানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $E = \frac{1}{2} I\omega^2 \therefore E \propto I$

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১৬। একটি সিলিন্ডারের ভর 50 kg এবং ব্যাসার্ধ 0.2m। সিলিন্ডারটির অক্ষের সাপেক্ষে এর জড়তার ভ্রামক 1 kgm^2। সিলিন্ডারটি যখন 4 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে গড়াতে থাকে, তখন তার মোট গতিশক্তি কত হবে?

ক 150 J খ 300 J
গ 450 J ঘ 600 J

উত্তর: ঘ 600 J

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 4^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{4^2}{0.2^2}$
$= 600\ J$

১১৭। M ভরের ও *l* দৈর্ঘ্যের সরু সুষম দন্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে দৈর্ঘ্যের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? [রা. বো. ২১]

ক $\frac{Ml^2}{12}$ খ $\frac{Ml^2}{3}$
গ $\frac{Ml^2}{2}$ ঘ Ml^2

উত্তর: ক $\frac{Ml^2}{12}$

ব্যাখ্যা: দন্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে গমনকারী হলে,

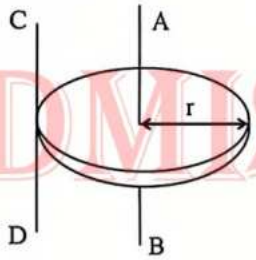
$I = \frac{1}{12}Ml^2$

১১৮। বৃত্তাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক নিচের কোনটি? [চ. বো. ২১]

ক $I = \frac{3}{2}Mr^2$ খ $I = Mr^2$
গ $I = \frac{Mr^2}{2}$ ঘ $I = \frac{Mr^2}{4}$

উত্তর: ক $I = \frac{3}{2}Mr^2$

ব্যাখ্যা:



$I_{CD} = \frac{3}{2}Mr^2$

$I_{AB} = \frac{1}{2}Mr^2$

১১৯। গোলাকার চাকতি বা পাতের পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [সি. বো. ২১]

ক $2Mr^2$ খ Mr^2
গ $\frac{Mr^2}{2}$ ঘ $\frac{Mr^2}{4}$

উত্তর: গ $\frac{Mr^2}{2}$

১২০। নির্দিষ্ট ভরের কোনো চাকতির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কতগুণ হবে? [ঢা. বো., য. বো. ১৭; কু. বো. ১৫]

ক এক চতুর্থাংশ খ অর্ধেক
গ দ্বিগুণ ঘ চারগুণ

উত্তর: ক এক চতুর্থাংশ

ব্যাখ্যা: $I \propto r^2$

$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \left(\frac{\frac{1}{2}}{1}\right)^2 = \frac{1}{4}$

$\therefore I_2 = \frac{1}{4} \times I_1$

১২১। একটি চাকার ভর 10 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m হলে এর জড়তার ভ্রামক কত? [কু. বো. ১৫]

ক 2 kgm^2 খ 2.5 kgm^2
গ 3 kgm^2 ঘ 5 kgm^2

উত্তর: খ 2.5 kgm^2

ব্যাখ্যা: $I = \frac{1}{2}Mr^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.5^2 = 1.25\ kgm^2$

১২২। 2g ভরের একটি বস্তুকে 10 cm একটি সুতার সাহায্যে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটির জড়তার ভ্রামক কত? [কু. বো. ১৭]

ক 0.00002 kgm^2 খ 0.02 kgm^2
গ 0.02 kgm^2 ঘ 100 kgm^2

উত্তর: ক 0.00002 kgm^2

ব্যাখ্যা: $I = mr^2 = 0.002 \times 0.1^2 = 0.00002\ kgm^2$

১২৩। নিজ অক্ষের চতুর্দিকে ঘূণায়মান একটি চোঙের ভর 5 kg এবং অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক 0.1 kgm^2। ঘূর্ণায়মান চোঙটির ব্যাসার্ধ কত? [কু. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২৪]

ক 0.24 m খ 0.22 m
গ 0.20 m ঘ 0.14

উত্তর: গ 0.20 m

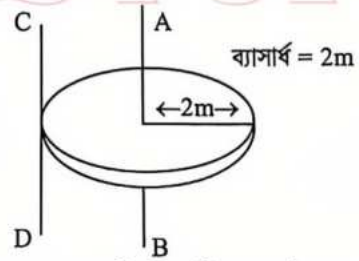
ব্যাখ্যা: $I = \frac{1}{2}mr^2$

$\Rightarrow r^2 = \frac{2I}{m}$

$\Rightarrow r = \sqrt{\frac{2 \times 0.1}{5}}$

$\therefore r = 0.2\ m$

❖ চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং ১২৪ ও ১২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



১২৪। AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? [কু. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৩; চ. বো. ১৭]

ক 1 m খ 2 m
গ $\sqrt{2}$ m ঘ $\sqrt{6}$ m

উত্তর: গ $\sqrt{2}$ m

ব্যাখ্যা: $\frac{1}{2}mr^2 = mK^2$

$\Rightarrow K = \frac{r}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}}$

$\therefore K = \sqrt{2}\ m$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২৫। AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক CD অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের কত গুণ? [কু. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৩; চ. বো. ১৭]

ক 3 খ 2
গ $\frac{1}{2}$ ঘ $\frac{1}{3}$

উত্তর: ঘ $\frac{1}{3}$

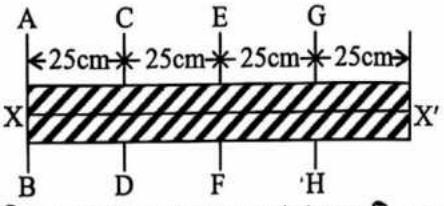
ব্যাখ্যা: $I_{CD} = I_{AB} + mr^2$

$\Rightarrow I_{CD} = \frac{1}{2}mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2}mr^2$

$\therefore \frac{I_{CD}}{I_{AB}} = \frac{\frac{3}{2}mr^2}{\frac{1}{2}mr^2}$

$\therefore I_{AB} = \frac{1}{3}I_{CD}$

১২৬।



চিত্রের আলোকে কোন অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটিকে ঘুরানো সবচেয়ে কঠিন হবে? [য. বো. ২৪]

ক AB খ CD
গ EF ঘ GH

উত্তর: ক AB

ব্যাখ্যা: $\frac{I_{AB}}{I_{EF}} = \frac{\frac{ml^2}{3}}{\frac{ml^2}{12}} = \frac{12}{3} = 4$

$\therefore I_{AB} = 4I_{EF}$

অতএব, সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু EF অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরানো সবচেয়ে সহজ এবং প্রান্ত AB অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরানো সবচেয়ে কঠিন।

১২৭। একই ভর ও ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার চাকতি এবং একটি রিং এর কেন্দ্র দিয়ে অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত– [ঢা. বো. ২২]

ক $\sqrt{2} : 1$ খ $1 : 1$
গ $1 : \sqrt{2}$ ঘ $\sqrt{3} : \sqrt{2}$

উত্তর: গ $1 : \sqrt{2}$

ব্যাখ্যা: $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{1}{2}MR^2}{MR^2} = \frac{1}{2}$

যেহেতু, $K \propto \sqrt{I}$

$\therefore \frac{K_1}{K_2} = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

১২৮। কোনো অক্ষের সাপেক্ষে কোনো দৃঢ় বস্তুকে একক সমকৌণিক বেগে ঘুরানোর জন্য যে গতিশক্তির প্রয়োজন হয় তা জড়তার ভ্রামকের–

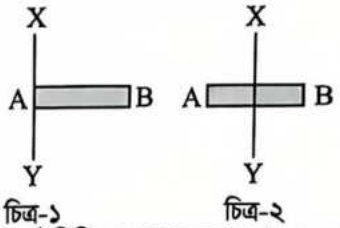
ক অর্ধেক খ সমান
গ দ্বিগুণ ঘ বর্গের সমান

উত্তর: ক অর্ধেক

ব্যাখ্যা: $E = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}I \quad [\omega = 1]$

❖ **উদ্দীপকটির আলোকে ১২৯ ও ১৩০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**

নিম্নের চিত্র দুটিতে 1 kg ভর এবং 1 m দৈর্ঘ্যের একটি সুষম দণ্ড AB-এর লম্বগামী অক্ষ XY এর সাপেক্ষে ঘুরছে।



চিত্র-১ চিত্র-২

১২৯। চিত্র-১ ও চিত্র-২ উল্লিখিত দণ্ডের জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের অনুপাত হলো– [ঢা. বো. ২৩]

ক 1 : 1 খ 1 : 2
গ 1 : 4 ঘ 4 : 1

উত্তর: ঘ 4 : 1

ব্যাখ্যা: $I_1 = \frac{1}{3}ML^2$ এবং $I_2 = \frac{1}{12}ML^2$

$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{1}{3}ML^2}{\frac{1}{12}ML^2} = 4$

$\therefore I_1 : I_2 = 4 : 1$

১৩০। চিত্র-১ অনুযায়ী দণ্ডটির চক্রগতির ব্যাসার্ধের মান– [ঢা. বো. ২৩]

ক $\frac{1}{\sqrt{2}}$ m খ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ m
গ $\frac{2}{\sqrt{3}}$ m ঘ $\frac{1}{3\sqrt{2}}$ m

উত্তর: খ $\frac{1}{\sqrt{3}}$ m

ব্যাখ্যা: $K_1 = \sqrt{\frac{I_1}{M}}$

$= \sqrt{\frac{\frac{ML^2}{3}}{M}}$

$= \frac{L}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$ m

১৩১। গোলাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি? [দি. বো. ২২]

ক $\frac{1}{2}r$ খ $\sqrt{\frac{2}{3}}r$
গ $\sqrt{\frac{3}{2}}r$ ঘ $\sqrt{\frac{2}{5}}r$

উত্তর: গ $\sqrt{\frac{3}{2}}r$

ব্যাখ্যা: $I = I_0 + Md^2$

$\Rightarrow I = \frac{1}{2}Mr^2 + Mr^2$

$= \frac{3}{2}Mr^2$

$\therefore K = \sqrt{\frac{I}{M}}$

$= \sqrt{\frac{3}{2}}r$

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS
ADMISSION ··STUFFS··

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৩২। একটি পাতলা বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে– [চ. বো. ২২]

ক $\frac{1}{4}Mr^2$ খ $\frac{1}{2}Mr^2$

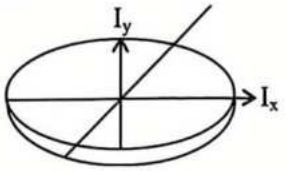
গ $\frac{3}{2}Mr^2$ ঘ $\frac{2}{3}Mr^2$

উত্তর: ক $\frac{1}{4}Mr^2$

ব্যাখ্যা: $I_x + I_y = I_z$

$\Rightarrow 2I_x = \frac{1}{2}Mr^2$

$\therefore I_x = \frac{1}{4}Mr^2$



১৩৩। একটি চাকার জড়তার ভ্রামক 5 kgm^2। চাকাটিকে 10^5J ঘূর্ণন গতিশক্তিতে ঘুরতে কত কৌণিক বেগের প্রয়োজন হবে? [অনুরূপ দি. বো. ২৪; ম. বো. ২১]

ক 20 rad/sec খ 89.44 rad/sec

গ 141.42 rad/sec ঘ 200 rad/sec

উত্তর: ঘ 200 rad/sec

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Rightarrow 10^5 = \frac{1}{2} \times 5 \times \omega^2$

$\therefore \omega = 200 \text{ rad } s^{-1}$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১৩৪ ও ১৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি সুষম সূক্ষ্ম দণ্ড যার দৈর্ঘ্য 50 cm এবং ভর 1 kg। দণ্ডটিকে প্রথমে মধ্যবিন্দুর সাপেক্ষে ঘুরানো হলো এবং পরবর্তীতে প্রান্তের সাপেক্ষে ঘুরানো হলো যেখানে অক্ষটি দণ্ডের দৈর্ঘ্যের সাথে লম্ব–

১৩৪। প্রথম ঘটনায় দণ্ডের জড়তার ভ্রামক–

ক 0.25 kgm^2 খ 0.083 kgm^2

গ 0.042 kgm^2 ঘ 10.021 kgm^2

উত্তর: খ 0.083 kgm^2

ব্যাখ্যা: $I = \frac{ml^2}{12}$

$= \frac{1 \times (0.5)^2}{12}$

$= 0.02 \text{ kgm}^2$

১৩৫। ২য় ঘটনায় সমান মানের জড়তার ভ্রামক পেতে হলে দণ্ডের দৈর্ঘ্য কত পরিবর্তন করতে হবে?

ক 0.175 cm খ 0.7 cm

গ 26 cm ঘ 150 cm

উত্তর: গ 26 cm

ব্যাখ্যা: $I = \frac{ml'^2}{3}$

$\Rightarrow 0.02 = \frac{1 \times l'^2}{3}$

$\Rightarrow l' = \sqrt{0.02 \times 3}$

$\therefore l' = 0.24 \text{ m}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য হ্রাস করতে হবে, $(0.5 - 0.24) = 0.26 \text{ m} = 26 \text{ cm}$

কৌণিক ভরবেগ ও টর্ক

১৩৬। কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি? [রা. বো. ২৩; চ. বো. ২২; ব. বো. ২১; রা. বো. ১৫]

ক kgm^2s^{-2} খ kgm^2s^{-3}

গ $kgm^{-1}s^{-2}$ ঘ kgm^2s^{-1}

উত্তর: ঘ kgm^2s^{-1}

ব্যাখ্যা: কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr = kg.ms^{-1}.m = kgm^2s^{-1}$

১৩৭। কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার হচ্ছে– [চ. বো. ২৪; ব. বো. ২৩]

ক কৌণিক ত্বরণ খ জড়তার ভ্রামক

গ বল ঘ দ্বন্দ্বের ভ্রামক

উত্তর: ঘ দ্বন্দ্বের ভ্রামক

ব্যাখ্যা: দ্বন্দের ভ্রামক/ টর্ক, $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

১৩৮। নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক নয়? [কু. বো. ২৩]

ক $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ খ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

গ $\vec{L} = \frac{d\vec{\tau}}{dt}$ ঘ $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$

উত্তর: গ $\vec{L} = \frac{d\vec{\tau}}{dt}$

ব্যাখ্যা: কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ এবং $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

১৩৯। টর্ক (τ), জড়তার ভ্রামক (I) এবং কৌণিক ত্বরণের (α) মধ্যে সম্পর্ক কী? [ব. বো. ২২]

ক $\tau = \frac{I}{\alpha}$ খ $\tau = \sqrt{I\alpha}$

গ $\tau = I^2\alpha$ ঘ $\tau = I\alpha$

উত্তর: ঘ $\tau = I\alpha$

১৪০। নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক? [দি. বো., রা. বো. ২২; কু. বো. ১৭]

ক $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{r}$ খ $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{r}$

গ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ ঘ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{p}$

উত্তর: গ $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

১৪১। টর্কের মাত্রা কোনটি? [চ. বো. ২৪, ২১; সি. বো. ২৩; ব. বো. ১৯, ১৫; দি. বো. ১৬]

ক MLT^{-2} খ ML^2T^{-2}

গ ML^2T^{-1} ঘ $ML^{-1}T^{-2}$

উত্তর: খ ML^2T^{-2}

ব্যাখ্যা: $[\tau] = [L \times MLT^{-2}] = [ML^2T^{-2}]$

১৪২। কোনো অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুতে প্রযুক্ত বলের মান এবং অক্ষের লম্ব দূরত্বের গুণফলকে কী বলে? [য. বো. ২২]

ক জড়তার ভ্রামক খ টর্ক

গ চক্রগতির ব্যাসার্ধ ঘ রৈখিক ভরবেগ

উত্তর: খ টর্ক

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৪৩। আবর্ত ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে ক্ষমতা– [রা. বো. ২২]

ক টর্ক × সময় খ টর্ক × কৌণিক সরণ
গ টর্ক × কৌণিক বেগ ঘ টর্ক × কৌণিক ত্বরণ

উত্তর: গ টর্ক × কৌণিক বেগ

ব্যাখ্যা: রৈখিক এর ক্ষেত্রে ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$

কৌণিক এর ক্ষেত্রে ক্ষমতা $= \tau \times \frac{\theta}{t} = \tau\omega$

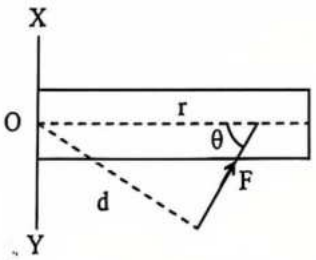
১৪৪। ডাইভিং-এ লাফ দেয়ার সময় সাঁতারুর– [কু. বো. ১৬]

ক জড়তার ভ্রামক ধ্রুব খ কৌণিক ভরবেগ ধ্রুব
গ কৌণিক ত্বরণ ধ্রুব ঘ কৌণিক বেগ ধ্রুব

উত্তর: খ কৌণিক ভরবেগ ধ্রুব

ব্যাখ্যা: কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী, ঘূর্ণায়মান বস্তুর উপর টর্ক শূন্য হলে মোট কৌণিক ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে। ডাইভিং এ লাফ দেওয়ার সময়ে সাঁতারুর উপর বাহ্যিক কোন টর্ক কাজ না করায় কৌণিক ভরবেগ ধ্রুব থাকবে।

১৪৫। চিত্রে বলের ভ্রামক τ হলে কোনটি সঠিক? [চ. বো. ২১]



ক $\tau = r \times F$ খ $\tau = d \times F$
গ $\tau = \vec{F}.\vec{F}\sin\theta$ ঘ $\tau = \vec{d}\,F\sin\theta$

উত্তর: খ $\tau = d \times F$

১৪৬। কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার– [দি. বো. ১৭]

ক বলের সমান খ কৌণিক ত্বরণের সমান
গ টর্কের সমান ঘ জড়তার ভ্রামকের সমান

উত্তর: গ টর্কের সমান

১৪৭। কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ কোনটি?
[রা. বো., চ. বো., দি. বো. ২১; ব. বো. ২২; য. বো., ব. বো. ১৫]

ক MLT^{-1} খ ML^2T
গ ML^2T^{-1} ঘ ML^2T^{-2}

উত্তর: গ ML^2T^{-1}

ব্যাখ্যা: $[L] = [M \times LT^{-2} \times L] = [ML^2T^{-1}]$

১৪৮। টর্কের একক কোনটি? [সি. বো. ২১; চ. বো. ১৬]

ক $N^{-1}m$ খ Nm^{-2}
গ Nm ঘ Nm^{-1}

উত্তর: গ Nm

ব্যাখ্যা: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

যেখানে, r এর একক m এবং F এর একক N

১৪৯। নিচের কোনটি ধ্রুবক হলে কোনো কণার উপর প্রযুক্ত টর্ক শূন্য হবে? [ব. বো. ১৬]

ক বল খ বলের ঘাত
গ রৈখিক ভরবেগ ঘ কৌণিক ভরবেগ

উত্তর: ঘ কৌণিক ভরবেগ

ব্যাখ্যা: কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি অনুযায়ী কৌণিক ভরবেগ ধ্রুব। ফলে টর্ক শূন্য।

১৫০। কোনো বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে কোনো বলের ভ্রামককে কী বলে? [ম. বো. ২৪]

ক চক্রগতির ব্যাসার্ধ খ জড়তার ভ্রামক
গ দ্বন্দ্ব ঘ টর্ক

উত্তর: ঘ টর্ক

ব্যাখ্যা: টর্ক হচ্ছে বলের ভ্রামক।

১৫১। কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়? [ম. বো. ২৪]

ক $L = mvr$ খ $L = mr\omega^2$
গ $L = mv^2/\omega$ ঘ $L = mr^2\omega$

উত্তর: খ $L = mr\omega^2$

ব্যাখ্যা: $L = rP = mvr = m\omega r^2 = \frac{mv^2}{\omega}$

❖ নিচের উদ্দীপক অনুসারে ১৫২ ও ১৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি চাকার ভর **10 kg** এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ **0.5 m**। টর্ক প্রয়োগ করে চাকাটিতে **2 rads^{-2}** কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করা হয়।

১৫২। চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত? [চ. বো. ২৪]

ক $0.25\ kgm^2$ খ $2.5\ kgm^2$
গ $25\ kgm^2$ ঘ $50\ kgm^2$

উত্তর: খ $2.5\ kgm^2$

ব্যাখ্যা: $I = Mk^2 = 10 \times (0.5)^2 = 2.5\ kgm^2$

১৫৩। কত মানের টর্ক প্রয়োগ করা হয়েছিল?
[চ. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২১; ঢা. বো. ১৬]

ক 100 Nm খ 50 Nm
গ 5 Nm ঘ 0.5 Nm

উত্তর: গ 5 Nm

ব্যাখ্যা: $\tau = I\alpha = 2.5 \times 2 = 5\ Nm$

১৫৪। দুটি বস্তুর নিজ ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে *I* এবং *2I*। যদি তাদের ঘূর্ণন গতিশক্তি সমান হয়, তবে তাদের কৌণিক ভরবেগের অনুপাত কত? [রা. বো. ২৪]

ক 1 : 2 খ $1 : \sqrt{2}$
গ $\sqrt{2} : 1$ ঘ 2 : 1

উত্তর: খ $1 : \sqrt{2}$

ব্যাখ্যা: $\frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = \frac{1}{2}I_2\omega_2^2$

$\Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{\frac{I_2}{I_1}} = \sqrt{\frac{2I}{I}}$

$\therefore \frac{\omega_1}{\omega_2} = \sqrt{2}$

কৌণিক ভরবেগের অনুপাত,

$\frac{L_1}{L_2} = \frac{I_1\omega_1}{I_2\omega_2} = \frac{I\sqrt{2}}{2I}$

$\therefore \frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৫৫। ঘূর্ণনরত বস্তুর ক্ষেত্রে, প্রযুক্ত বল ও অবস্থান ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে– [ঢা. বো. ২১]

(i) $\theta = 180°$ হলে ঘূর্ণনবল সর্বোচ্চ হবে
(ii) $\theta = 0°$ হলে ঘূর্ণনবল সর্বনিম্ন হবে
(iii) $\theta = 90°$ হলে ঘূর্ণনবল সর্বোচ্চ হবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: ঘূর্ণনরত বস্তুর ক্ষেত্রে আমরা জানি, টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

$\Rightarrow \tau = rF\sin\theta$

$\theta = 0°$ হলে, $\tau = 0 = \tau_{min}$

$\theta = 180°$ হলে, $\tau = 0 = \tau_{min}$

$\theta = 90°$ হলে, $\tau = rF = \tau_{max}$

১৫৬। কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক শূন্য হবে যদি– [ব. বো. ২৪]

(i) ঘূর্ণন কেন্দ্রের সাপেক্ষে অবস্থান ভেক্টরের মান শূন্য হয়
(ii) বলের মান শূন্য হয়
(iii) অবস্থান ভেক্টর ও বলের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: টর্ক, $\tau = rF\sin\theta$

$= rF \quad [\theta = 90° \text{ হলে}]$

১৫৭। সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি ও জড়তার ভ্রামকের অনুপাত কিরূপ?

ক কৌণিক বেগের সমানুপাতিক
খ কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক
গ রৈখিক বেগের সমানুপাতিক
ঘ রৈখিক বেগের বর্গের ব্যাস্তানুপাতিক

উত্তর: খ কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{1}{2} I\omega^2$

$\therefore \frac{E_k}{I} \propto \omega^2$

১৫৮। কোনটি কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র?

ক $\sum\vec{L} =$ ধ্রুবক খ $\sum\vec{P} =$ ধ্রুবক
গ $\sum\vec{F} =$ ধ্রুবক ঘ $\sum\vec{\tau} =$ ধ্রুবক

উত্তর: ক $\sum\vec{L} =$ ধ্রুবক

ব্যাখ্যা: $L = I\omega =$ ধ্রুব; অর্থাৎ $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

১৫৯। 1 টি চাকার $2 rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক দিতে হবে? (m = 10 kg, r = 0.5 m)

ক 50 Nm খ 2.5 Nm
গ 5 Nm ঘ 100 Nm

উত্তর: খ 2.5 Nm

ব্যাখ্যা: $\tau = I\alpha = \frac{1}{2}mr^2\alpha = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.5^2 \times 2 = 2.5$ Nm

১৬০। কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক টর্কের লব্ধি শূন্য হলে– [ম. বো. ২২]

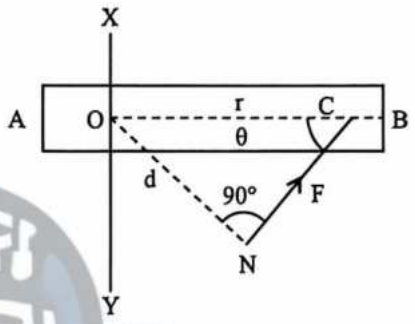
(i) স্থির বস্তু স্থির থাকে
(ii) ঘূর্ণায়মান বস্তু থেমে যাবে
(iii) ঘূর্ণায়মান বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ i ও ii ঘ i ও iii

উত্তর: ঘ i ও iii

ব্যাখ্যা: ঘূর্ণনগতির জন্য নিউটনের সূত্রানুসারে, বস্তুর উপর বাহ্যিক টর্কের লব্ধি শূন্য হলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং ঘূর্ণায়মান বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে।

১৬১।



[কু. বো. ২১]

চিত্রে AB বস্তুটি O কেন্দ্র করে XY অক্ষের চতুর্দিকে ঘুরতে পারে। তাহলে–

(i) $\tau = d \times F$
(ii) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
(iii) $\vec{\tau} = \hat{\eta}\, rF\sin\theta$
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: কোন অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুতে প্রযুক্ত বলের মান এবং অক্ষের লম্ব দূরত্বের গুণফলকে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে। অর্থাৎ টর্কের দিক r এবং F যে তলে তার লম্বদিকে।

১৬২। 20 Nm টর্ক–

(i) 1 kg ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাতে $20 ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি হয়
(ii) 1 kgm^2 জড়তার ভ্রামকের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাতে 20 $rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করে
(iii) 20 kgm^2 জড়তার ভ্রামকের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে 1 $rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ ii ও iii

ব্যাখ্যা: $\tau = I\alpha$

যেখানে, I = জড়তার ভ্রামক এবং α = কৌণিক ত্বরণ

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৬৩। ডাল ভেঙ্গে পড়ার কালে– [ঢা. বো. ১৬]

(i) অক্ষ সংলগ্ন কণার কৌণিক বেগ সবচেয়ে বেশি
(ii) কিনারের কণার রৈখিক বেগ বেশি
(iii) প্রতিটি কণার কোনো মূহুর্তের কৌণিক ভরবেগ সমান

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ ii ও iii

ব্যাখ্যা: ডাল ভেঙ্গে পড়ার সময় প্রতিটি কণার কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে এবং প্রান্তে রৈখিক বেগ ($v = \omega r$) সবথেকে বেশি হবে কারণ রৈখিক বেগ ব্যাসার্ধ (r) এর উপর নির্ভর করে। যদিও কৌণিক বেগ সর্বদা ধ্রুব থাকে।

❖ নিচের উদ্দীপক অনুসারে ১৬৪ ও ১৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি চাকার জড়তার ভ্রামক $2\ kgm^2$। চাকাটি মিনিটে 30 বার ঘুরছে। [চ. বো. ২২]

১৬৪। চাকাটির কৌণিক বেগ কত?

ক 2 rpm খ 15 rpm
গ 30 rpm ঘ 60 rpm

উত্তর: গ 30 rpm

ব্যাখ্যা: $\omega = 30$ rev/min
$\therefore \omega = 30$ rpm

১৬৫। চাকাটির কৌণিক ভরবেগ কত? [চ. বো. ২২]

ক $\frac{\pi}{2}$ খ π
গ 2π ঘ 4π

উত্তর: গ 2π

ব্যাখ্যা: $L = I\omega = 2 \times \frac{2\pi \times 30}{60} = 2\pi\ kg^2s^{-1}$

❖ উদ্দীপকটি পড় এবং ১৬৬ ও ১৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

2g, 6g ও 4g ভরের তিনটি বস্তুকণা যথাক্রমে A, B ও C কোনো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 5 সেকেন্ডে 20 বার করে ঘুরে। বস্তুকণাগুলোর কৌণিক ভরবেগ যথাক্রমে L_A, L_B ও L_C। অক্ষ থেকে কণাগুলোর দূরত্ব যথাক্রমে 5 cm, 4 cm ও 3 cm।

১৬৬। উদ্দীপকের A বস্তুকণার রৈখিক বেগ কত? [রা. বো. ২২]

ক $1.256\ ms^{-1}$ খ $6.283\ ms^{-1}$
গ $9.283\ ms^{-1}$ ঘ $125.60\ ms^{-1}$

উত্তর: ক $1.256\ ms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $v = r\omega$

$\Rightarrow v = 0.05 \times \frac{2\pi \times 20}{5}$

$\therefore v = 1.256\ ms^{-1}$

১৬৭। কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [রা. বো. ২২]

ক $L_A > L_B > L_C$ খ $L_A > L_C > L_B$
গ $L_B > L_A > L_C$ ঘ $L_B > L_C > L$

উত্তর: গ $L_B > L_A > L_C$

ব্যাখ্যা: $L = I\omega = mr^2\omega$

$\therefore L_A = 2 \times 10^{-3} \times (5 \times 10^{-2})^2\ \omega = 5 \times 10^{-6}\ \omega$
$L_B = 6 \times 10^{-3} \times (4 \times 10^{-2})^2\ \omega = 9.6 \times 10^{-6}\ \omega$
$L_C = 4 \times 10^{-3} \times (3 \times 10^{-2})^2\ \omega = 3.6 \times 10^{-6}\ \omega$

কেন্দ্রমুখী বল এবং ব্যাংকিং সংক্রান্ত

১৬৮। কেন্দ্রমুখী বলের সঠিক রাশিমালা কোনটি? [দি. বো. ২১]

ক mv^2r খ $m\omega^2r$
গ $m\omega^2r^2$ ঘ $\frac{mv}{r^2}$

উত্তর: খ $m\omega^2r$

ব্যাখ্যা: $F_c = ma_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2r$ $[\because v = \omega r]$

১৬৯। কেন্দ্রমুখী বলের ভেক্টর রূপ– [ব. বো. ১৬]

ক $\frac{m(\vec{v} \times \vec{v})}{r}$ খ $-\frac{m(\vec{v} \times \vec{v})}{r}$
গ $-m\frac{v^2}{r^2}\vec{r}$ ঘ $-m(\vec{\omega}.\vec{\omega})\vec{r}$

উত্তর: গ $-m\frac{v^2}{r^2}\vec{r}$

ব্যাখ্যা: কোনো বৃত্তের ক্ষেত্রে তার ব্যাসার্ধ ভেক্টর $(\vec{r})$ এর দিক কেন্দ্র হতে বাইরের দিকে। তাই কেন্দ্রবিমুখী বল, $F_{cx} = \frac{mv^2}{r^2}(\vec{r})$ এবং কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r^2}(-\vec{r})$

১৭০। m ভরের বস্তুকে r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে অনুভূমিক তলে ঘুরানো হচ্ছে। কেন্দ্রমুখী বল F হলে বস্তুর রৈখিক ভরবেগ–

ক $\frac{Fr}{m}$ খ $\frac{Fv}{m}$
গ $\frac{Fr}{v}$ ঘ $\frac{Fm}{v}$

উত্তর: গ $\frac{Fr}{v}$

ব্যাখ্যা: $F = \frac{mv^2}{r}$

$\therefore$ ভরবেগ, $p = mv = \frac{Fr}{v}$

১৭১। বৃত্তাকার পথে 72 km/h সমদ্রুতিতে চলমান একটি গাড়ির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ $2\ ms^{-2}$। বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ কত? [ব. বো. ২৩]

ক 10 m খ 144 m
গ 200 m ঘ 2592 m

উত্তর: গ 200 m

ব্যাখ্যা: $a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow 2 = \frac{\left(\frac{72}{3.6}\right)^2}{r}$

$\Rightarrow r = 200$ m

১৭২। রাস্তার ব্যাংকিং কোণ কীসের ওপর নির্ভরশীল নয়? [য. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ২১; সি. বো. ১৯]

ক বস্তুর বেগ খ বস্তুর ভর
গ অভিকর্ষজ ত্বরণ ঘ রাস্তার ব্যাসার্ধ

উত্তর: খ বস্তুর ভর

ব্যাখ্যা: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

যেখানে, θ = ব্যাংকিং কোণ; v = বস্তুর বেগ; r = রাস্তার ব্যাসার্ধ

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৭৩। কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ– [ব. বো. ২২; চ. বো. ১৯; দি. বো. ১৬]

ক) অসীম খ) শূন্য
গ) ধনাত্মক ঘ) ঋণাত্মক

উত্তর: খ) শূন্য

ব্যাখ্যা: $W = F\cos(\theta)$
কেন্দ্রমুখী বলের ক্ষেত্রে, $\theta = 90°$ হয়।
$\therefore W = F\cos(90°) = 0$

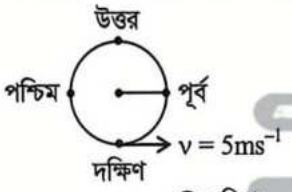
১৭৪। 0.1 kg ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 0.5m লম্বা একটি সুতার একপ্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরালে সুতার টান কত হবে? [য. বো. ২২]

ক) 0.471 N খ) 0.21 N
গ) 4.44 N ঘ) 41.79 N

উত্তর: গ) 4.44 N

ব্যাখ্যা: $F_c = m\omega^2 r = m \times \left(\frac{2\pi N}{t}\right)^2 \times r$
$= 0.1 \times \left(\frac{2\pi \times 90}{60}\right)^2 \times 0.5 = 4.44\ N$

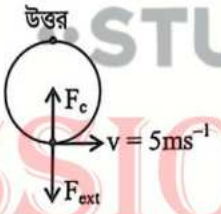
১৭৫। 5 kg ভরের একটি বস্তু $5ms^{-1}$ সমদ্রুতিতে 5m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে চিত্রানুযায়ী ঘুরছে। কেন্দ্রমুখী বলের দিক কোন দিকে হবে– [ম. বো. ২২]



ক) উত্তর খ) দক্ষিণ
গ) পূর্ব ঘ) পশ্চিম

উত্তর: ক) উত্তর

ব্যাখ্যা: বস্তুটি যখন কেন্দ্র হতে দক্ষিণ দিকে অবস্থান করছে তখন কেন্দ্রবিমুখী বল (F_{ext}) দক্ষিণমুখী, কেন্দ্রমুখী বল (F_c) উত্তরমুখী এবং বেগ (v) পূর্বমুখী।



১৭৬। ব্যাংকিং কোণ পরিমাপ করা হয় কোনটির সাপেক্ষে? [ব. বো. ২১]

ক) অনুভূমিক দিকের সাপেক্ষে
খ) উলম্ব দিকের সাপেক্ষে
গ) বৃত্তের কেন্দ্র হতে বাইরের দিকের সাপেক্ষে
ঘ) বৃত্তের কেন্দ্রের দিকের সাপেক্ষে

উত্তর: ক) অনুভূমিক দিকের সাপেক্ষে

ব্যাখ্যা: দুর্ঘটনা এড়ানোর জন্য বাঁকগুলো ভিতরের দিকে ঢালু করে তৈরি করা থাকে। এতে আনুভূমিকের সাথে নির্দিষ্ট কোণে আনত থাকায় নিরাপদ চলাচল সম্ভব হয়।

১৭৭। একটি বালতিতে কিছু পরিমাণ পানি নিয়ে r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে উল্লম্ব তলে ঘুরানো হচ্ছে, ঘূর্ণনের কৌণিক গতি কত হলে বালতির পানি বাইরে বের হবে না? [ম. বো. ২১]

ক) $\sqrt{r/g}$ খ) $\sqrt{g/r}$
গ) $\sqrt{rg}$ ঘ) rg

উত্তর: ঘ) rg

ব্যাখ্যা: $\frac{mv^2}{r} = mg \Rightarrow v^2 = rg \Rightarrow v = \sqrt{rg}$

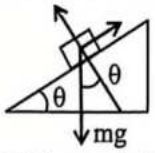
১৭৮। একটি গাড়ির নিরাপদে বাঁক নেওয়ার শর্ত কোনটি? [চ. বো. ২৪]

ক) $v \le (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$ খ) $v \le (rg\tan\theta)$
গ) $v > (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$ ঘ) $v > (rg\tan\theta)$

উত্তর: ক) $v \le (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$

ব্যাখ্যা: গাড়ির কেন্দ্রমুখী বল, $F = \frac{mv^2}{r}$

F এর মান যত বেশি হবে গাড়ি তত বেশি বেগে বাঁক নিতে পারবে। কিন্তু F এর সর্বোচ্চ মান $\mu_s mg$। যেখানে গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, μ_s এবং $\tan\theta = \mu_s$ যেখানে θ = নিশ্চল কোণ।
নিরাপদে বাঁক নেওয়ার শর্ত,
$F \le \mu_s mg$
$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} \le \tan\theta mg$
$\therefore v \le (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$



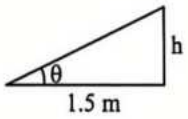
অথবা অন্যভাবে বলা যায়, ব্যাংকিং-এর ক্ষেত্রে $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$; $v \le (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$

১৭৯। রেল লাইনের একটি বাঁকের ব্যাসার্ধ 99m এবং লাইনের পাত দুইটির মধ্যে দূরত্ব 1.5m। ভিতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাত কতখানি উঁচু হলে বাহিরের পাত কোনরূপ চাপ প্রয়োগ না করে একটি ট্রেন 9.8m/sec দ্রুতিতে বাঁক নিতে পারবে?

ক) 1.6 m খ) 1.3 m
গ) 0.148 m ঘ) 1.48 m

উত্তর: গ) 0.148 m

ব্যাখ্যা: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$
$\Rightarrow \frac{h}{1.5} = \frac{9.8^2}{99 \times 9.8}$
$\Rightarrow h = 0.148\ m$



১৮০। একটি রাস্তা 50 m ব্যাসার্ধের বাক নিয়েছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি 4 m চওড়া এবং বাইরের প্রান্ত ভেতরের চেয়ে 0.9 m উঁচু। ঐ রাস্তায় 18 kmh^{-1} চলমান সাইকেলকে কত কোণে আনতে হতে হবে?

ক) 1.42° খ) 2.32°
গ) 2.92° ঘ) 1.85°

উত্তর: গ) 2.92°

ব্যাখ্যা: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{gr}\right)$
$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left[\frac{\left(\frac{18}{3.6}\right)^2}{9.8 \times 50}\right]$
$\Rightarrow \theta = 2.92°$

১৮১। 0.02 kg ভরের একটি কণা 0.50 m ব্যাসার্ধের বৃত্তের চারিদিকে 3π rad/s কৌণিক বেগে ঘুরছে। এই গতির জন্য কোন দিকে কত N বল প্রয়োজন?

ক) কেন্দ্রমুখী $0.03\ \pi$ খ) কেন্দ্রবিমুখী $0.03\ \pi$
গ) কেন্দ্রমুখী $0.09\ \pi^2$ ঘ) কেন্দ্রবিমুখী $0.09\ \pi^2$

উত্তর: গ) কেন্দ্রমুখী $0.09\ \pi^2$

ব্যাখ্যা: $F_c = m\omega^2 r = 0.02 \times 9\pi^2 \times 0.5$
$\Rightarrow F_c = 0.09\ \pi^2$ কেন্দ্রমুখী

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১৮২ ও ১৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

P ও Q স্থানে যথাক্রমে 9 m এবং 16 m ব্যাসার্ধের দুটি বাঁকের রাস্তা আছে। প্রত্যেকটি বাঁকের ব্যাংকিং কোণ 3° (উভয় স্থানে রাস্তার প্রস্থ 5 m)

১৮২। Q স্থানে রাস্তার ভিতরের পার্শ্ব অপেক্ষা বাইরের পার্শ্ব কত উঁচু? [দি. বো. ২৪, ২১]

ক 0.003 m খ 0.011 m
গ 0.262 m ঘ 0.837 m

উত্তর: গ 0.262 m

ব্যাখ্যা: $\tan\theta = \frac{h}{x}$

$\Rightarrow \tan 3° = \frac{h}{5}$

$\Rightarrow h = 0.262 \text{ m}$

১৮৩। P ও Q স্থানের রাস্তা দুটিতে কোনো গাড়ির সর্বোচ্চ গতিবেগের অনুপাত হবে– [দি. বো. ২৪, ২১]

ক $\sqrt{3} : \sqrt{4}$ খ 3 : 4
গ 9 : 16 ঘ 81 : 256

উত্তর: খ 3 : 4

ব্যাখ্যা: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{r_1 g \tan\theta}}{\sqrt{r_2 g \tan\theta}}$

$= \frac{\sqrt{9}}{\sqrt{16}}$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{3}{4}$

$v_1 : v_2 = 3 : 4$

১৮৪। রাস্তার বাঁকে ঢাল দিলে– [সি. বো. ২১]

(i) যানবাহন চলাচল অধিকতর নিরাপদ হয়
(ii) কেন্দ্রমুখী বল পাওয়া যায়
(iii) সাইকেল আরোহী বক্রপথের কেন্দ্রের দিকে হেলে থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

❖ নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ১৮৫ ও ১৮৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

0.05 kg ভরের একটি বস্তুকে 1 m দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তপথে ঘুরানো হলো। বস্তুটি প্রতি সেকেন্ডে 4 বার বৃত্তপথে আবর্তন করে।

১৮৫। বস্তুটির কৌণিক বেগ কত?

ক $4\pi \text{ rads}^{-1}$ খ $8\pi \text{ rads}^{-1}$
গ $12\pi \text{ rads}^{-1}$ ঘ $16\pi \text{ rads}^{-1}$

উত্তর: খ $8\pi \text{ rads}^{-1}$

ব্যাখ্যা: $\omega = \frac{2\pi \times N}{t} = \frac{2\pi \times 4}{1} = 8\pi \text{ rads}^{-1}$

১৮৬। কেন্দ্রমুখী বলের মান কত?

ক $1.6\pi^2 \text{ N}$ খ $3.2\pi^2 \text{ N}$
গ $6.4\pi^2 \text{ N}$ ঘ $12.8\pi^2 \text{ N}$

উত্তর: খ $3.2\pi^2 \text{ N}$

ব্যাখ্যা: $F_c = m\omega^2 r = 0.05 \times (8\pi)^2 = 3.2\pi^2 \text{ N}$

১৮৭। একটি রাস্তা 40 m ব্যাসার্ধে বাঁক নিচ্ছে। ঐ রাস্তাটি 4 m চওড়া এবং উহার ভিতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা 0.8 m উঁচু। সর্বোচ্চ কত বেগে বাঁক নেওয়া সম্ভব?

ক 1.92 ms^{-1} খ 9.92 ms^{-1}
গ 8.85 ms^{-1} ঘ 5.92 ms^{-1}

উত্তর: গ 8.85 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $\frac{v^2}{rg} = \frac{h}{x}$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{hrg}{x}}$

$= \sqrt{\frac{0.8 \times 40 \times 9.8}{4}}$

$= 8.85 \text{ ms}^{-1}$

১৮৮। 1টি সাইকেলের বেগ 20 kmh^{-1}। 10 m ব্যাসার্ধের 1টি মোড় নেওয়ার সময় কত কোণে হেলতে হবে?

ক 17.45° খ 0.3143°
গ 20° ঘ 10°

উত্তর: ক 17.45°

ব্যাখ্যা: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{\left(\frac{20}{3.6}\right)^2}{10 \times 9.8} = 17.45°$

১৮৯। কেন্দ্রবিমুখী বলের উদাহরণ– [য. বো. ২৪]

(i) বৃষ্টিভেজা রাস্তায় বাইসাইকেলের চাকা থেকে পানি ছিটকে পড়া
(ii) পৃথিবীকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহ
(iii) বক্রপথে দ্রুতগতিতে চলন্ত গাড়ি দুর্ঘটনায় পতিত হওয়া

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

সংঘর্ষ ও স্থিতিস্থাপকতা

১৯০। সংঘর্ষ কয় প্রকার?

ক 3 খ 2
গ 1 ঘ 4

উত্তর: খ 2

ব্যাখ্যা: স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে ভরবেগ এবং গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে। অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না কিন্তু ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

১৯১। কোন ভৌত রাশিটি যে কোনো সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়? [রা. বো. ২২]

ক গতিশক্তি খ স্থিতিশক্তি
গ মোটশক্তি ঘ কৌণিক ভরবেগ

উত্তর: ঘ কৌণিক ভরবেগ

১৯২। একটি বস্তু ভূমির উপর দিয়ে মুক্তভাবে গড়িয়ে যাচ্ছে। ঘটনাক্রমে বস্তুটি থেমে যায়–

ক এর ভরের কারণে খ ভূমির ঘর্ষণের কারণে
গ এর স্থির জড়তার কারণে ঘ এর ভরবেগের কারণে

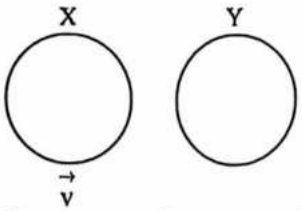
উত্তর: খ ভূমির ঘর্ষণের কারণে

ব্যাখ্যা: ঘর্ষণ বল গতির বিপরীতে কাজ করে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৯৩। চিত্রে দুইটি অভিন্ন গোলক X এবং Y দেখানো হল:



আদিতে X গোলকটি v বেগে সরাসরি Y গোলকের দিকে গতিশীল। Y গোলকটি স্থির অবস্থায় রয়েছে। গোলক দুটির স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হয়। তাহলে কী ঘটবে? [কু. বো. ১৬]

ক X, $\frac{1}{2}$ v বেগে ডানদিকে গতিশীল হবে এবং Y, $\frac{1}{2}$ v বেগে ডানদিকে গতিশীল হবে

খ X, v বেগে বাম দিকে গতিশীল হবে এবং Y, স্থির থাকবে

গ X, $\frac{1}{2}$ v বেগে বামদিকে গতিশীল হবে এবং Y, $\frac{1}{2}$ v বেগে ডানদিকে গতিশীল হবে

ঘ X থেমে যায় এবং Y, v বেগে ডানদিকে গতিশীল হবে

উত্তর: ঘ X থেমে যায় এবং Y, v বেগে ডানদিকে গতিশীল হবে

ব্যাখ্যা: $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2$

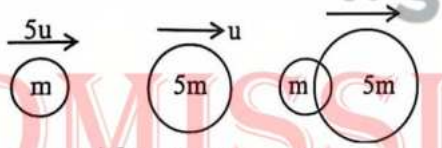
$\therefore v_1 = 0 + 0 = 0$

$v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} u_2 + \frac{2m_1}{m_2 + m_1} u_1$

$\therefore v_2 = 0 + \frac{2m}{2m} v = v$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১৯৪ ও ১৯৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো একটি সরলরেখায় 5u বেগে চলমান m ভরের একটি বস্তু একই সরলরেখায় u বেগে চলমান 5m ভরের অপর একটি বস্তুকে ধাক্কা দিল এবং ধাক্কার পর বস্তু দুটি একই দিকে যুক্ত অবস্থায় চলতে থাকল।



১৯৪। যুক্ত অবস্থায় বস্তু দুইটির বেগ কত? [ঢা. বো. ১৫; অনুরূপ রা. বো. ১৯]

ক $\frac{3}{10}$ u

খ $\frac{10}{6}$ u

গ u

ঘ $\frac{6}{5}$ u

উত্তর: খ $\frac{10}{6}$ u

ব্যাখ্যা: $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$

$\Rightarrow m \times 5u + 5m \times u = (5m + m)v$

$\Rightarrow \frac{10\,mu}{6m} = v$

$\therefore v = \frac{10}{6} u$

১৯৫। এই সংঘর্ষের আগে এবং পরে– [ঢা. বো. ১৫]

ক গতিশক্তি এবং ভরবেগ উভয়ই স্থির থাকে

খ ভরবেগ বৃদ্ধি পায় এবং গতিশক্তি স্থির থাকে

গ গতিশক্তি এবং ভরবেগ উভয়ই হ্রাস পায়

ঘ গতিশক্তি হ্রাস পায় এবং ভরবেগ স্থির থাকে

উত্তর: ঘ গতিশক্তি হ্রাস পায় এবং ভরবেগ স্থির থাকে

ব্যাখ্যা: $E_i = \frac{1}{2} \times m \times (5u)^2 + \frac{1}{2} \times 5m \times u^2$

$= 15\,mu^2$

$E_f = \frac{1}{2} \times 6m \times \left(\frac{5}{3}u\right)^2$

$= 8.33\,mu^2$

$\therefore E_f < E_i$

❖ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ১৯৬ ও ১৯৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

3 ms^{-1} বেগে 2 kg ভরের একটি বস্তু 0.5 kg ভরের অন্য একটি স্থির বস্তুর সঙ্গে সোজাসুজি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

১৯৬। সংঘর্ষের পর দ্বিতীয় বস্তুর বেগ কত? [চ. বো. ১৫]

ক 2.5 ms^{-1}

খ 4 ms^{-1}

গ 4.8 ms^{-1}

ঘ 5 ms^{-1}

উত্তর: গ 4.8 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} u_2 + \frac{2m_1}{m_2 + m_1} u_1$

$= 0 + \frac{2 \times 2}{2 + 0.5} \times 3$

$= 4.8\ ms^{-1}$

১৯৭। ১ম বস্তুর ভর ২য় বস্তুর ভরের তুলনায় অনেক বেশি হলে সংঘর্ষের পর– [চ. বো. ১৫]

(i) ১ম বস্তুটি একই বেগে চলতে থাকবে

(ii) ২য় বস্তুটি ১ম বস্তুর বেগে চলতে থাকবে

(iii) ২য় বস্তুটি ১ম বস্তুর দ্বিগুণ বেগে চলতে থাকবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i

খ i ও ii

গ i ও iii

ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও iii

ব্যাখ্যা: $m_1 >> m_2$ হলে,

$v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2$

$\Rightarrow v_1 = \frac{m_1}{m_1} u_1 = u_1 \quad \left[\begin{matrix} m_1 - m_2 \approx m_1 \\ m_1 + m_2 \approx m_1 \end{matrix}\right]$

আবার, $v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} u_2 + \frac{2m_1}{m_2 + m_1} u_1$

$\Rightarrow v_2 = 0 + \frac{2m_1}{m_1} u_1$

$\therefore v_2 = 2u_1$

১৯৮। 3 kg ও 5 kg ভরের বস্তুদ্বয় 30 kg ms^{-1} এবং 50 kg ms^{-1} ভরবেগ নিয়ে একই দিকে চলছে।

ক সংঘর্ষের পর তারা একই দিকে চলবে

খ সংঘর্ষের পর তারা বিপরীত দিকে চলবে

গ সংঘর্ষের পর তারা স্থির হয়ে যাবে

ঘ তাদের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ ঘটবে না

উত্তর: ঘ তাদের মধ্যে কোনো সংঘর্ষ ঘটবে না

ব্যাখ্যা: প্রথম বস্তুর বেগ, $v_1 = \frac{p_1}{m_1} = \frac{30}{3} = 10\ ms^{-1}$

দ্বিতীয় বস্তুর বেগ, $v_2 = \frac{p_2}{m_2} = \frac{50}{5} = 10\ ms^{-1}$

যেহেতু বস্তুদ্বয় সমবেগে একই দিকে চলমান সুতরাং বস্তুদ্বয়ের মধ্যে কোন সংঘর্ষই ঘটবেনা।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। 6 N বল একটি বস্তুর উপর 4 sec ব্যাপী ক্রিয়া করলে ভরবেগের পরিবর্তন কত?
ক 12 kgms^{-1} খ 3 kgms^{-1} গ 24 kgms^{-1} ঘ 6 kgms^{-1}

২। একটি বল 7 kg ভরের স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করায় বস্তু 4 সেকেন্ডে 50 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। বলের মান কত?
ক 32 N খ 50 N গ 87.5 N ঘ কোনটিই নয়

৩। 1 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 5 g ভরের একটি বুলেট 90 ms^{-1} বেগে বের হয়ে গেল। বন্দুকটি কত বেগে পেছনে সরে আসবে?
ক 6.3 ms^{-1} খ 0 ms^{-1} গ 90 ms^{-1} ঘ 0.45 ms^{-1}

৪। ভরবেগ 150% বৃদ্ধি করতে গতিশক্তির পরিবর্তন হবে–
ক 525% খ 150% গ 625% ঘ 225%

৫। 2 rps = ?
ক 12.566 rads^{-1} খ 3.142 rads^{-1}
গ 25.132 rads^{-1} ঘ 6.283 rads^{-1}

৬। 2 kg ভর ও 0.49 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি সিলিন্ডার আকৃতির বেলুন 20 rad/sec কৌণিক বেগে গড়াতে থাকলে তার গতিশক্তি কত?
ক 0.24 J খ 0.424 J গ 144.06 J ঘ 109.15 J

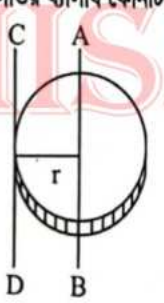
৭। একটি ফ্লাইহুইল স্থির অবস্থান হতে 9s সময়ের মধ্যে 7π rad/s কৌণিক বেগ প্রাপ্ত হয়। হুইলটির ঘূর্ণন অক্ষ হতে 5 m দূরবর্তী একটি বিন্দুর রৈখিক ত্বরণ কত?
ক 12.217 ms^{-2} খ 8.145 ms^{-2}
গ 4.072 ms^{-2} ঘ 6.109 ms^{-2}

৮। W ওজনের একজন লোক a ত্বরণে ঊর্ধ্বগামী একটি লিফটে দাড়িয়ে আছে। লোকটির আপাত ওজন কত মনে হবে?
ক $W\left(1+\frac{a}{g}\right)$ খ $W\left(1-\frac{a}{g}\right)$
গ W ঘ W(g + a)

৯। m ভরের একটি বস্তু r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে ঘুরছে। কেন্দ্রমুখী বল F হলে গতিশক্তি হবে?
ক Fr খ Fr^2 গ $\frac{Fr^2}{2}$ ঘ $\frac{Fr}{2}$

১০। নিচের কোনটি ধ্রুবক হলে কোনো কণার উপর প্রযুক্ত টর্ক শূন্য হবে?
ক কৌণিক ভরবেগ খ রৈখিক ভরবেগ
গ বলের ঘাত ঘ বল

১১। AB অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি?



ক r খ $\frac{r}{2}$ গ $\sqrt{2}\,r$ ঘ $\frac{r}{\sqrt{2}}$

১২। কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক শূন্য হবে যদি–
(i) ঘূর্ণন কেন্দ্রের সাপেক্ষে অবস্থান ভেক্টরের মান শূন্য হয়
(ii) বলের মান শূন্য হয়
(iii) অবস্থান ভেক্টর ও বলের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৩। একটি পাতলা বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে–
ক $\frac{3}{2}Mr^2$ খ $\frac{1}{4}Mr^2$ গ $\frac{2}{3}Mr^2$ ঘ $\frac{1}{2}Mr^2$

১৪। 0.15 kg ভরের একটি পাথর খন্ড 0.7 m লম্বা একটি সুতার একপ্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 70 বার ঘুরালে সুতার টান কত হবে?
ক 5.642 N খ 0.531 N গ 52.75 N ঘ 0.32 N

১৫। 5 kg ভরের একটি বস্তু স্থিরাবস্থা থেকে 250 m নিচে পতিত হয়ে কাদার মধ্যে 2.5 m প্রবেশ করে থেমে গেল। বস্তুটির উপর কাদা দ্বারা প্রযুক্ত বল- [g = 10 ms^{-2}]
ক 5050 N খ 5000 N গ 1010 N ঘ 1000 N

১৬। 27 kg ভরের একটি গাড়ি 700 ms^{-1} বেগে চলার সময় একই দিকে 160 ms^{-1} বেগে চলমান সমান ভরের অপর একটি গাড়িকে ধাক্কা দিলে সংঘর্ষের পর দ্বিতীয় গাড়িটির বেগ কত হবে? [ভরবেগ ও গতিশক্তি উভয়ই সংরক্ষিত]
ক 700 ms^{-1} খ 380 ms^{-1} গ 1400 ms^{-1} ঘ 160 ms^{-1}

১৭। 9 ms^{-1} বেগে আগত কোনো ক্রিকেট বলকে ব্যাট দিয়ে আঘাত করলে তা বিপরীত দিকে 5 ms^{-1} বেগে ফিরে আসলে বলের ঘাত কত? [বলের ভর 400 g]
ক 5.6 kgms^{-1} খ 6.25 kgms^{-1}
গ 3.3 kgms^{-1} ঘ 4.6 kgms^{-1}

১৮। একটি ঘড়ির সেকেন্ড, মিনিট ও ঘন্টার কাঁটার কৌণিক বেগের অনুপাত–
ক 720 : 60 : 1 খ 1 : 60 : 720
গ 1 : 12 : 720 ঘ 720 : 12 : 1

১৯। একটি ঝুলন্ত দড়ি সর্বোচ্চ 609 N টান সহ্য করতে পারলে 99 kg ভরের একজন লোক ঐ দড়ি বেয়ে সর্বনিম্ন কত ত্বরণে নিচে নামতে পারবে? [g = 10 ms^{-2}]
ক 9.8 ms^{-2} খ 11 ms^{-2} গ 3.848 ms^{-2} ঘ 0.8 ms^{-2}

২০। 7 kg হাতুড়ি দিয়ে দেয়ালে কত বেগে আঘাত করলে পেরেক 5 cm ঢুকবে? [দেয়ালের বাধাদানকারী বল 70 N]
ক 1 ms^{-1} খ 2 ms^{-1} গ 2.5 ms^{-1} ঘ 1.5 ms^{-1}

২১। 2 kg ভরের একটি পাথর 2 m দৈর্ঘ্যের একটি সুতায় বেঁধে 2 rad/s কৌণিক বেগে আনুভূমিকভাবে ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ 26 N টান সহ্য করতে পারলে এরূপ সর্বোচ্চ কতটি পাথর এক সাথে বেঁধে 2 rad/s বেগে আনুভূমিকভাবে ঘুরানো যাবে?
ক 4 টি খ 1 টি গ 0 ঘ 2 টি

❖ উদ্দীপকটি পড় এবং ২২ ও ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
2g, 6g ও 4g ভরের তিনটি বস্তুকণা যথাক্রমে A, B ও C কোনো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 5 সেকেন্ডে 20 বার করে ঘুরে। বস্তুকণাগুলোর কৌণিক ভরবেগ যথাক্রমে L_A, L_B ও L_C। অক্ষ থেকে কণাগুলোর দূরত্ব যথাক্রমে 5 cm, 4 cm ও 3 cm।

২২। উদ্দীপকের A বস্তুকণার রৈখিক বেগ কত?
ক 1.256 ms^{-1} খ 6.283 ms^{-1}
গ 9.283 ms^{-1} ঘ 125.60 ms^{-1}

২৩। কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?
ক $L_A > L_B > L_C$ খ $L_A > L_C > L_B$
গ $L_B > L_A > L_C$ ঘ $L_B > L_C > L$

২৪। 1 kg ভরের আয়তাকার ব্লককে আনুভূমিকভাবে 7 N বল প্রয়োগে ঠেললে যদি ব্লকটি স্থির অবস্থা থেকে গতিশীল হয় তবে এর স্থিতি ঘর্ষণ সহগ কত?
ক 0.714 খ 0.815 গ 1.16 ঘ 0.724

২৫। নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের উদাহরণের ক্ষেত্রে–
(i) ঘোড়ার গাড়ি টানা
(ii) বন্দুকের গুলি ছোড়া
(iii) মহাশূন্যে গতিশীল মহাকাশযান
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তরপত্র	১	গ	২	গ	৩	ঘ	৪	ক	৫	ক	৬	গ	৭	ক	৮	ক	৯	ঘ	১০	ক	১১	ঘ	১২	ক
	১৩	খ	১৪	ক	১৫	ক	১৬	ক	১৭	ক	১৮	ঘ	১৯	গ	২০	ক	২১	খ	২২	ক	২৩	গ	২৪	ক	২৫	ক

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

পঞ্চম অধ্যায়

কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা
Work, Energy and Power

ACS

Board Questions Analysis

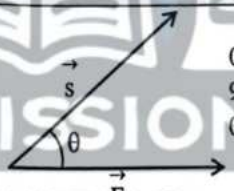
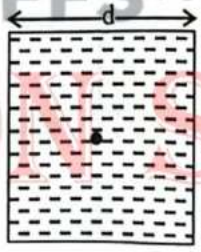
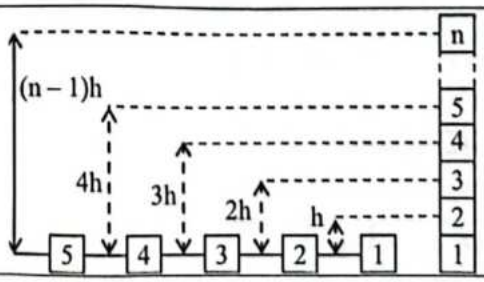
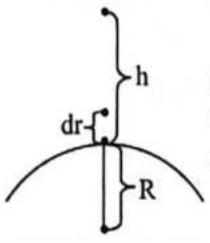
সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	১	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২৩	১	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	৪	৭	৪	৪	৪	২	২	৩	২
২০২৩	২	৪	৫	২	১	৬	-	৪	৩
২০২২	৩	১	-	৪	৩	২	৩	৩	৪

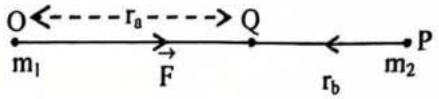
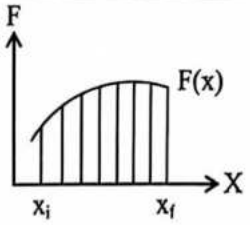
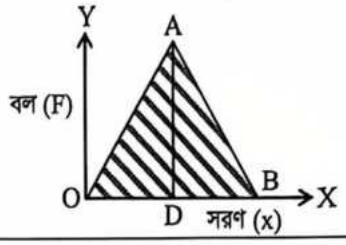
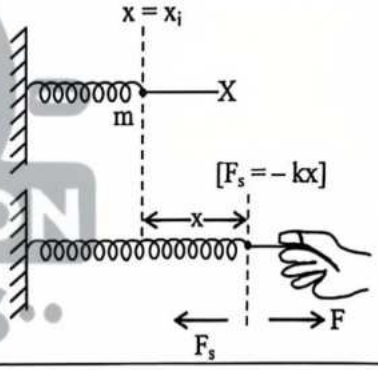
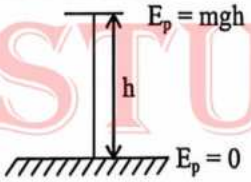
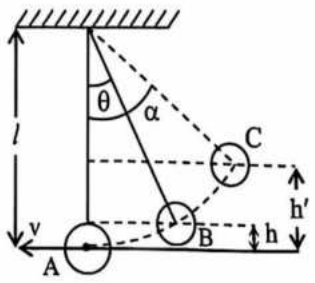
গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ কাজ: • $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$	 $0° \le \theta < 90°$ হলে ধনাত্মক কাজ/বলের দ্বারা কাজ $90° < \theta \le 180°$ হলে ঋণাত্মক কাজ/ বলের বিপরীতে কাজ $\theta = 90°$ হলে কৃতকাজ শূণ্য
• ভারকেন্দ্রের সরণ বিষয়ক কাজ, $W = mgh'$ ➢ পানিপূর্ণ কুয়াকে পাম্প দ্বারা পানিশূন্য করলে পানির ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{\text{উপরিতলের গভীরতা + চূড়ান্ত গভীরতা}}{2} = \frac{h+0}{2}$	 কুয়ার সম্পূর্ণ পানির ভর, $m = V\rho = \pi r^2 h\rho$ কুয়ার ব্যাস, $d = 2r$
• n সংখ্যক ইট একটির ওপর আরেকটি রেখে স্তম্ভ তৈরিতে কৃতকাজ, ➢ $W = mg(0) + mg(h) + mg(2h) + mg(3h) + mg(4h) + \cdots\cdots\cdots + mg(n-1)h$ ➢ $W = \frac{n(n-1)}{2} mgh$	
• অভিকর্ষ বলের বিপরীতে কাজ: $W = \int_{r=R}^{r=R+h} Fdr$ $= GMm\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right)$	 M = পৃথিবীর ভর m = ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত কোনো বস্তুর ভর অভিকর্ষ বল, $F_G = \frac{-GMm}{r^2}$

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

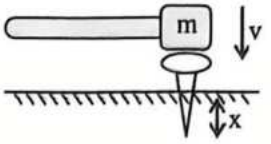
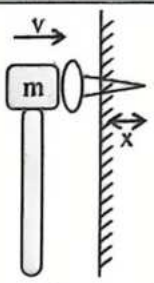
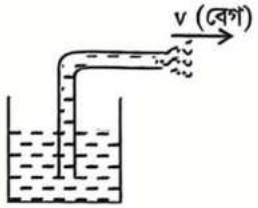
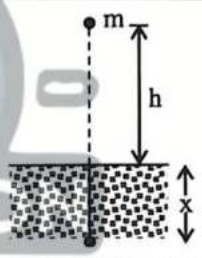
সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
• মহাকর্ষ বল দ্বারা কাজ: $W_{ab} = -\int_{r_a}^{r_b} \frac{Gm_1m_2}{r^2} dr$	 m_2 ভরের বস্তুকে $r = r_b$ থেকে $r = r_a$ দূরত্বে নিতে কৃতকাজ, $W_{ab} = Gm_1m_2\left[\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a}\right]$
• পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কাজ: $W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx$	
• বল বনাম সরণ লেখচিত্রে, কৃতকাজ = আবদ্ধ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল ➤ কৃতকাজ $= \frac{1}{2} \times OB \times AD$	
• স্থিতিস্থাপক বলের বিপরীতে কৃতকাজ, $W = \int_{x_i}^{x_f} Fdx = \frac{1}{2}k\left(x_f^2 - x_i^2\right)$	
■ যান্ত্রিক শক্তি সংক্রান্ত সূত্র: • বিভবশক্তি বা স্থিতিশক্তি, $E_p = mgh$ • গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$ [p = ভরবেগ]	
• কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন [কাজ-শক্তি উপপাদ্য] $W = Fs = \frac{1}{2}m\left(v^2 - v_0^2\right) = \left(E_{k_f} - E_{k_i}\right)$	$W = Fx = max = m \times \frac{v^2 - v_0^2}{2}$ $\therefore W = \frac{m}{2}\left(v^2 - v_0^2\right)$
■ সরল দোলকের গতিশক্তি-বিভবশক্তি: • A বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_A} = 0$ গতিশক্তি, $E_{k_A} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(u^2 + 2gh') = mgh'$ • B বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_B} = mgh = mg(l - l\cos\theta)$ গতিশক্তি, $E_{k_B} = mg(h' - h)$ • C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_C} = mgh' = mg(l - l\cos\alpha)$ গতিশক্তি, $E_{k_C} = 0$	

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ **হাতুড়ি-পেরেক সংক্রান্ত:** • $Fx = \frac{1}{2}mv^2 + mgx$ [যখন দেয়াল আনুভূমিক] • $Fx = \frac{1}{2}mv^2$ [যখন দেয়াল উল্লম্ব]	 দেয়াল আনুভূমিক অর্থাৎ পেরেক উল্লম্ব  দেয়াল উল্লম্ব অর্থাৎ পেরেক আনুভূমিক
■ **ক্ষমতা ও কর্মদক্ষতা:** • ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$ • $P = Fv$ [v = ধ্রুববেগ] • $\eta = \frac{P'}{P} \times 100\%$ যেখানে, P = প্রদত্ত ক্ষমতা P' = প্রাপ্ত ক্ষমতা	পাম্প দ্বারা পানি উত্তোলনের পর নির্দিষ্ট বেগে ছোঁড়া হলে, ➤ $W = mgh + \frac{1}{2}mv^2$ ➤ $P = \frac{mgh + \frac{1}{2}mv^2}{t}$ 
■ **বাধাদানকারী বলের বিরুদ্ধে কাজ:** • $W = Fx = mg(h + x)$	 নির্দিষ্ট উচ্চতা h থেকে পড়ন্ত বস্তু মাটিতে পড়ার ফলে কাদার মধ্যে x দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়। এখানে, কাদার বাধাদানকারী বল F।

ADMISSION STUFFS

একক রূপান্তর

- $W = 1\ Cal = 4.2\ J$
- $1\ ft\ poundal = 4.214 \times 10^5\ erg = 0.04214\ J$
- $1J = 10^7\ erg$
- $1\ erg = 1\ dyne.\ cm$
- $1HP = 746\ Js^{-1} = 746\ W$

ADMISSION ••STUFFS••
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ একটি পানির ট্যাংকের গভীরতা 20 m এবং ব্যাস 4 m। ট্যাংকটিকে পানিশূন্য করার জন্য একটি পাম্প লাগানো হলো। পাম্পটি চালু করার 10 মিনিট পর ট্যাংকের এক চতুর্থাংশ খালি করে পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেলো। পরে অন্য আরেকটি পাম্প দ্বারা ট্যাংকের বাকি পানি শূন্য করা হলো। [পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3}]

(ক) কর্ম দক্ষতা কী? [ঢা. বো. ২৪; দি. বো. ২৩; ম. বো. ২২; ব. বো. ২২, ২১; চ. বো. ২২, ২১; য. বো. ২১; সি. বো. ১৯]

(খ) স্প্রিং দ্বারা কৃত কাজ ঋণাত্মক হয় কেন? [ঢা. বো. ২৪; চ. বো. ২১]

(গ) প্রথম পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ২১]

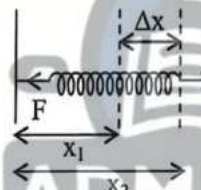
(ঘ) উদ্দীপকের দ্বিতীয় পাম্পটি যদি বাকি ট্যাংকের পানি 20 মিনিটে শূন্য করতে পারে তাহলে উভয় পাম্পের মধ্যে কোনটির অশ্বক্ষমতা বেশি গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৩; দি. বো. ২২; রা. বো. ২১; চ. বো. ২১]

সমাধান:

ক কোনো যন্ত্রে সরবরাহকৃত শক্তি এবং কাজে পরিণত হওয়ার শক্তির অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

খ ধরি, F বল প্রয়োগ করে একটি স্প্রিংকে x_1 হতে x_2 দৈর্ঘ্যে সম্প্রসারণ করা হলো।

ফলে স্প্রিং-এ F প্রত্যয়নী বল উদ্ভূত হবে।



∴ প্রত্যয়নী বল দ্বারা কৃতকাজ,

$W = \frac{1}{2}(k_1^2 - k_2^2)$

এখন, $|x_1| < |x_2|$ হলে, $w < 0$ হবে

স্প্রিং সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে, $|x_1| < |x_2|$ হয়। সুতরাং স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃতকাজ ঋণাত্মক। অনরূপভাবে স্প্রিং সংকোচনে $|x_1| < |x_2|$ হয়, ফলে স্প্রিং-এর সংকোচন ও প্রসারণ উভয় ক্ষেত্রেই স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক।

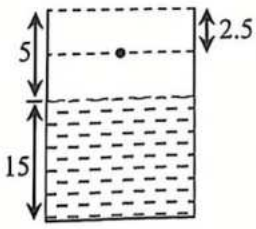
গ এখানে, ট্যাংকের এক-চতুর্থাংশ পানির ভর,

$m = \frac{1}{4} \times \text{আয়তন} \times \text{ঘনত্ব} = \frac{1}{4} \times \pi r^2 h \times \rho$

$\Rightarrow m = \frac{1}{4} \times 1000 \times \pi \times 2^2 \times 20$

$= 62831.85$ kg

এক-চতুর্থাংশ পানির ভরকেন্দ্রের সরণ,



$h' = \frac{0 + \frac{20}{4}}{2}$

$\Rightarrow h' = 2.5$ m

∴ পাম্পটির ক্ষমতা, $P = \frac{mgh'}{t}$

$\Rightarrow P = \frac{62831.85 \times 9.8 \times 2.5}{10 \times 60}$ W

$\Rightarrow P = 2565.633$ W

সুতরাং, প্রথম পাম্পটির ক্ষমতা 2565.633 W

$= \frac{2565.633}{746}$ HP $= 3.44$ HP **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

প্রথম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = 2565.633$ W

$= \frac{2565.633}{746}$ HP

$= 3.44$ HP

দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষেত্রে,

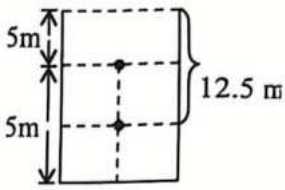
তিন-চতুর্থাংশ পানির ভর, $m = \frac{3}{4}\rho v = \frac{3}{4}\rho\pi r^2 h$

$\Rightarrow m = \frac{3}{4} \times 1000 \times \pi \times 2^2 \times 20$

$\Rightarrow m = 188495.56$ kg

ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{\frac{20}{4} + 20}{2}$

$\Rightarrow h' = 12.5$ m



∴ দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা, $P_2 = \frac{mgh'}{t}$

$= \frac{188495.56 \times 9.8 \times 12.5}{20 \times 60}$ W

$= 19242.255$ W

$= \frac{19242.255}{746}$ HP

∴ $P_2 = 25.8$ HP

∴ $P_2 > P_1$

সুতরাং, উভয় পাম্পের মধ্যে দ্বিতীয় পাম্পের অশ্বক্ষমতা বেশি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২ A ও B দুটি পানিপূর্ণ কুয়া যাদের গভীরতা যথাক্রমে 12m ও 10m এবং ব্যাস যথাক্রমে 1.8m ও 2m। X ও Y দুটি পাম্প যাদের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে 70% ও 60%। X পাম্পটি A কুয়াকে 24 মিনিটে পানিশূন্য করতে পারে। Y পাম্পের ক্ষমতা 2.4 H.P।

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে? [রা. বো. ২৪]

(খ) শূন্য কাজ ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪; অনরূপ ব. বো. ২৪]

(গ) X পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ২৩]

(ঘ) X ও Y পাম্প দ্বারা B কুয়াকে একই সময়ে পানিশূন্য করা যাবে কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৪]

সমাধান:

ক কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য বা শক্তি লাভ করে তাকে বস্তুটির গতিশক্তি বলে।

খ কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ বল প্রয়োগের লম্বদিকে ঘটে থাকে তবে ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হবে। এক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হয়।

∴ কৃতকাজ, $W = Fs\cos\theta = Fs\cos(90°)$

$\Rightarrow W = 0$

উদাহরণস্বরূপ, কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য, কেননা বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ শূন্য বা বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°। আবার বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ শূন্য হলেও কৃতকাজ শূন্য হবে।

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ এখানে, A কুয়ার সম্পূর্ণ পানির ভর, $m = \rho V = \rho\pi r^2 h$
$= 1000 \times \pi \times 0.9^2 \times 12$
$= 30536.28$ kg

ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{0+h}{2} = \frac{12}{2}$

$\Rightarrow h' = 6$m

$\therefore$ X পাম্পটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = \frac{mgh'}{t}$

$= \frac{30536.28 \times 9.8 \times 6}{24 \times 60}$

$= 1246.89$ W

আমরা জানি, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{1246.89}{0.7}$

$\Rightarrow P_{in} = 1781.27$ W

সুতরাং, X পাম্পটির প্রকৃত ক্ষমতা 1781.27 W **(Ans.)**

ঘ B কুয়ার সম্পূর্ণ পানির ভর, $m = \rho V = \rho\pi r^2 h$
$= 1000 \times \pi \times 1^2 \times 10$
$= 31415.92$ kg

ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{0+h}{2} = \frac{10}{2} = 5$ m

Y পাম্পটির লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = \frac{mgh'}{t_1}$ .....(i)

আমরা জানি, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\Rightarrow \eta \times P_{in} = \frac{mgh'}{t_1}$ [(i) হতে]

$\Rightarrow t_1 = \frac{31415.92 \times 9.8 \times 5}{0.6 \times 2.4 \times 746}$

$= 1433$ s

$\therefore t_1 = 23.88$ min

আবার, 'গ' হতে পাই,

X পাম্পের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P'_{out} = 1246.89$ W

$\therefore P'_{out} = \frac{mgh'}{t_2}$

$\Rightarrow t_2 = \frac{31415.92 \times 9.8 \times 5}{1246.89}$

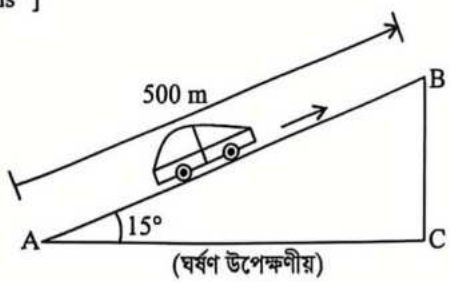
$\Rightarrow t_2 = 1234.576$ s

$\Rightarrow t_2 = 20.58$ min

$\therefore t_1 \neq t_2$

সুতরাং, X ও Y পাম্প দ্বারা B কুয়াকে একই সময় পানিশূন্য করা যাবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩ চিত্রের গাড়িটির ভর 3000 kg এবং ক্ষমতা 152.18 kW, [$g = 9.8$ ms^{-2}]



(ঘর্ষণ উপেক্ষণীয়)

(ক) অশ্ব ক্ষমতা কাকে বলে? [য. বো. ২৪; কু. বো. ২২; রা. বো. ১৯; দি. বো. ১৭]

(খ) প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান বেশি হলে যন্ত্রের দক্ষতা কম হবে– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

(গ) গাড়িটি A হতে B তে যেতে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [য. বো. ২৪]

(ঘ) "AB রাস্তা বরাবর গাড়িটির বেগ 72 kmh^{-1} সীমা অতিক্রম করা সম্ভব নয়"– গাণিতিকভাবে উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। [য. বো. ২৪]

সমাধান:

ক কোন ব্যক্তি বা যন্ত্রের প্রতি সেকেন্ডে 746 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব-ক্ষমতা বলে।

খ প্রথম ক্ষেত্রে, ধরি, $\eta = 50\%$

$\therefore \eta = \frac{W'}{W}$

$\Rightarrow W' = 0.5$ W

$\therefore$ প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান, $\Delta W = W - W' = 0.5$ W

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, ধরি, $\eta = 70\%$

$\therefore \eta' = \frac{W''}{W}$

$\Rightarrow W'' = 0.7$ W

$\therefore$ প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান, $\Delta W = W - W'' = 0.3$ W

এখানে, দুইটি ক্ষেত্র হতে বলা যায়, $\eta \propto \frac{1}{\Delta W}$

অর্থাৎ, প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান বেশি হলে দক্ষতা হ্রাস পাবে।

গ আমরা জানি,

কৃতকাজ, W = বল × বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ
$= mg\sin\theta \times s$
$= 3000 \times 9.8 \times \sin(15°) \times 500$
$= 3.804 \times 10^6$ J

সুতরাং, গাড়িটি A হতে B তে যেতে কৃতকাজের পরিমাপ 3.804×10^6 J **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

$\Rightarrow P = \frac{mgAB\sin15°}{t}$

$\Rightarrow P = mg\sin15° \times \frac{AB}{t}$

$\Rightarrow P = mg\sin15° \times v$

$\Rightarrow v = \frac{P}{mg\sin15°}$

$\Rightarrow v = \frac{152.18 \times 10^3}{3000 \times 9.8 \times \sin15°}$

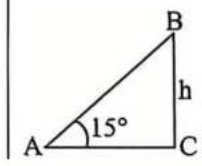
$\Rightarrow v = 20 ms^{-1}$

$= \frac{20 \times 3600}{1000}$ kmh^{-1}

$\therefore v = 72$ kmh^{-1}

সুতরাং, "AB রাস্তা বরাবর গাড়িটির বেগ 72 kmh^{-1} সীমা অতিক্রম করা সম্ভব নয়"– উক্তিটি যথার্থ। **(Ans.)**

এখানে,
গাড়ির ভর $m = 3000$ kg
ক্ষমতা, $P = 152.18$ kW
$= 152.18 \times 10^3$ W
উচ্চতা, $h = AB\sin15°$

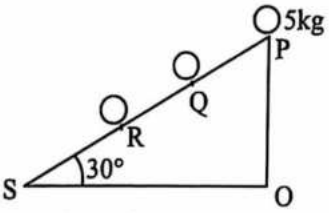


Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৪



উপরের চিত্রে একটি বস্তু স্থির অবস্থা থেকে হেলানো তল বরাবর নিচের দিকে পড়ছে। P, Q এবং R বিন্দুর উচ্চতা যথাক্রমে 50 m, 20 m এবং 10 m।

(ক) এক জুল কাকে বলে? [কু. বো. ২৪; সি. বো. ২৪; চ. বো. ২৪]

(খ) স্প্রিং ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪; সি. বো. ২৪; রা. বো. ২২; ব. বো. ২১]

(গ) P বিন্দুতে বিভব শক্তি নির্ণয় কর। [কু. বো. ২৪; সি. বো. ২৪]

(ঘ) Q এবং R বিন্দুতে উদ্দীপকের বস্তুটির মোট শক্তির অনুপাত 1 অপেক্ষা বেশি হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ২৪; সি. বো. ২৪]

সমাধান:

ক 1 N বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর 1 m সরণ হলে যে কাজ হয় তাকে এক জুল বলে।

খ কোনো স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে বোঝায়, সাম্যাবস্থান থেকে স্প্রিংটির মুক্ত প্রান্তের 1m সরণ ঘটানো হলে স্প্রিং এর অভ্যন্তরে 2200 N মানের প্রত্যয়নী বল উদ্ভূত হয়। অর্থাৎ, ঐ অবস্থা বজায় রাখতে হলে বাইরে থেকে 2200 N বল স্প্রিং এর সরণের দিকে বা সাম্যাবস্থানের বিপরীতে প্রয়োগ করতে হবে।

গ P বিন্দুর উচ্চতা, h = 50 m

∴ P বিন্দুতে বস্তুর বিভবশক্তি, $E_p = mgh$

$= 5 \times 9.8 \times 50$

$= 2450$ J

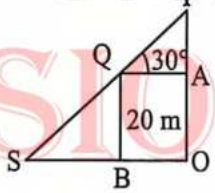
সুতরাং, P বিন্দুতে বিভবশক্তি 2450 J. **(Ans.)**

ঘ Q বিন্দুর ক্ষেত্রে,

$AP = OP - OA = OP - QB$

$= 50 - 20 = 30$ m

এখন, $\sin 30° = \frac{AP}{PQ}$



$\Rightarrow PQ = \frac{30}{\frac{1}{2}} = 60$ m

∴ গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}m[u^2 + 2g\sin\theta \times PQ]$

$= mg\sin\theta \times PQ$

$= 5 \times 9.8 \sin 30° \times 60$ [∵ u = 0]

$= 1470$ J

∴ বিভবশক্তি, $E_{p_1} = mg \times QB = 5 \times 9.8 \times 20 = 980$ J

∴ Q বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_Q = 1470 + 980 = 2450$ J

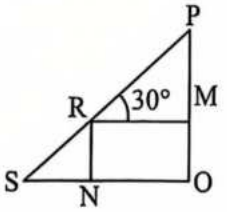
R বিন্দুর ক্ষেত্রে,

$PM = OP - OM = OP - RN$

$= 50 - 10 = 40$ m

∴ $\sin 30° = \frac{PM}{PR}$

$\Rightarrow PR = \frac{40}{\frac{1}{2}} = 80$ m



∴ গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}m[u^2 + 2g\sin\theta \times PR]$

$= mg\sin\theta \times PR = 5 \times 9.8 \times \sin 30° \times 80$

$= 1960$ J

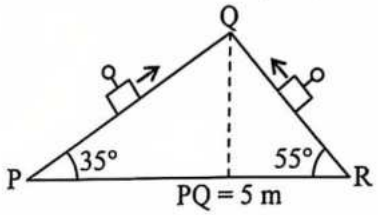
∴ বিভবশক্তি, $E_{p_2} = mg \times RN = 5 \times 9.8 \times 10 = 490$ J

∴ মোট শক্তি, $E_R = 1960 + 490 = 2450$ J

∴ $\frac{E_Q}{R_R} = \frac{2450}{2450} = 1$

সুতরাং, Q এবং R বিন্দুতে উদ্দীপকের বস্তুটির মোট শক্তির অনুপাত। অপেক্ষা বেশি হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৫ 50 kg ভরের একজন শ্রমিক 20 kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে চিত্রানুযায়ী ঢাল বেয়ে Q বিন্দুতে পৌছাল। প্রথমে PQ পথ ব্যবহার করল। পরে RQ পথে গেল। উভয় ক্ষেত্রে বেগ একই এবং Q বিন্দুতে বেগ শূন্য।



(ক) পরিবর্তনশীল বল কাকে বলে? [ব. বো. ২৪]

(খ) সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে– ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৪]

(গ) P বিন্দু থেকে Q বিন্দুতে পৌছাতে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [চ. বো. ২৪]

(ঘ) কোন পথে সে কম ক্ষমতা ব্যয়ে Q বিন্দুতে পৌছাতে পারবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [চ. বো. ২৪]

সমাধান:

ক সময়ের সাথে সাথে বলের মান বা দিকের পরিবর্তন হলে সেই বলকে পরিবর্তনশীল বল বলে।

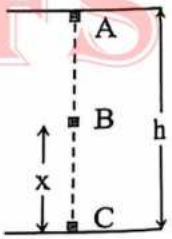
খ ধরি, m ভরের একটি বস্তু অভিকর্ষ বলের প্রভাবে h উচ্চতা থেকে অবাধে নিচে পড়ছে। আমরা জানি, অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

সর্বোচ্চ বিন্দু A তে, বস্তুর গতিশক্তি শূন্য ও বিভবশক্তি সর্বোচ্চ।

সুতরাং মোট যান্ত্রিক শক্তি = সর্বোচ্চ বিভবশক্তি = mgh

অবাধে নামার সময় যেকোনো বিন্দু B তে,

মোট যান্ত্রিক শক্তি = বিভবশক্তি + গতিশক্তি



$= mgx + \frac{1}{2}mv^2$

$= mgx + \frac{1}{2}m \times 2g(h - x) = mgh$

আবার সর্বনিম্ন বিন্দু C তে মোট যান্ত্রিক শক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(2gh)$

$= mgh$

∴ সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে।

গ আমরা জানি,

কৃতকাজ, W = বল × বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ

$= mg\sin\theta \times s$

$= 70 \times 9.8 \times \sin 35° \times 5 = 1967.36$ J

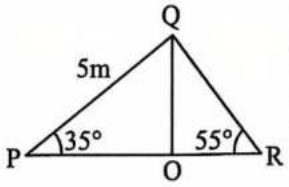
সুতরাং, P বিন্দু হতে Q বিন্দুতে পৌছাতে কৃতকাজের পরিমাণ 1967.36 J. **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ ΔPOQ এ,



$\sin 35° = \frac{QO}{PQ}$

$\Rightarrow QO = 5\sin 35°$

আবার, ΔQOR এ,

$\sin 55° = \frac{QO}{QR}$

$\Rightarrow QR = \frac{QO}{\sin 55°} = \frac{5\sin 35°}{\sin 55°} = 3.5 \text{ m}$

ধরি, PQ ও QR পথ ব্যবহারে যথাক্রমে t_1 ও t_2 সময় লাগে।

$PQ = \left(\frac{u+0}{2}\right) t_1$ .....(i)

$QR = \left(\frac{u+0}{2}\right) t_2$ .....(ii)

এখন, (ii) ÷ (i) করে, $\frac{t_2}{t_1} = \frac{QR}{PQ} = \frac{3.5}{5} = 0.7$

এবং PQ পথে ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_1 = \frac{mg \times QO}{t_1}$ .....(iii)

RQ পথে ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_2 = \frac{mg \times QO}{t_2}$ .....(iv)

আবার, (iii) ÷ (iv) করে, $\frac{P_1}{P_2} = \frac{t_2}{t_1} = 0.7 \quad \left[\because \frac{t_2}{t_1} = 0.7\right]$

$\therefore \frac{P_1}{P_2} < 1 \Rightarrow P_1 < P_2$

সুতরাং, PQ পথে সে কম ক্ষমতা ব্যয়ে Q বিন্দুতে পৌঁছাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬ পানিপূর্ণ একটি চৌবাচ্চার ব্যাসার্ধ 2 মিটার ও উচ্চতা 20 মিটার। চৌবাচ্চাটির অর্ধেক পানিশূন্য করতে 75% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন একটি পাম্পের 20 মিনিট সময় লাগে।

(ক) টর্ক কাকে বলে? [দি. বো. ২৪; চ. বো. ১৭]

(খ) সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪; ম. বো. ২১]

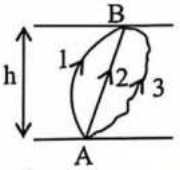
(গ) পাম্পটির ক্ষমতা H.P একক কত? [দি. বো. ২৪]

(ঘ) চৌবাচ্চার বাকি অর্ধেক পানি নিষ্কাশন বলতে পাম্পটির একই সময় লাগবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [দি. বো. ২৪]

সমাধান:

ক অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত বস্তুর উপর যে বিন্দুতে বল ক্রিয়াশীল ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে।

খ ধরি, m ভরের কোনো বস্তুকে A বিন্দু হতে h উচ্চতার B বিন্দুতে নেয়া হলো। এক্ষেত্রে তিনটি ক্রিয়া ভিন্ন পথ 1, 2 এবং 3 ব্যবহার করা হলো। তিনটি ক্ষেত্রেই অভিকর্ষীয় বল সর্বদা খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে। এই বলের দিক বরাবর তিনটি ক্ষেত্রে সরণ h।



$\therefore$ উক্ত তিনটি ক্ষেত্রে সংরক্ষণশীল অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ $= -mgh$

সুতরাং, অভিকর্ষ বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না। শুধুমাত্র বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

অতএব, সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

গ চৌবাচ্চার অর্ধেক পানির ভর, $m = \rho V = \rho\pi r^2 h$

$= 1000 \times \pi \times 2^2 \times 10$

$= 125663.7 \text{ kg}$

ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{0 + \frac{h}{2}}{2} = \frac{20}{4} = 5 \text{ m}$

আমরা জানি, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{\frac{mgh'}{t}}{\eta} = \frac{mgh'}{t\eta}$

$= \frac{125663.7 \times 9.8 \times 5}{20 \times 60 \times 0.75}$

$= 6841.7 \text{ W} = \frac{6841.7}{746} \text{ HP}$

$\therefore P_{in} = 9.17 \text{ HP}$

সুতরাং, পাম্পটির ক্ষমতা 9.17 HP **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

পাম্পটির প্রদত্ত ক্ষমতা, $P_{in} = 6841.7 \text{ W}$

চৌবাচ্চায় অর্ধেক পানির ভর, $m = 125663.7 \text{ kg}$

ভরকেন্দ্রের সরণ, $h'' = \frac{\frac{h}{2} + h}{2} = \frac{\frac{20}{2} + 20}{2} = 15 \text{ m}$

আমরা জানি, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\Rightarrow P_{out} = \eta P_{in}$

$\Rightarrow \frac{mgh''}{t} = \eta P_{in}$

$\Rightarrow t = \frac{125663.7 \times 9.8 \times 15}{0.75 \times 6841.7}$

$\Rightarrow t = 3600 \text{ s}$

$\therefore t = 60 \text{ min} > 20 \text{ min}$

সুতরাং, চৌবাচ্চার বাকি অর্ধেক পানি নিষ্কাশন করতে পাম্পটির একই সময় লাগবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৭ ঘর্ষণহীন অনুভূমিক তলের উপর একটি দৃঢ় অবস্থান থেকে একটি স্প্রিং এর এক প্রান্ত আটকিয়ে অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করে 5cm সংকুচিত করে ছেড়ে দেয়া হলো। এতে স্প্রিংটি আদি অবস্থায় ফিরে আসল।

[স্প্রিং ধ্রুবক $k = 120 \text{ Nm}^{-1}$]

(ক) সংরক্ষণশীল বল কী? [ম. বো. ২৪; রা. বো. ২৩; ম. বো. ২৩, ২১; রা. বো. ২১; দি. বো. ২১]

(খ) বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

(গ) স্প্রিংটি 2.5 cm প্রসারিত করলে এতে সঞ্চিত বিভব শক্তি নির্ণয় কর। [ম. বো. ২৪]

(ঘ) উদ্দীপকে স্প্রিং বলটি কি সংরক্ষণশীল বল? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

সমাধান:

ক একটি বদ্ধ পথে কোনো বল দ্বারা মোট কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হলে সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

খ কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ বল প্রয়োগের লম্বদিকে ঘটে থাকে তবে ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হবে। এক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হয়।

$\therefore$ কৃতকাজ, $W = Fs\cos\theta = Fs\cos(90°)$

$\Rightarrow W = 0$

উদাহরণস্বরূপ, কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য, কেননা বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ শূন্য বা বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°। আবার বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ শূন্য হলেও কৃতকাজ শূন্য হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ স্প্রিং-এ সঞ্চিত বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2} \times 120 \times (2.5 \times 10^{-2})^2$

$\therefore U = 0.0375$ J

সুতরাং, স্প্রিং-এ সঞ্চিত বিভবশক্তি 0.0375 J. **(Ans.)**

ঘ মনে করি, x অক্ষ বরাবর স্প্রিংটির সম্প্রসারণ x হলে স্প্রিং-এ উৎপন্ন প্রত্যয়নী বল F,

$\therefore$ ভেক্টররূপে, $\vec{F} = -kx\hat{i}$ [k = স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক]

আমরা জানি, কোনো বল $\vec{F}$ এর কার্ল শূন্য হলে বলটি একটি সংরক্ষণশীল বল হয়,

$$\therefore \vec{\nabla} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ -kx & 0 & 0 \end{vmatrix} = \hat{i}(0-0) - \hat{j}(0-0) + \hat{k}(0-0)$$

$$= \hat{i}0 + \hat{j}0 + \hat{k}0 = \vec{0}$$

$$\therefore \vec{\nabla} \times \vec{F} = \vec{0}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের স্প্রিং বলটি সংরক্ষণশীল বল। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৮ একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 15 m ও ব্যাসার্ধ 1 m। কুয়াটি পানিশূন্য করার জন্য 6 HP ক্ষমতার একটি পাম্প লাগানো হলো। অর্ধেক পানি উঠানোর পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতাসম্পন্ন আরো একটি পাম্প লাগানো হল।

(ক) জড়তার ভ্রামক কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩]

(খ) কোনো বস্তুর গতিশক্তির সাথে ভরবেগের সম্পর্ক লেখচিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২৩, ২১]

(গ) প্রথম পাম্পের দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় করো। [ঢা. বো. ২৩, ২১; অনুরূপ রা. বো. ২২; কু. বো. ২১; সি. বো. ২১; দি. বো. ২১; ব. বো. ১৯; চ. বো. ১৭]

(ঘ) পাম্প দুটি দ্বারা পানি তুললে সময় একই লাগবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। [ঢা. বো. ২৩, ২২, ১৭; অনুরূপ য. বো. ২২; রা. বো. ২২, ২১; সি. বো. ২১; ম. বো. ২১; ব. বো. ১৯]

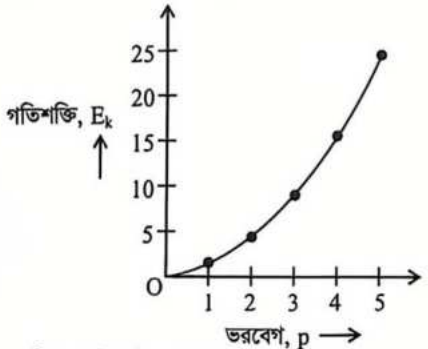
সমাধান:

ক একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিক আবর্তিত হতে থাকলে ওই অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

খ কোনো গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি E_k এবং ভরবেগ p হলে,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{p^2}{2m}$ $\therefore E_k \propto p^2$

অর্থাৎ গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।



চিত্র: গতিশক্তি বনাম ভরবেগের গ্রাফ

লেখচিত্র অনুসারে, গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। ভরবেগ যদি 2 গুণ, 3 গুণ, 4 গুণ ও 5 গুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তিও যথাক্রমে 4 গুণ, 9 গুণ, 16 গুণ ও 25 গুণ হবে।

গ এখানে, কুয়ার গভীরতা, h = 15 m

কুয়ার অর্ধেক পানিশূন্য করতে ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{0 + \frac{h}{2}}{2} = \frac{h}{4}$

$= \frac{15}{4}$ m

প্রথম পাম্পের দ্বারা কৃতকাজ,

$W_1 = mgh'$ [h' = ভরকেন্দ্রের সরণ; অর্ধেক পানির ভর, $m = \frac{V\rho}{2} = \frac{\pi r^2 h}{2}\rho$]

$= \pi r^2 \frac{h}{2} \rho \times g \times \frac{h}{4}$

$= 3.1416 \times 1 \times \frac{15}{2} \times 9.8 \times \frac{15}{4} \times 1000$

$= 865903.5$ J **(Ans.)**

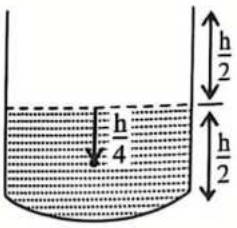
ঘ ১ম পাম্পটির ক্ষেত্রে,

$P = \frac{mgh}{t_1}$ [পাম্পের ক্ষমতা, P = 6 HP = 6 × 746 W]

$\Rightarrow t_1 = \frac{86590.5}{6 \times 746}$

$\therefore t_1 = 193.45$ s

২য় পাম্পটির ক্ষেত্রে কৃতকাজ,



$W_2 = mgh'$

$= \rho\pi r^2 \frac{h}{2} \times g \times \left(\frac{h}{2} + \frac{h}{4}\right)$

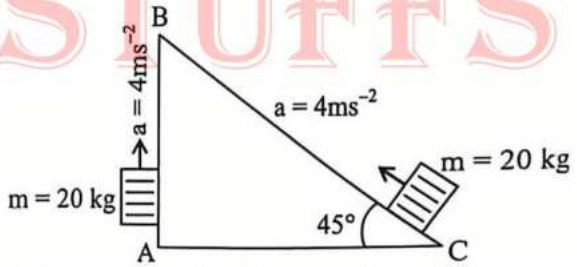
$= 2597710.5$ J

$\therefore t_2 = \frac{2597710.5}{6 \times 746}$

$= 580.36$ s

$\therefore$ পাম্প 2টি দ্বারা পানি তুলতে একই সময় লাগবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৯



20 kg ভরের একটি বস্তুকে চিত্রানুযায়ী A বিন্দু থেকে B বিন্দুতে উঠানো হলো। একই ভরের অপর একটি বস্তুকে C থেকে B বিন্দুতে নেয়া হলো।

(ক) ঋণাত্মক কাজ কী? [সি. বো. ২১; ব. বো. ১৯; দি. বো. ১৫]

(খ) সরণ বনাম গতিশক্তির লেখচিত্রের ঢালটি বল নির্দেশ করে– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৩]

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৩]

(ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় কোন ক্ষেত্রের বস্তুটিকে নিয়ে যাওয়া সহজ হয়েছে? গাণিতিকভাবে দেখাও। [রা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের ক্রিয়ার বিপরীত দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের ঋণাত্মক উপাংশ থাকে তবে যে কাজ সম্পাদিত হয় তাকে ঋণাত্মক কাজ বলে।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

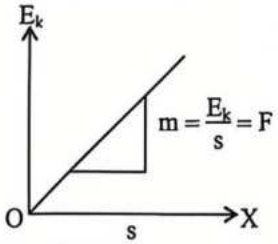
খ আমরা জানি,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}m(u^2 + 2as)$ [ধরি আদিবেগ, $u = 0$]

$= mas$

$\therefore E_k = Fs$ [$\because F = ma$]



এখন, Y অক্ষ বরাবর গতিশক্তি, E_k এবং X অক্ষ বরাবর সরণ, s বিবেচনা করি, যা $y = mx$ সমীকরণ নির্দেশ করে যেখানে ঢাল, m সুতরাং সরণ বনাম গতিশক্তির ঢাল বল নির্দেশ করে।

গ ১ম ক্ষেত্রে, বস্তুকে A থেকে B পথে খাঁড়া উঠানো হচ্ছে $a = 4\ ms^{-2}$ ত্বরণে,

সুতরাং, $\sum F = ma$

$\Rightarrow F - mg = ma$

$= ma + mg$

$= m(a + g)$

$= 20(9.8 + 4)$

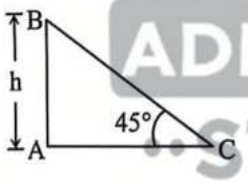
$\therefore F = 276\ N$

অতএব, কৃতকাজ,

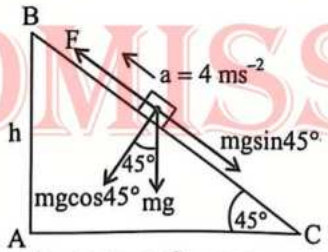
$W_{AB} = F \times AB$

$= 276 \times AB\ J$

$= 276h\ J$ **(Ans.)**



ঘ



এখানে, ২য় বস্তুটিকে C থেকে B বিন্দুতে আনত তল বরাবর উঠানো হচ্ছে, সরণ, CB = s এবং উচ্চতা, AB = h হলে

$\sin45° = \frac{AB}{CB}$

$\Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{h}{s}$

$\therefore s = h\sqrt{2}\ m$

প্রযুক্ত বল F হলে,

$\sum F = ma$

$\Rightarrow F - mg\sin45° = ma$

$\Rightarrow F = ma + mg\sin45°$

$= m(a + g\sin45°)$

$= 20(4 + 9.8\sin45°)$

$\therefore F = 218.6\ N$

$\therefore$ বস্তুকে C থেকে B তে নিতে F বল দ্বারা কৃতকাজ,

$W_{CB} = Fs\cos0°$

$= 218.6 \times h\sqrt{2} \times 1$

$= 309.15h\ J$

'গ' থেকে পাই, ১ম ক্ষেত্রে AB পথে বস্তুটিকে উঠাতে কৃতকাজ,

$W_{AB} = 276h\ J$

$\therefore W_{AB} < W_{CB}$

অতএব, ১ম ক্ষেত্রে কাজের পরিমাণ কম হওয়ায় এক্ষেত্রে কম শক্তি ব্যয় করতে হবে। তাই ১ম ক্ষেত্রে AB পথে বস্তুটিকে নিয়ে যাওয়া সহজ হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১০ একটি স্প্রিং এর উপর 10 N বল প্রয়োগ করায় এটি 4 cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিকে প্রথমে 6 cm এবং পরবর্তীতে আরো 6 cm প্রসারিত করা হলো।

(ক) ভরকেন্দ্র কাকে বলে?

(খ) কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য হয়– ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২৩, ১৭; সি বো. ২২; য. বো. ১৭]

(গ) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় করো। [দি. বো. ২৩]

(ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সমান প্রসারণের জন্য কাজের পরিমাণ সমান হবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর যে বিন্দুতে সমগ্র ভর কেন্দ্রীভূত থাকে সে বিন্দুকে ঐ বস্তুর ভরকেন্দ্র বলে।

খ একটি বস্তুর ওপর কোনো বল ক্রিয়া করায় যদি বলের অভিমুখে বস্তুটির সরণ ঘটে তাহলে ক্রিয়াশীল বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

একটি বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘোরালে কোনো কাজ হয় না। কারণ এক্ষেত্রে বলের দিক বৃত্তাকার পথে কেন্দ্র অভিমুখী এবং সরণের দিক বস্তুর অবস্থানের বিন্দু হতে বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। অর্থাৎ, কেন্দ্রমুখী বল এবং সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ 90°।

$\therefore W = Fscos90° = 0$

সুতরাং, বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

গ স্প্রিং এর উপর প্রযুক্ত বল, $F = 10\ N$

স্প্রিং এর প্রসারণ, $x = 4\ cm = 0.04\ m$

$\therefore$ স্প্রিং বল, $F = kx$

$\Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{10}{0.04} = 250\ Nm^{-1}$

$\therefore$ স্প্রিং ধ্রুবক $250\ Nm^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ কোনো স্প্রিংকে x_1 থেকে x_2 বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ,

$W = \int_{x_1}^{x_2} Fdx = \int_{x_1}^{x_2} kxdx$

$= \frac{1}{2}kx_2^2 - \frac{1}{2}kx_1^2$

১ম ক্ষেত্রে, $W_1 = \frac{1}{2} \times 250 \times (0.06)^2 - \frac{1}{2} \times 250 \times 0 = 0.45\ J$

২য় ক্ষেত্রে,

$W_2 = \frac{1}{2} \times 250 \times (0.06 + 0.06)^2 - \frac{1}{2} \times 250 \times (0.06)^2 = 1.35\ J$

$W_1 \neq W_2$

অতএব, প্রথম ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে সমান প্রসারণের জন্য কাজের পরিমাণ সমান হবে না। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১১ **দৃশ্যকল্প-১:** একটি পানিপূর্ণ কূপের গভীরতা ও ব্যাস যথাক্রমে 20 m ও 2 m। একটি পাম্প 30 min এ কূপটিকে পানিশূন্য করতে পারে। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

দৃশ্যকল্প-২: একটি কণার উপর $\vec{F} = (-5\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k})$ বল প্রয়োগ করায় কণাটি P(–6,7, –1) বিন্দু থেকে Q(–3, –8, 4) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হলো।

(ক) কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি লেখ। [চ. বো. ২৩; সি. বো. ১৮, ১৬; য. বো. ২৩, ২১, ১৯, ১৮, ১৫; ঢা. বো., দি. বো. ১৮; ব. বো. ১৫]

(খ) গতিশক্তির মান সর্বদা ধনাত্মক হয়– ব্যাখ্যা কর। [য. বো., চ. বো. ২৩]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ অনুযায়ী, উল্লিখিত বলটি কেন্দ্রমুখী বল ছিল কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [রা. বো., ম. বো. ২৩]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ এর কূপটির ১ম চতুর্ভাগ ও ৪র্থ চর্তুভাগ পানিশূন্য করতে প্রয়োজনীয় সময়ের তারতম্য হবে কিনা? হলে কেমন হবে হিসাব করে দেখাও। [য. বো., চ. বো. ২৩; য. বো. ২১; অনুরূপ ব. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি হল– কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল কর্তৃক কৃত কাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

খ কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। m ভর এবং v বেগে গতিশীল কোনো বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

অর্থাৎ বস্তুর গতিশক্তির মান বস্তুর ভর এবং বেগের মানের উপর নির্ভরশীল। কিন্তু ভরের মান কখনো ঋণাত্মক কিংবা শূন্য হতে পারে না। তবে বেগে মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক উভয়ই হতে পারে। যেহেতু গতিশক্তির সমীকরণে $E_k \propto v^2$ তাই বেগের মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হলেও গতিশক্তির মান সর্বদা ধনাত্মক হবে।

গ $\vec{P} = -6\hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k}$

$\vec{Q} = -3\hat{i} - 8\hat{j} + 4\hat{k}$

∴ উদ্দীপকের কণাটির সরণ,

$$\vec{s} = (-3\hat{i} - 8\hat{j} + 4\hat{k}) - (-6\hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k})$$
$$= 3\hat{i} - 15\hat{j} + 5\hat{k}$$

কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ = 0

∴ $W = \vec{F}.\vec{s} = (-5\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k}).(3\hat{i} - 15\hat{j} + 5\hat{k}) = 0$

∴ উদ্দীপকের বলটি কেন্দ্রমুখী বল। **(Ans.)**

ঘ পাম্পের ক্ষমতা,

$$P = \frac{mgh'}{t} = \frac{V\rho gh'}{t} = \frac{\pi r^2 l\rho gh'}{t}$$
$$= \frac{3.1416 \times 1 \times 20 \times 10^3 \times 9.8 \times \frac{20}{2}}{30 \times 60} = 3420.85\ W$$

১ম চতুর্ভাগের ক্ষেত্রে,

$$t_1 = \frac{mgh_1'}{P} = \frac{\pi r^2 l\rho \times g \times h_1'}{P}$$
$$= \frac{3.1416 \times 1^2 \times \frac{20}{4} \times 10^3 \times 9.8 \times \frac{0 + \frac{20}{4}}{2}}{3420.85} = 112.5\ s$$

৪র্থ চতুর্ভাগের ক্ষেত্রে,

$$t_2 = \frac{mgh_2'}{P} = \frac{\pi r^2 l\rho \times g \times h_2'}{P}$$
$$= \frac{3.1416 \times 1^2 \times \frac{20}{4} \times 10^3 \times 9.8 \times \frac{\frac{3}{4} \times 20 + 20}{2}}{3420.85} = 787.5\ s$$

∴ $t_1 < t_2$

অতএব, প্রয়োজনীয় সময়ের তারতম্য হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১২ একটি ছাত্রাবাসের পানির রিজার্ভ ট্যাংকের দৈর্ঘ্য 1.6 মিটার, প্রস্থ 1.4 মিটার এবং গভীরতা 1.2 মিটার। ট্যাংকটির দুই-তৃতীয়াংশ পানি দ্বারা পূর্ণ রয়েছে। 50 মিটার উঁচুতে পানি তোলার জন্য ছাত্রাবাসে 5.5 kW ক্ষমতা সম্পন্ন একটি তড়িৎ মোটর ব্যবহার করা হয় যায় দক্ষতা 80%। অর্ধেক পানি তোলার পর বিদ্যুৎ চলে গেলে পাম্পটি বন্ধ হয়ে যায়। বিদ্যুৎ চলে আসায় পাম্পটি পুনরায় চালু করায় ট্যাংকটি পানি শূন্য হয়।

(ক) অসংরক্ষণশীল বলের সংজ্ঞা লেখ। [রা. বো. ২৩; ম. বো. ২৩; ঢা. বো. ২১; রা. বো. ২১; দি. বো. ২১; ম. বো. ২১; ঢা. বো. ১৭; সি. বো. ২৩]

(খ) 1 কিলোওয়াট ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো। [সি. বো. ২৩]

(গ) বিদ্যুৎ চলে যাওয়ার পূর্বে পানি উত্তোলনে ব্যয়িত শক্তি নির্ণয় করো। [সি. বো. ২৩]

(ঘ) বিদ্যুৎ চলে যাওয়ার আগে বা পরে কোন ক্ষেত্রে পানি উত্তোলনে সময় বেশি লাগবে? তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [সি. বো. ২৩]

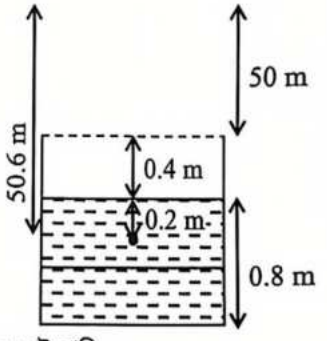
সমাধান:

ক কোনো বস্তুকে বলের প্রভাবে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে যদি মোট কাজের পরিমাণ শূন্য না হয় তবে ঐ বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

খ কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা যন্ত্রের কাজ করার হার বা শক্তি সরবরাহের হারকে ক্ষমতা বলে। ক্ষমতা পরিমাপের একক হলো ওয়াট (watt), যা প্রতি সেকেন্ডে এক জুল কাজ করা বুঝায়।

কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 1 কিলোওয়াট বলতে বোঝায়, ঐ যন্ত্রটি প্রতি সেকেন্ডে 1000 J কাজ করতে পারে। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে যন্ত্রটি 1000J কোনো শক্তিকে অন্যশক্তিতে রূপান্তর করতে পারে।

গ



ট্যাংকটিতে বিদ্যমান মোট পানি,

$$m = \rho V \times \frac{2}{3} = 10^3 \times 1.6 \times 1.4 \times 1.2 \times \frac{2}{3} = 1792\ kg$$

উত্তোলনকৃত পানির ভর, $m' = \frac{1792}{2} = 8.96\ kg$

অর্ধেক পানি উত্তোলন গড় সরণ, $h = \left(50 + \frac{0.4 + 0.8}{2}\right) = 50.6\ m$

ব্যয়িত শক্তি, $W = m'gh$

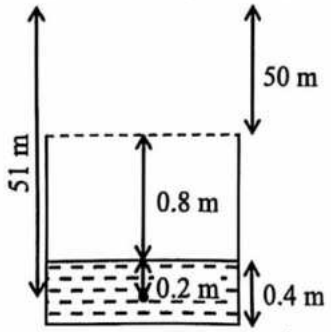
$= 896 \times 9.8 \times 50.6 = 4.44 \times 10^5\ J$ **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ



মোটরের কার্যকর ক্ষমতা, $P' = P \times \eta = 5.5 \times 10^3 \times 0.8 = 4400$ W

$P' = \frac{W_1}{t_1}$

১ম ক্ষেত্রে পানি তুলতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t_1 = \frac{4.44 \times 10^5}{4400} = 100.91$ s

$m_2 = 896$ kg [গ-হতে]

$h_2 = \left(50 + \frac{0.8 + 1.2}{2}\right)$ m $= 51$ m

২য় ক্ষেত্রে পানি তুলতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t_2 = \frac{m_2 g h_2}{P'} = \frac{896 \times 9.8 \times 51}{4400} = 101.785$ s

$\therefore t_2 > t_1$

∴ বিদ্যুৎ চলে যাওয়ার পরে পুনরায় পানি তোলার সময় পূর্বের চেয়ে বেশি লাগবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৩ একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করায় P(2, 1, –3) বিন্দু হতে Q (3, –2, 1) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। অপর একটি $\vec{F'} = (-\hat{i} - \hat{j} + \hat{k})$ N, $\vec{F}$ এর সাথে প্রযুক্ত হয়ে কণাটিকে P বিন্দু থেকে R(–2, 1, 3) বিন্দুতে স্থানান্তরিত করে।

(ক) যান্ত্রিক শক্তি কী? [কু. বো. ২৩]

(খ) ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল, ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২১; দি. বো. ১৭]

(গ) $\overrightarrow{PQ}$ সরণের জন্য কৃতকাজ নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩]

(ঘ) $\overrightarrow{PQ}$ এবং $\overrightarrow{PR}$ সরণের উভয়ক্ষেত্রে গতিশক্তির পরিবর্তন সমান হবে কিনা– গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য করো। [কু. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর অবস্থান ও গতির কারণে এর মধ্যে যে শক্তি থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

খ কোনো বস্তু একটি বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে নির্দিষ্ট পথে ঘুরে আবার একই বিন্দুতে ফেরত আসলে বস্তুটির উপর যে বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে। মহাকর্ষ বল ও তড়িৎ বলের ক্ষেত্রে এরূপ সম্ভব কারণ মহাকর্ষ ও তড়িৎ বলের দিক বস্তুর গতির দিকের ওপর নির্ভর করে না।

তবে ঘর্ষণ বলের দিক সর্বদা বস্তুর গতির বিপরীতে হয়। তাই বস্তুর চলার পথে ঘর্ষণ বল দ্বারা সর্বদা ঋণাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়। তখন বস্তুটি আদি বিন্দুতে ফিরে আসলেও ঘর্ষণ বল দ্বারা মোট কৃতকাজ শূন্য নয়, বরং ঋণাত্মক একটি মান হয়। এ কারণে ঘর্ষণ বল সংরক্ষণশীল বল নয়।

গ $\vec{P} = 2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}$

$\vec{Q} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$

∴ P বিন্দু হতে Q বিন্দুতে স্থানান্তরিত হলে সরণ,

$\vec{s_1} = \vec{Q} - \vec{P} = (3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}) - (2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}) = \hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$

∴ কাজ $W_1 = \vec{F_1} \cdot \vec{s_1}$

$= (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) \cdot (\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k})$

$= -15$ একক **(Ans.)**

ঘ $\vec{P} = 2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}$

$\vec{R} = -2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$

$\therefore \overrightarrow{PR} = \vec{s_2} = (-2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}) - (2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}) = -4\hat{i} + 6\hat{k}$

$\therefore \vec{F_2} = \vec{F} + \vec{F'}$

$= (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) + (-\hat{i} - \hat{j} + \hat{k}) = (\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$ N

∴ কাজ, $W_2 = \vec{F_2} \cdot \vec{s_2} = (\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) \cdot (-4\hat{i} + 6\hat{k}) = -10$ একক

যেহেতু, কৃতকাজই গতিশক্তির পরিবর্তন এবং $W_1 \neq W_2$ তাই, $\overrightarrow{PQ}$ এবং $\overrightarrow{PR}$ সরণের ক্ষেত্রে গতিশক্তির পরিবর্তন সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৪ **দৃশ্যকল্প-1:** পানিপূর্ণ একটি কুয়ার গভীরতা 10 m, ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 2 HP ক্ষমতার একটি পাম্প চালু করা হলো। অর্ধেক পানি শূন্য হওয়ার পর পাম্পটি নষ্ট হলে 3 HP ক্ষমতার অপর একটি পাম্প চালু করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো।

দৃশ্যকল্প-2: পানিপূর্ণ একটি সাঁতার পুকুরের মাত্রা 25m × 10m × 3m। 10 HP অশ্বক্ষমতা সম্পন্ন একটি পানির পাম্প পুকুরটি 30 মিনিটে খালি করতে পারে। অপর একটি পানির পাম্প 25 HP ক্ষমতাসম্পন্ন যা একই কাজ 15 মিনিটে করতে সক্ষম।

(ক) অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩, ১৭; সি. বো. ২৩; য. বো. ২৩, ১৯, ১৭; দি. বো. ২২; ব. বো. ১৫]

(খ) সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে হেঁটে উপরে উঠা কষ্টকর – ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো., য. বো. ২২]

(গ) দৃশ্যকল্প-1 অনুযায়ী, পাম্পটি মিনিটে কী পরিমাণ পানি উত্তোলন করবে? বের কর। [ঢা. বো., য. বো. ২২]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-2 অনুযায়ী, কোন পাম্পটির ব্যবহার অধিক সাশ্রয়ী হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

সমাধান:

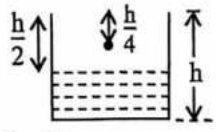
ক কোনো বস্তুকে বলের প্রভাবে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে যদি মোট কাজের পরিমাণ শূন্য না হয় তবে ঐ বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

খ সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠার সময় ব্যক্তিকে তার ওজন ও অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। কারণ বস্তুর ওজন ও মহাকর্ষ বল নিচে ক্রিয়াশীল থাকে। ফলে সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠতে কষ্ট হয়। কিন্তু সমতলে আমরা আনুভূমিক বরাবর হেঁটে থাকি এবং হাঁটার সময় আনুভূমিক বরাবর কোনো বাহ্যিক বল ক্রিয়াশীল থাকে না। ফলে সমতলে হাঁটা তুলনামূলক কম কষ্টকর।

গ দৃশ্যকল্প-1 অনুযায়ী,

পাম্পটির ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh'}{t}$

[যেহেতু অর্ধেক খালি করে নষ্ট হয়ে যায় তাই, $h' = \frac{0 + 5}{2} = 2.5$ m]



$\Rightarrow m = \frac{Pt}{hg} = \frac{2 \times 746 \times 60}{9.8 \times 2.5}$ [∵ 1 মিনিট = 60 s]

$= 3653.88$ kg **(Ans.)**

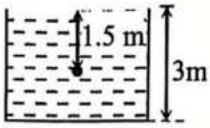
Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ দৃশ্যকল্প-2 অনুযায়ী,

১ম পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,



$$P_1 = \frac{mgh'}{t_1} = \frac{v\rho gh'}{t_1}$$

$$= \frac{25 \times 10 \times 3 \times 1000 \times 9.8 \times \frac{3}{2}}{30 \times 60} = 8.21 \text{ HP}$$

১ম পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\%$

$$= \frac{8.21}{10} \times 100\% = 82.1\%$$

অন্যদিকে, ২য় পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা,

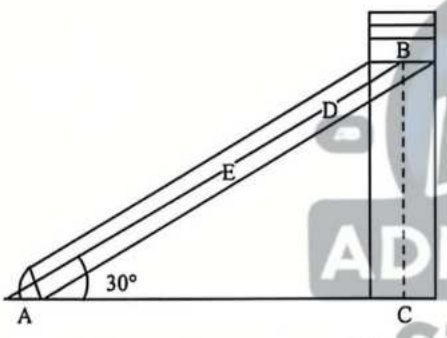
$$P_2 = \frac{mgh'}{t_2} = \frac{25 \times 10 \times 3 \times 1000 \times 9.8 \times \frac{3}{2}}{15 \times 60} = 16.42 \text{ HP}$$

∴ ২য় পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta_2 = \frac{16.42}{25} \times 100\%$

$$= 65.68\% < 82.1\% \ (\eta_1)$$

∴ $\eta_1 > \eta_2$ অর্থাৎ ১ম পাম্পটি ব্যবহার করা অধিক সাশ্রয়ী হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৫



শিশুপার্কে স্থাপিত একটি স্লিপারের উচ্চতা BC = 2m এবং হেলানো তলটি 30° কোণে ঢালু। 25 kg ভরের একজন শিশু স্লিপারের শীর্ষ বিন্দু B থেকে ঘর্ষণহীনভাবে স্লিপিং করে ভূমিতে A বিন্দুতে পৌঁছে।

(ক) রাস্তার ব্যাংকিং কি?

(খ) পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে কৃতকাজ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২; ম. বো. ২১; সম্মিলিত বো. ১৮]

(গ) আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য হিসাব কর। [কু. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে স্লিপারের দৈর্ঘ্যের এক চতুর্থাংশ দূরত্ব (D) ও অর্ধেক দূরত্ব (E) অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তির পরিমাণ সমান হবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [কু. বো. ২২]

সমাধান:

ক আনুভূমিক রাস্তায় হঠাৎ বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি যাতে ছিটকে দুর্ঘটনায় না পড়ে সেজন্য প্রতিটি বাঁকে রাস্তার বাইরের দিক ভেতরের দিকের চেয়ে কিছুটা উঁচু করে তৈরি করা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

খ পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য। কেননা, বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে ওই বল দ্বারা কৃতকাজ বলা হয়।

পৃথিবী তার মহাকর্ষ বল দ্বারা চাঁদকে যেদিকে আকর্ষণ করবে, বৃত্তপথে ঘোরার সময় চাঁদের সরণ হবে সেদিকের লম্বদিকে। অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী আকর্ষণ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ হবে 90°।

∴ $W = F s \cos 90° = 0$

সুতরাং, বৃত্তাকার পথে চাঁদ পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরলেও কোনো কাজ হচ্ছে না।

গ চিত্রানুযায়ী, $\sin A = \frac{BC}{AB}$

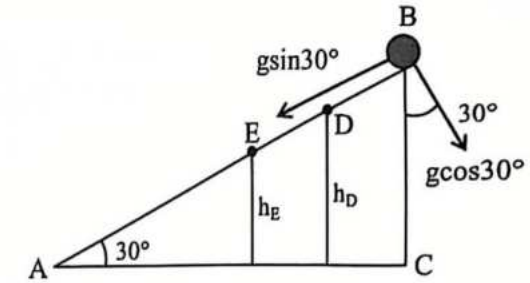
$$\Rightarrow AB = \frac{BC}{\sin A}$$

$$= \frac{2}{\sin 30°}$$

∴ AB = 4 m

অতএব, আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য 4 m **(Ans.)**

ঘ



চিত্রানুযায়ী,

$a = g\sin 30° = 4.9 \text{ ms}^{-2}$

$AD = (AB - BD)$ [∵ এক চতুর্থাংশ = BD]

$= (4 - 1) = 3 \text{ m}$

$BE = \frac{AB}{2} = 2 \text{ m}$

$BD = DE = \frac{AB}{4} = 1 \text{ m}$

D বিন্দুতে,

$E_K = \frac{1}{2} m v_D^2$

$= \frac{1}{2} m(u^2 + 2a.BD)$

$= \frac{1}{2} \times 25 \times (0 + 2 \times 4.9 \times 1)$

$= 122.5 \text{ J}$

$E_P = mgh_D$ [$h_D = AD \sin 30°$]

$= 25 \times 9.8 \times 3\sin 30°$

$= 367.5 \text{ J}$

∴ যান্ত্রিক শক্তি D বিন্দুতে,

$E_{T_D} = (122.5 + 367.5) = 490 \text{ J}$

E বিন্দুতে,

$E_K = \frac{1}{2} m v_E^2$

$= \frac{1}{2} m(u^2 + 2a.BE)$

$= \frac{1}{2} \times 25 \times (0 + 2 \times 4.9 \times 2)$

$= 245 \text{ J}$

$E_P = mgh_E$ [$h_E = AE \sin 30°$]

$= 25 \times 9.8 \times 2\sin 30°$

$= 245 \text{ J}$

∴ যান্ত্রিক শক্তি E বিন্দুতে,

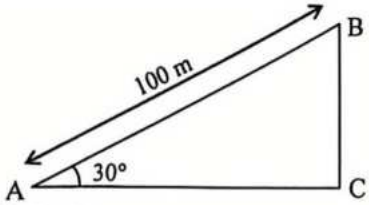
$E_{T_E} = (245 + 245) = 490 \text{ J}$ **(Ans.)**

অতএব, D এবং E বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৬ 1800 kg ভরের একটি গাড়ি 60 kg ভরের একজন ড্রাইভারসহ পাশের চিত্রের আনত তল বরাবর ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে A বিন্দু হতে B বিন্দুতে পৌঁছাতে গাড়িটি 30 sec সময় নেয়। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]



(ক) স্থিতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) "বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে" ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২২; সি. বো. ২১]

(গ) গাড়িটির ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। [চ. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকের গাড়িটি অনুভূমিক রাস্তায় 10s এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60 kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে কিনা তার গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২২; অনুরূপ কু. বো. ২১]

সমাধান:

ক বস্তু তার অবস্থানের কারণে যে শক্তি অর্জন করে অথবা বস্তুস্থিত কণাসমূহের পারস্পরিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি অর্জন করে তাকে বস্তুর স্থিতিশক্তি বলে।

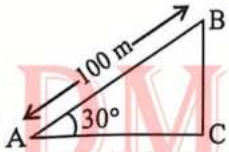
খ কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ বল প্রয়োগের লম্বদিকে ঘটে থাকে তবে ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হবে। এক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হয়।

$\therefore$ কৃতকাজ, $W = Fs\cos\theta = Fs\cos(90°)$

$\Rightarrow W = 0$

উদাহরণস্বরূপ, কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য, কেননা বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ শূন্য বা বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°। আবার বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ শূন্য হলেও কৃতকাজ শূন্য হবে।

গ



এখানে তলের দৈর্ঘ্য, AB = 100 m

$\therefore$ উচ্চতা, $h = BC = AB\sin30° = 100\sin30° = 50$ m

এবং মোট ভর, $m = (60 + 1800) = 1860$ kg

$\therefore$ গাড়িটির ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{1860 \times 9.8 \times 50}{30}$

$= 30380\ W = 40.72\ HP$

$\therefore$ অশ্ব ক্ষমতা = 40.72 HP **(Ans.)**

ঘ 'গ' থেকে প্রাপ্ত, ইঞ্জিনের ক্ষমতা, $P = 30380$ W

গাড়িটি ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে 10 s এ সর্বোচ্চ বেগ v অর্জন করলে,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}m(v^2 - u^2)$

$= \frac{1}{2}mv^2$

যেহেতু কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

এখন, ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t}$

$\Rightarrow Pt = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Pt}{m}}$

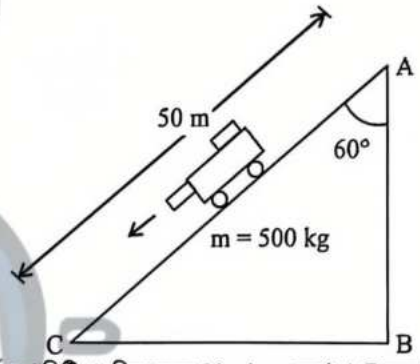
$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \times 30380 \times 10}{1860}}$

$\therefore v = 18.074\ ms^{-1} = 65.07\ kmh^{-1}$

যেহেতু, $v > 60\ kmh^{-1}$

সুতরাং, গাড়িটি আনুভূমিক রাস্তায় 10 s এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60 kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৭



চিত্রে প্রদর্শিত গাড়িটি A বিন্দু হতে 20m/sec বেগে AC তলে নামছে। গাড়ির চালক ব্রেক কষায় গাড়িটি 50 m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।

(ক) ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ লিখ [রা. বো. ২১]

(খ) পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে কৃতকাজ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২; ম. বো. ২১; সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

(গ) কী পরিমাণ গতি প্রতিরোধকারী বল গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে নির্ণয় কর। [য. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। [য. বো. ২২]

সমাধান:

ক ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ, $[P] = [ML^2T^{-3}]$

খ পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য। কেননা, বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে ওই বল দ্বারা কৃতকাজ বলা হয়।

পৃথিবী তার মহাকর্ষ বল দ্বারা চাঁদকে যেদিকে আকর্ষণ করবে, বৃত্তপথে ঘোরার সময় চাঁদের সরণ হবে সেদিকের লম্বদিকে। অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী আকর্ষণ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ হবে 90°।

$\therefore W = Fscos90° = 0$

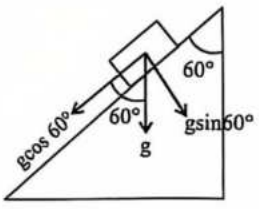
সুতরাং, বৃত্তাকার পথে চাঁদ পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরলেও কোনো কাজ হচ্ছে না।

গ $v^2 = u^2 - 2a_1s$

$\Rightarrow a_1 = \frac{u^2 - v^2}{2s}$

$= \frac{20^2 - 0^2}{2 \times 50}$

$= 4\ ms^{-2}$



$a_2 = g\cos60° = 4.9\ ms^{-2}$

$\therefore F = ma = 500 \times (4 + 4.9) = 4450$ N **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ $\frac{AB}{AC} = \cos 60°$

$\Rightarrow AB = h = 50 \cos 60°$

$\Rightarrow AB = h = 25$ m

$\therefore E_{K_A} = \frac{1}{2}mu^2$

$= \frac{1}{2} \times 500 \times 20^2$

$= 100000$ J

$\therefore E_{P_A} = mgh = 500 \times 9.8 \times 25$

$= 122500$ J

$E_{T_A} = (100000 + 122500) = 222500$ J

আবার, $W = Fs = 4450 \times 50 = 222500$ J

উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি পালিত হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৮ প্রতিটি 0.125 m^3 আয়তনের এবং 250 kg ভরের 4টি ব্লককে পরপর সাজিয়ে স্তম্ভ তৈরি করা হলো।

(ক) কিলোওয়াট ঘণ্টা কী?

(খ) লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২২]

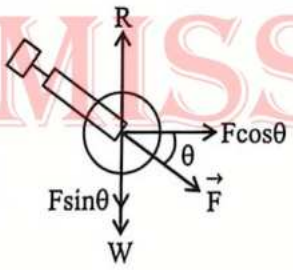
(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভের উপর হতে কোনো একটি বস্তুকে ফেলে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? [সি. বো. ২২]

(ঘ) স্তম্ভটিকে আনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত রাখতে কাজ ও উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভ তৈরিতে কাজের তুলনামূলক গাণতিক বিশ্লেষণ দাও। [সি. বো. ২২]

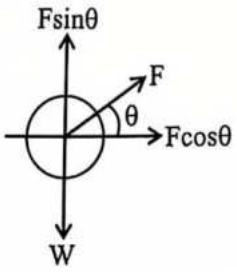
সমাধান:

ক কাজ সম্পাদনকারী কোন ব্যক্তি বা যন্ত্র যদি এক ঘণ্টায় 1000 W ক্ষমতাসম্পন্ন কোন কাজ সম্পাদন করে তবে সেই কৃতকাজকে 1 কিলোওয়াট ঘণ্টা বলে।

খ



ধরি, লন রোলার এর উপর $\vec{F}$ বল θ কোণে প্রয়োগ করে ঠেলা হলে Fcosθ বলটি একে সামনে নিতে সাহায্য করবে। কিন্তু W এবং Fsinθ উভয়ই নিচের দিকে ক্রিয়া করায় তলের উপর নীট বল (W + Fsinθ) হয়।



অন্যদিকে টানার ক্ষেত্রে,

এইক্ষেত্রে তলের উপর নীট বল (W – Fsinθ) প্রযুক্ত হয়। এজন্যই লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ হয়।

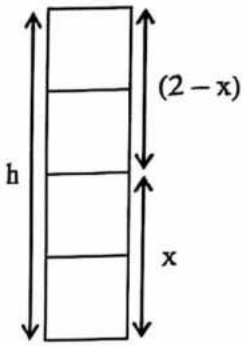
গ উদ্দীপকের বল গুলি ঘনাকৃতি ধরে, $a^3 = V$; যেখানে, a = ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য।

$V = 0.125$ m^3

$\therefore a = \sqrt[3]{0.125} = 0.5$ m

স্তম্ভের উচ্চতা, $h = 4a = (4 \times 0.5) = 2$ m

ধরি, ভূমি হতে x উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির 2 গুণ।



$v^2 = 0 + 2g(h - x)$

$\Rightarrow v^2 = 2g(h - x)$

প্রশ্নানুযায়ী, $E_K = 2E_P$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 2mgx$

$\Rightarrow \frac{1}{2}.m.2g(h - x) = 2mgx$

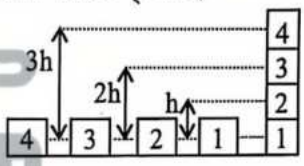
$\Rightarrow h - x = 2x$

$\Rightarrow 3x = h$

$\Rightarrow x = \frac{h}{3} = \frac{2}{3} = 0.667$ m **(Ans.)**

[Shortcut for MCQ, $x = \frac{h}{n+1} = \frac{2}{2+1} = 0.667$ m**]**

ঘ ব্লকগুলোকে পরপর সাজাতে কৃতকাজ,



১ম ব্লকের জন্য ভারকেন্দ্রের সরণ, $h_1 = 0$

$\therefore$ ১ম ব্লকের জন্য কৃতকাজ, $W_1 = 0$ J

২য় ব্লকের জন্য ভারকেন্দ্রের সরণ, $h_2 = h$ m

তাই ২য় ব্লকের জন্য কৃতকাজ, $W_2 = mgh_2 = mgh$

৩য় ব্লকের জন্য, $W_3 = mgh_3 = mg(2h)$

৪র্থ ব্লকের জন্য, $W_4 = mgh_4 = mg(3h)$

উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভ তৈরিতে কৃতকাজ,

$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4$

$= 0 + mgh + mg(2h) + mg(3h)$

$= mgh(1 + 2 + 3)$

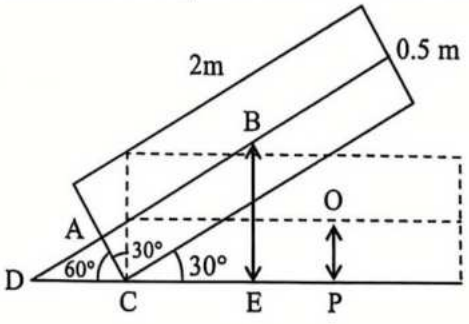
$= 6\ mgh = 6 \times 250 \times 9.8 \times 0.5 = 7350$ J

Shortcut for MCQ: $W = \frac{n(n-1)}{2} \times mga$

$= \frac{4(4-1)}{2} \times 250 \times 9.8 \times 0.5$

$= 7350$ J

এখন, ব্লকগুলো আনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত রাখলে কৃতকাজ,



Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ΔADC এ,

$\frac{AD}{AC} = \tan 60°$ $\left[AC = \frac{1}{2} \times a = 0.25 \text{ m}\right]$

$\Rightarrow AD = 0.25 \times \sqrt{3}$

$\Rightarrow AD = 0.433 \text{ m}$

$\therefore BD = (AD + AB) = (0.433 + 1) = 1.433 \text{ m}$

ΔBDE তে, $\frac{BE}{BD} = \sin 30°$

$\Rightarrow BE = 1.433 \sin 30°$

$\Rightarrow BE = 0.7165 \text{ m}$

$\therefore$ ভারকেন্দ্রের সরণ, $h' = BE - OP$

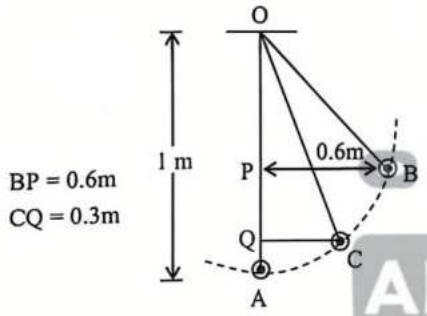
$= \left(0.7165 - \frac{0.5}{2}\right) = 0.46655 \text{ m}$

$\therefore W' = mgh' = 1000 \times 9.8 \times 0.4665 = 4571.7 \text{ J}$

$\Rightarrow \frac{W'}{W} = \frac{4571.7}{7350} = 0.62$

$\therefore W' = 0.62 \text{ W}$ **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৯



রাফিদ উপরের চিত্র অনুযায়ী একটি 0.2 kg ভরের বস্তু দুলাচ্ছে।

(ক) বলের দ্বারা কাজ কী?

(খ) খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করার কারণ কী? [ম. বো. ২২; য. বো. ১৯; কু. বো. ১৬]

(গ) A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। [ম. বো. ২২]

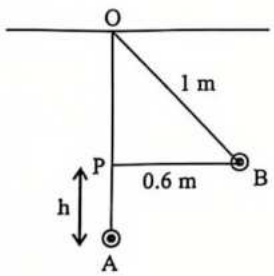
(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি-না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। [ম. বো. ২২]

সমাধান:

ক বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে কিংবা বলের উপাংশের দিকে বস্তুর সরণ হয় তবে তাকে বলের দ্বারা কাজ বলে।

খ স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে পেছন দিকে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে গতিশীল হয়। কারণ, যখন গাড়িটিকে পেছনের দিকে টানা হয় গাড়িতে লাগানো স্প্রিংটি সংকুচিত হয়, ফলে স্প্রিং-টিতে আকার পরিবর্তনের দরুন কাজ স্থিতিশক্তিতে সঞ্চিত হয়। পরে গাড়িটি ছেড়ে দিলে স্প্রিং প্রসারিত হয় এবং সঞ্চিত স্থিতিশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে গাড়িটি সামনের দিকে গতিশীল হয়।

গ



$h = AP$

$= OA - OP$

$= OA - \sqrt{OB^2 - BP^2}$

$= 1 - \sqrt{1^2 - (0.6)^2}$

$= 0.2 \text{ m}$

অর্থাৎ $E_{P_B} = E_{K_A}$ [$\because$ B বিন্দুতে মোট শক্তি = বিভবশক্তি এবং A বিন্দুতে মোট শক্তি = গতিশক্তি]

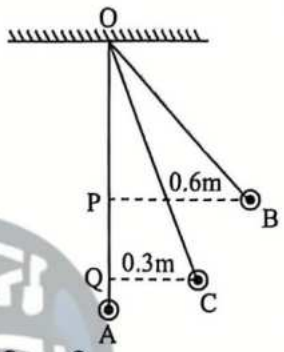
$\Rightarrow mgh = \frac{1}{2} mv^2$

$\Rightarrow v^2 = 2 \times 9.8 \times 0.2$

$\Rightarrow v^2 = 3.92$

$\Rightarrow v = 1.98 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ



চিত্রানুযায়ী,

$CQ^2 + OQ^2 = OC^2$

$\Rightarrow OQ = \sqrt{OC^2 - CQ^2} = \sqrt{1^2 - (0.3)^2} = 0.954 \text{ m}$

$AQ = (1 - 0.954) = 0.046 \text{ m}$

$PQ = (AP - AQ)$ [$\because AQ = AO - OQ = 1 - 0.954 = 0.046$]

$= (0.2 - 0.046)$

$= 0.154 \text{ m}$

B বিন্দুতে,

$E_P = mgAP$

$= 0.2 \times 9.8 \times 0.2 = 0.392 \text{ J}$

$E_K = \frac{1}{2} mv_B^2 = 0$

$\therefore E_{T_B} = (0.392 + 0) = 0.392 \text{ J}$

C বিন্দুতে,

$E_P = mgAQ$

$= 0.2 \times 9.8 \times 0.046$

$= 0.09016 \text{ J}$

$E_K = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} m (u^2 + 2gPQ)$

$= \frac{1}{2} \times 0.2 (0 + 2 \times 9.8 \times 0.154) = 0.30184 \text{ J}$

$\therefore E_{T_C} = (0.09016 + 0.30184) = 0.392 \text{ J}$

A বিন্দুতে,

$E_P = mgh_A = 0$

$E_K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m (u^2 + 2gAP)$

$= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (0 + 2 \times 9.8 \times 0.2)$

$= 0.392 \text{ J}$

$\therefore E_{T_A} = (0 + 0.392) = 0.392 \text{ J}$

$\therefore$ শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২০ 4m ব্যাসবিশিষ্ট একটি পানিপূর্ণ কুয়ায় একটি পাম্প 5 kg পনিকে 20 m উচ্চতায় তুলে 10 ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করে। 5 HP ক্ষমতার অন্য একটি পাম্প পানিপূর্ণ কুয়াকে পানিশূন্য করে।

(ক) আয়ত একক ভেক্টর কাকে বলে? [ঢা. বো. ২১]

(খ) বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৩, ২১। সি. বো. ২২। চ. বো., য. বো. ১৭]

(গ) ১ম পাম্পের শক্তি নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২১। অনুরূপ ম. বো. ২১]

(ঘ) কুয়াটি পানিশূন্য করতে কোন পাম্পটির কম সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ঢা. বো. ২১]

সমাধান:

ক ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় পরস্পর লম্ব তিনটি ধনাত্মক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয় তাদেরকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

খ একটি বস্তুর ওপর কোনো বল ক্রিয়া করায় যদি বলের অভিমুখে বস্তুটির সরণ ঘটে তাহলে ক্রিয়াশীল বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

একটি বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘোরালে কোনো কাজ হয় না। কারণ এক্ষেত্রে বলের দিক বৃত্তাকার পথে কেন্দ্র অভিমুখী এবং সরণের দিক বস্তুর অবস্থানের বিন্দু হতে বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। অর্থাৎ বল এবং সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ 90°।

$\therefore W = F s \cos 90° = 0$

সুতরাং, বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

গ আমরা জানি,

$$W = mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$= 5 \times 9.8 \times 20 + \frac{1}{2} \times 5 \times (10)^2$$

$$= 1230 \text{ J}$$

$\therefore$ ১ম পাম্পের শক্তি 1230 J **(Ans.)**

ঘ দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষেত্রে,

কৃতকাজ, $W_2 = mgh$

$= v\rho gh$ [গড় উচ্চতা, $h = \frac{0+20}{2} = 10$ m]

$= Al\rho gh$

$= \pi r^2 l \rho gh$

$= 3.14 \times 2^2 \times 20 \times 1000 \times 9.8 \times 10$

$= 24630144$ J

এখন, $P_2 = \frac{W_2}{t_2}$

$\therefore t_2 = \frac{W_2}{P_2} = \frac{24630144}{5 \times 746} = 6603.26 \text{ sec} = 110.05 \text{ min}$

এখন, ১ম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = 5$ HP ধরে,

$P_1 = \frac{W_1}{t_1}$

$\Rightarrow t_1 = \frac{W_1}{P_1} = \frac{1230}{5 \times 746} = 0.33 \text{ s}$

যেহেতু, $t_1 < t_2$

সুতরাং, কুয়াটি পানিশূন্য করতে ১ম পাম্পটির কম সময় লাগবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২১ একটি দালানের ছাদের সাথে দুটি মই লাগানো আছে। একটি মই এর দৈর্ঘ্য 5 m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 60° কোণ করে রয়েছে। দ্বিতীয় মইটির দৈর্ঘ্য 6 m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 46.2° কোণ করে রয়েছে। দুইজন নির্মাণ শ্রমিক উভয়ে 20 kg বোঝা নিয়ে 1 মিনিটে ভিন্ন ভিন্ন মই ব্যবহার করে ছাদে উঠতে পারেন। প্রথম মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 60 kg এবং দ্বিতীয় মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 70 kg।

(ক) ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ লিখ। [রা. বো. ২১]

(খ) "কোনো বস্তুর গতিশক্তি 10 J"- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

(গ) প্রথম শ্রমিকের ক্ষেত্রে ছাদে উঠার জন্য সম্পাদিত কাজ নির্ণয় কর। [রা. বো. ২১। অনুরূপ ম. বো. ২১। ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা অভিন্ন হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ২১। অনুরূপ ম. বো. ২১]

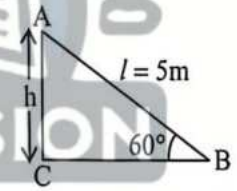
সমাধান:

ক ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ, $[P] = [ML^2T^{-3}]$

খ কোন বস্তু এর গতির দরুণ কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে তার গতিশক্তি বলে। কোন বস্তুর গতিশক্তি 10 J বলতে বোঝায়, গতিশীল বস্তু থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত 10 J কাজ করতে পারে।

অর্থাৎ, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ থেকে বলা যায় 5kg ভরের কোনো বস্তু 2ms^{-1} বেগে গতিশীল হলে, তার অর্জিত গতিশক্তি 10 J হবে।

গ



১ম শ্রমিকের ক্ষেত্রে সম্পাদিত কাজ, $W = mgh$

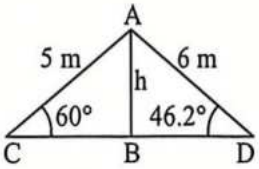
চিত্র হতে পাই, $\sin\theta = \frac{h}{l}$

$\therefore h = l\sin\theta = 5 \sin 60° = 4.33$ m

$\therefore W = 80 \times 9.8 \times 4.33$ [$\because m = 60 + 20 = 80$ kg]

$= 3394.72$ J **(Ans.)**

ঘ



আমরা জানি,

$P_1 = \frac{W_1}{t_1}$ ['গ' থেকে প্রাপ্ত, $W_1 = 3394.72$ J]

$= \frac{3394.72}{60} = 56.58$ W

আবার, ২য় শ্রমিকের ক্ষেত্রে,

$W_2 = mgAB = mg\,AD\sin\theta$

$= 90 \times 9.8 \times 6 \times \sin(46.2°) = 3819.56$ J

$\therefore P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{3819.56}{60} = 63.66$ W

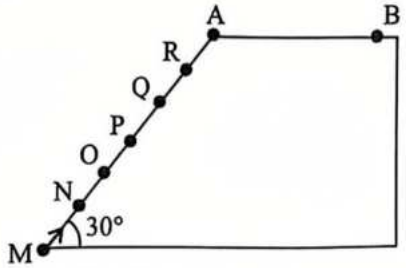
$\therefore P_2 > P_1$

অর্থাৎ, উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা অভিন্ন হবেনা। দ্বিতীয় শ্রমিকের ক্ষমতা প্রথম শ্রমিকের চেয়ে বেশি হবে। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২২ করিম 400 g ভরের বস্তু অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 11.76 J গতিশক্তি প্রয়োগে M থেকে A বিন্দুতে তুলে নিল। পরবর্তীতে সে বস্তুটিকে আরো বল প্রয়োগে 2 m দূরত্বে B বিন্দুতে নিয়ে গেল। পুনরায় বস্তুটিকে A বিন্দুতে এনে আনত তল AM বরাবর ছেড়ে দিল। এখানে ঘর্ষণবল উপেক্ষণীয়। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]



এখানে MN = ON = OP = PQ = QR = AR

(ক) কাজহীন বল কাকে বলে?

(খ) গতিশক্তির মান সর্বদা ধনাত্মক হয়– ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৩]

(গ) চিত্রে MAB পথের মোট দূরত্ব কত? [ব. বো. ২১]

(ঘ) R এবং P বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি সমান সমান কি না গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ব. বো. ২১; অনুরূপ য. বো. ১৯]

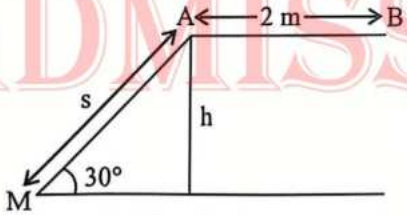
সমাধান:

ক বস্তুর সরণের লম্বদিকে ক্রিয়াশীল বল বস্তুর সরণের সময় কোনো কাজ করে না। এ ধরনের বলকে কাজহীন বল বলে।

খ কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। m ভর এবং v বেগে গতিশীল কোনো বস্তুর গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

অর্থাৎ বস্তুর গতিশক্তির মান বস্তুর ভর এবং বেগের মানের উপর নির্ভরশীল। কিন্তু ভরের মান কখনো ঋণাত্মক কিংবা শূন্য হতে পারে না। তবে বেগে মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক উভয়ই হতে পারে। যেহেতু গতিশক্তির সমীকরণে $E_k \propto v^2$ তাই বেগের মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হলেও গতিশক্তির মান সর্বদা ধনাত্মক হবে।

গ



কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$\Rightarrow mgh = 11.76$

$\Rightarrow mgs\sin 30° = 11.76$

$\Rightarrow s = \frac{11.76}{0.4 \times 9.8 \times \sin 30°}$

$\therefore s = 6\ m$

MAB পথের মোট দূরত্ব = (6 + 2) = 8 m **(Ans.)**

ঘ R বিন্দুতে,

$E_K = \frac{1}{2}mv_R^2$

$= \frac{1}{2}m(u^2 + 2aAR)$ [$a = g\sin 30°$] [$\because AM = 6m$]

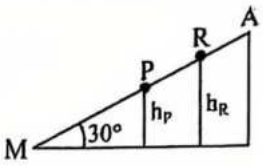
$= \frac{1}{2} \times 0.4\ (0 + 9.8 \times 1) = 1.96\ J$

$E_P = mgh_R$ [$h_R = MR\sin 30°$]

$= 0.4 \times 9.8 \times 5\sin 30°$

$= 9.8\ J$

$\therefore E_{T_R} = (1.96 + 9.8) = 11.76\ J$



P বিন্দুতে,

$E_K = \frac{1}{2}mv_P^2 = \frac{1}{2}m(u^2 + 2aAP)$

$= \frac{1}{2} \times 0.4 \times (0 + 2 \times 4.9 \times 3) = 5.88\ J$

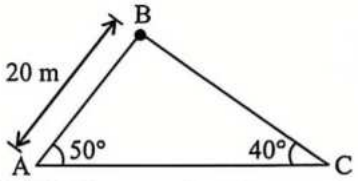
$E_P = mgh_P = mgMP\sin 30°$

$= 0.4 \times 9.8 \times 3\sin 30° = 5.88\ J$

$\therefore E_{T_P} = (5.88 + 5.88) = 11.76\ J$

অর্থাৎ, P ও R বিন্দুতে মোট শক্তি সমান থাকবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৩ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর যেখানে BA এবং BC দুটি আনত তল। BA তলের ঘর্ষণ বল 1.5 Nkg^{-1} এবং BC তলে ঘর্ষণ বল 1 Nkg^{-1}। 3kg ভরের একটি ধাতব গোলক B বিন্দুতে রাখা আছে।



(ক) প্রত্যয়নী বল কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; ব. বো. ২১, ১৯; কু. বো. ১৫]

(খ) কর্মদক্ষতা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৬, ১৫; ঢা. বো. ১৫]

(গ) B বিন্দুতে থাকা গোলকটির বিভবশক্তি নির্ণয় কর। [ব. বো. ২১; অনুরূপ কু. বো. ১৯]

(ঘ) গোলকটিকে একবার BA পথে এবং আর একবার BC পথে পড়তে দেয়া হল। A বিন্দু ও C বিন্দুতে গোলকটির গতিশক্তি সমান হবে কি না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২১]

সমাধান:

ক কোনো স্প্রিংকে দৈর্ঘ্য বরাবর বিকৃত করলে স্থিতিস্থাপক ধর্মের দরুন প্রযুক্ত বলের বিপরীতে যে বলের উদ্ভব হয় তাকে প্রত্যয়নী বল বলে।

খ কোনো যন্ত্র দ্বারা কাজে রূপান্তরিত শক্তি ও ঐ যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

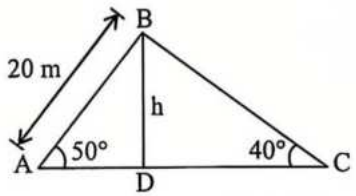
কর্মদক্ষতাকে η (ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হলে,

কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কাজে রূপান্তরিত শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} = \frac{\text{কাজে রূপান্তরিত শক্তি}}{\text{গৃহীত মোট শক্তি}} \times 100\%$

শক্তির পরিবর্তে অনেক সময় শক্তির হার অর্থাৎ ক্ষমতা দিয়ে কর্মদক্ষতাকে সংজ্ঞায়িত করা হয়। কার্যকর ক্ষমতা ও মোট ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

$\therefore \eta = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} = \frac{P'}{P} \times 100\%$

গ



এখানে, h = AB sin50° = 20 sin50° = 15.321 m

B বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_B} = mgh = 3 \times 9.8 \times 15.321$

= 450.437 J **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ BA ও BC ঘর্ষণবিহীন তল হলে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুযায়ী B বিন্দু থেকে গোলকটি ছেঁড়ে দেয়া হলে A ও C বিন্দুতে গোলকটির গতিশক্তি B বিন্দুতে গোলকটির বিভবশক্তির সমান হতো। কিন্তু ঘর্ষণ বল থাকায় এর বিরুদ্ধে পড়তে গিয়ে গোলকের কিছু শক্তি ব্যয় হয়।

BA পথের ক্ষেত্রে,

পথের দৈর্ঘ্য = 20 m

তলের ঘর্ষণ বল = $1.5\ Nkg^{-1}$

$\therefore$ মোট ঘর্ষণ বল = (1.5×3) [$\because$ গোলকটির ভর = 3 kg]

$= 4.5\ N$

ঘর্ষণ দ্বারা ব্যয়িত শক্তি,

$E = 4.5 \times 20 = 90\ J$

$\therefore E_{K_A} = E_P - E'$ [$\because$ 'গ' থেকে প্রাপ্ত $E_P = 450.437\ J$]

$= 450.437 - 90 = 360.437\ J$

আবার, BC পথের ক্ষেত্রে,

$BC = \frac{h}{\sin 40^\circ}$

$= 23.835\ m$

গোলকের ভর, m = 3 kg

BC পথে ঘর্ষণ বল = $(1 \times 3)\ N = 3\ N$

এবং ঘর্ষণ বল দ্বারা ব্যয়িত শক্তি,

$E'' = 3 \times 23.835\ J$

$\therefore E_{K_C} = E_P - E''$

$= 450.437 - 3 \times 23.835$

$= 378.932\ J$

$\therefore E_{K_A} \neq E_{K_C}$

অতএব, A ও C বিন্দুতে গোলকটির গতিশক্তি সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৪ নতুন ভবন নির্মাণের সময় 60 kg ভরের একজন শ্রমিক 40 kg ভরের সিমেন্টের বস্তা মাথায় নিয়ে 2 min সময়ে মই বেয়ে ভবনের ছাদে উঠল। মইটির দৈর্ঘ্য 40 m। এরপর সে আনত মসৃণ তল বেয়ে পিছলিয়ে নিচে নামল। মই ও মসৃণ তল উভয়ই ভূমির সাথে 30° কোণে আনত।

(ক) তল ভেক্টর কাকে বলে? [সি. বো. ২১]

(খ) সাধারণত স্ফেরোমিটারের সাহায্যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয়কালে এর যান্ত্রিক ত্রুটি থাকা সত্ত্বেও নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় না কেন– ব্যাখা কর। [সি. বো. ২১]

(গ) ছাদে উঠতে শ্রমিক কত ক্ষমতা প্রয়োগ করেছিল? [সি. বো. ২১]

(ঘ) পিছলিয়ে পড়ার মুহূর্তে শ্রমিকের হাতের হাতুড়িটি পড়ে গেল। শ্রমিক না হাতুড়ি কে আগে ভূমিতে পৌছাবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [সি. বো. ২১]

সমাধান:

ক যেকোনো সমতলের উপর অঙ্কিত অভিলম্বকে ঐ তলের তল ভেক্টর বলে।

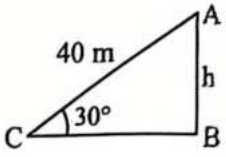
খ স্ফেরোমিটারের সাহায্যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয়কালে এর গোলাকৃতি স্কেলের শূন্য দাগ যদি রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগের সাথে না মিলে তাহলে যন্ত্রে ত্রুটি আছে ধরা হয়। তা সত্ত্বেও ঐ যান্ত্রিক ত্রুটি নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় না। কারণ স্ফেরোমিটারে তিন পা প্রথমে সমতল পাতের উপর রেখে রৈখিক স্কেলের পাঠ নেওয়া হয় এবং পরবর্তীতে বক্রতলের উপর রেখে রৈখিক স্কেলের পাঠ নেওয়া হয়। এই দুইপাঠের অন্তরফলই হলো পুরুত্ব। অতএব, যান্ত্রিক ত্রুটি থাকলেও তা বাদ হয়ে যায় দুই পাঠের পার্থক্য নেওয়ার কারণে।

গ ছাদে উঠার স্কেলে শ্রমিকের কৃতকাজ,

$W = mgh$

$= (60 + 40) \times 9.8 \times AC \sin 30^\circ$

$= 19600\ J$

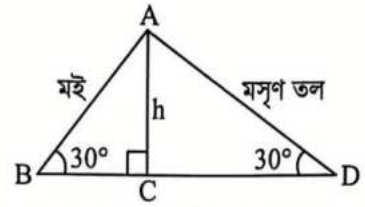


$P = \frac{W}{t}$

$= \frac{19600}{120} = 163.33\ W$

ছাদে উঠতে 163.33 W ক্ষমতা প্রয়োগ করে। **(Ans.)**

ঘ

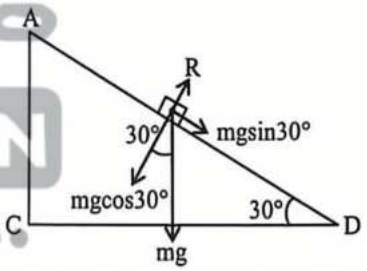


'গ' থেকে প্রাপ্ত ছাদের উচ্চতা, AC = h = 20 m

আবার, AD মসৃণ তলের দৈর্ঘ্য s হলে,

$\sin 30^\circ = \frac{h}{s}$

$\Rightarrow s = \frac{h}{\sin 30^\circ} = \frac{20}{\frac{1}{2}} = 40\ m$



AD আনত তলে শ্রমিকের পিছলায়ে পড়ার ক্ষেত্রে, ত্বরণ a হলে,

বল, $F = ma = mg\sin 30^\circ$

$\therefore a = g\sin 30^\circ$

$= 9.8 \times 0.5$

$= 4.9\ ms^{-2}$

$\therefore s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow s = 0 + \frac{1}{2}at^2$

$\Rightarrow t^2 = \frac{2s}{a} = \frac{2 \times 40}{4.9}$

$\therefore t = 4.04\ s$

এখন, হাতুড়িটি খাড়া নিচে পড়ার ক্ষেত্রে, সময় t' হলে,

$h = ut' + \frac{1}{2}gt'^2$

$\Rightarrow h = \frac{1}{2}gt'^2$

$\Rightarrow t' = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 20}{9.8}} = 2.02\ sec$

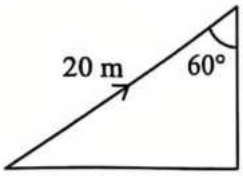
দেখা যাচ্ছে, $t' < t$

সুতরাং, হাতুড়িটি শ্রমিকের আগে ভূমিতে পৌছাবে। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২৫



উদ্দীপকে 25 kg ভরের একজন বালক 3 kg ভরের একটি গোলক হাতে নিয়ে সিঁড়ি বেয়ে ছাদে উঠতে 2 min সময় নিল। ছাদ হতে গোলকটি ছেড়ে দেয়ায় তা সিঁড়ি বেড়ে গড়িয়ে মাটিতে পড়ল।

(ক) যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি কাকে বলে? [য. বো. ১৭]

(খ) বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার কৌণিক গতিশক্তি সমান হলেও রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ১৯]

(গ) বালকটি ছাদে উঠতে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কত কাজ করেছে? [ঢা. বো. ১৯; অনুরূপ য. বো. ১৯]

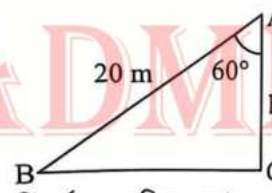
(ঘ) গোলকটি ছেড়ে দেওয়ার 1 s পরে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য হয় কি না– উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ঢা. বো. ১৯]

সমাধান:

ক ঘর্ষণ বা অন্য কোনো অপচয়ী বলের (dissipative force) এর ক্রিয়ায় যদি কোনো শক্তির অপচয় না ঘটে তবে কোনো বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির যোগফল সর্বদা ধ্রুব থাকে, অর্থাৎ বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুব থাকে– একেই যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি বলে।

খ আমরা জানি, কৌণিক গতিশক্তি কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক। আবার, রৈখিক গতিশক্তি রৈখিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক। বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত কোনো বস্তু যখন ঘূর্ণন অক্ষকে কেন্দ্র করে আবর্তন করে তখন সমবেগে আবর্তন করে। কৌণিক বেগের কোনো পরিবর্তন হয় না বিধায় কৌণিক গতিশক্তির কোনো পরিবর্তন হয় না। আবার, বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত বস্তু বিভিন্ন সময় বিভিন্ন বিন্দুতে তার দিক বিভিন্ন হয় বিধায় রৈখিক বেগ ভিন্ন হয়। ফলে রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়।

গ



অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ,

$W = mg \times AC = mgh = mg\ AB \cos 60°$

$= (25 + 3) \times 9.8 \times 20 \times \cos 60°$ [যেহেতু গোলকের ভর = 3 kg]

$= 2744$ J **(Ans.)**

ঘ সিঁড়ির সর্বোচ্চ প্রান্তে বিভবশক্তি, $E_P = mgh = 3 \times 9.8 \times 10 = 294$ J

সর্বোচ্চ অবস্থানে গোলকটি স্থির থাকে বলে তখন এর গতিশক্তি, $E_K = 0$

∴ শীর্ষ অবস্থানে মোট যান্ত্রিক শক্তি $= E_P + E_K = 294 + 0 = 294$ J

সিঁড়ির তল বরাবর নিচের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণের উপাংশ,

$g' = g\cos 60° = 9.8 \cos 60° = 4.9\ ms^{-2}$

সুতরাং, গোলকটি গড়িয়ে পড়ার $t = 1s$ পর এর গতিবেগ,

$v = u + g't = 0 + 4.9 \times 1 = 4.9\ ms^{-1}$

এবং অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s' = ut + \frac{1}{2} g't^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 4.9 \times (1)^2$

$= 2.45$ m

সিঁড়ির নিম্ন প্রান্ত হতে ঐ মুহূর্তের ($t = 1s$) অবস্থানের উল্লম্ব উচ্চতা,

$h = 10 - 2.45 \cos 60° = 8.775$ m

∴ $t = 1s$ মুহূর্তে গোলকটির গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 3 \times 4.9^2$

$= 36.02$ J

এবং স্থিতিশক্তি, $E_P = mgh$

$= 3 \times 9.8 \times 8.755$

$= 257.98$ J

অতএব, $t = 1s$ মুহূর্তে গোলকটির মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$E_P + E_K = (36.02 + 257.98)$ J $= 294$ J

∵ সিঁড়ির সর্বোচ্চ বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি এবং $t = 1s$ মুহূর্তের মোট যান্ত্রিক শক্তি সমান।

∴ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৬ 4 kg ভরের একটি শক্ত পাথর খণ্ড একই ভরের মাটিতে পোঁতা একটি লোহার রডের উপর 5 m উঁচু কোনো স্থান থেকে খাড়াভাবে পড়ল। ফলে লোহার রডটি ভেতরে আরও 10 cm প্রবেশ করল।

(ক) বিভবশক্তি কাকে বলে?

(খ) টর্ক ও কাজের মান এবং একক সমান হলেও ভিন্ন রাশি– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ১৯]

(গ) মাটির গড় প্রতিরোধ বল কত? [সি. বো. ১৯]

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণিত ঘটনাটি কাজ-শক্তির উপপাদ্য সমর্থন করে কী? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [সি. বো. ১৯]

সমাধান:

ক বস্তু তার অবস্থানের কারণে যে শক্তি অর্জন করে অথবা বস্তুস্থিত কণাসমূহের পারস্পরিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি অর্জন করে তাকে বস্তুটির বিভবশক্তি বলে।

খ যদি বল প্রয়োগে কোন বস্তুর সরণ ঘটে, তবে সেই বলের মান ও উক্ত বল বরাবর সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

অপরদিকে, টর্ক হলো নির্দিষ্ট অক্ষ সাপেক্ষে ঘূর্ণনশীল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল ও ঐ অক্ষ হতে উক্ত বলের লম্ব দূরত্বের গুণফল। কাজ ও টর্ক এর মাত্রা ও একক সমান (একক Nm) কিন্তু এরা ভিন্ন রাশি। কারণ এদের সংজ্ঞা ও ব্যবহারিক প্রয়োগ ভিন্ন। তদুপরি, কাজ স্কেলার রাশি হলেও টর্ক ভেক্টর রাশি। কাজ, চলনগতি ও ঘূর্ণন গতি উভয় প্রকার গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলেও, টর্ক কেবল ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

গ মাটি স্পর্শ করার মুহূর্তে পাথর খণ্ডের বেগ,

$v_B = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 5}$

$= \sqrt{98}\ ms^{-1}$

লোহার রড ও পাথর খণ্ডের ভর সমান হওয়ায় এ সংঘর্ষে পাথর খণ্ডের বেগ v_B

∴ মাটির বাধাদানকারী বল F হলে, মাটির নিচের অংশে

$ma = F - mg$

$\Rightarrow F = mg + ma$

$= (4 \times 9.8) + 4 \times \frac{v_B^2 - 0}{2 \times 0.1}$

$= 39.2 + \frac{98 \times 4}{0.2}$

$= 1999.2$ N

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ 'গ' হতে পাই,

মাটি স্পর্শ করার মুহূর্তে পাথর খন্ডের বেগ, $v_B = \sqrt{98}\ ms^{-1}$

এবং পাথর খন্ডের শেষবেগ = $0\ ms^{-1}$

∴ পাথর খণ্ডটির গতিশক্তির পরিবর্তন,

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}m \times 0^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \times 98$$

$$= 196\ J$$

মাটির গড় প্রতিরোধ বল দ্বারা কৃতকাজ,

$$W_1 = Fx$$

$$= 1999.2 \times 0.1$$

$$= 199.92\ J$$

অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ,

$$W_2 = -mgx$$

$$= -(4 \times 9.8 \times 0.1)$$

$$= -3.92\ J$$

∴ মোট কৃতকাজ $W = W_1 + W_2 = 196\ J$

∴ কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

অর্থাৎ, ঘটনাটি কাজ শক্তির উপপাদ্য সমর্থন করে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৭ সীমা 18 kg ভরের একটি ব্যাগ নিয়ে 50 m উঁচু একটি বিল্ডিং এ উঠার পর ছাদ থেকে ব্যাগটি পড়ে গেলে সেটি 'h' উচ্চতায় পাশের বিল্ডিং এর ছাদে $24.25\ ms^{-1}$ বেগে পড়ল।

(ক) স্প্রিং বল কী? [সি. বো. ১৯]

(খ) সংরক্ষণশীল বল ও অসংরক্ষণশীল বলের মধ্যে পার্থক্য লেখ?

(গ) উদ্দীপকের 'h' এর মান নির্ণয় কর। [সি. বো. ১৯]

(ঘ) 'h' উচ্চতায় বিভব শক্তি গতি শক্তির সমান হবে কী না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা। [সি. বো. ১৯]

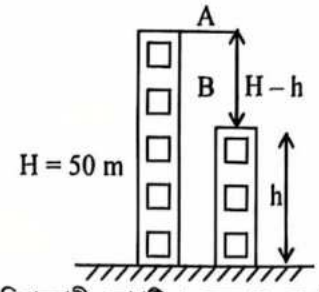
সমাধান:

ক কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তের সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে স্প্রিং বল বলে।

খ সংরক্ষণশীল বল ও অসংরক্ষণশীল বলের মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো:

সংরক্ষণশীল বল	অসংরক্ষণশীল বল
i. কোনো কণা একটি পূর্ণচক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয়।	i. কোনো কণা একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয় না।
ii. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কোনো কণার ওপর কৃতকাজ কণাটির গতিপথের ওপর নির্ভর করে না, কেবল কণার আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের ওপর নির্ভর করে।	ii. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কোনো কণার ওপর কৃতকাজ কণাটির আদি অবস্থান, শেষ অবস্থান ও কণার গতিপথের ওপর নির্ভর করে।
iii. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব।	iii. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব নয়।

গ



চিত্রানুযায়ী, ব্যাগটি A হতে B তে $24.25\ ms^{-1}$ বেগে পতিত হয়েছে

ছাদের উপর B তে গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 18 \times (24.25)^2$$

$$= 5292.56\ J$$

আবার, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2}m\{u^2 + 2g(H-h)\}$$

$$= mg(H-h) \qquad [\because \text{আদিবেগ, } u = 0\ ms^{-1}]$$

সুতরাং, $mg(H-h) = 5292.56$

$$\Rightarrow H - h = \frac{5292.56}{18 \times 9.8}$$

∴ $h = 20\ m$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' থেকে প্রাপ্ত, $h = 20\ m$

h উচ্চতায় বিভবশক্তি, $E_p = mgh$

$$= 18 \times 9.8 \times 20$$

$$= 3528\ J$$

h উচ্চতায় গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 18 \times (24.25)^2$$

$$= 5292\ J$$

অতএব, h উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৮ প্রতি তলার উচ্চতা 5 m হিসেবে দশ তলা ভবনের সর্বোচ্চ তলায় বসবাসরত একটি পরিবারে একটি শিশু আছে। শিশুটি বারান্দার গ্রিল দিয়ে 100 g ভরের একটি টেনিস বল ছেড়ে দিলে তা কিছুক্ষণের মধ্যে মাটিতে আঘাত করে।

(ক) চক্রগতির ব্যাসার্ধ কী? [সম্মিলিত বো. ১৮]

(খ) কোনো ইঞ্জিনের দক্ষতা 50% বলতে কী বুঝায়– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৩; ব. বো. ১৬]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত টেনিস বলটি কত সময় পরে মাটিতে আঘাত করবে? [সম্মিলিত বো. ১৮]

(ঘ) ভবনটির ৭ম ও ৪র্থ তলায় বলটির মোট শক্তি উদ্দীপকের তথ্য ব্যবহার করে গণনা করলে তা শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলবে– এ উক্তিটির সত্যতা যাচাই করে তোমার মতামত দাও। [সম্মিলিত বো. ১৮]

সমাধান:

ক যদি কোনো দৃঢ় বস্তুর মোট ভর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত আছে মনে করা হয় এবং ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে ওই বিন্দু ভরের জড়তার ভ্রামক সমগ্র বস্তুটির জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তবে অক্ষ হতে ওই বিন্দুর দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলা হয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ কোনো যন্ত্রের লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে। একে সাধারণত η দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\eta = \frac{\text{মোট লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 50% বলতে বোঝায়, যদি ঐ যন্ত্রে 100 J শক্তি দেওয়া হয় তাহলে যন্ত্রটি থেকে মোট লভ্য কার্যকর শক্তি 50 J পাওয়া যাবে।

গ এখানে, উচ্চতা, $H = 9 \times 5 = 45$ m

[$\because$ প্রতি তলার উচ্চতা 5 m এবং টেনিস বলটি দশম তলার মেঝে থেকে ফেলে দেওয়া হয়েছিল]

t সময় থেকে বলটি ভূমিতে পড়লে, $t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 45}{9.8}}$$

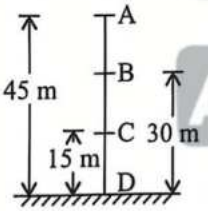
$= 3.03$ s **(Ans.)**

ঘ যেহেতু শিশুটি 10 তলা ভবনের বারান্দার গ্রিল থেকে বলটি ফেলে দিয়েছিল তাই ভূমি থেকে ফেলে দেওয়ার মুহূর্তে বলটির উচ্চতা,

$$h = (5 \times 10) - 5$$
$$= 45 \text{ m}$$

$\therefore$ ৪র্থ তলায় বলটির উচ্চতা, $3 \times 5 = 15$ m

এবং ৭ম তলায় বলটির উচ্চতা, $6 \times 5 = 30$ m



চিত্র থেকে পাই,

উচ্চতা, $h = AD = 45$ m

৭ম তলার উচ্চতা, $BD = y_1 = 30$ m

৪র্থ তলার উচ্চতা, $CD = y_2 = 15$ m

৭ম তলা তথা B তে বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_B} = mgy_1$

$$= 0.1 \times 9.8 \times 30$$
$$= 29.4 \text{ J}$$

এবং গতিশক্তি, $E_{K_B} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\{u^2 + 2g(45 - 30)\}$

$$= mg \times 15 = 0.1 \times 9.8 \times 15 = 14.7 \text{ J}$$

মোট শক্তি, $E_{T_B} = (29.4 + 14.7) = 44.1$ J

৪র্থ তলা তথা C বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_C} = mgy_2$

$$= 0.1 \times 9.8 \times 15$$
$$= 14.7 \text{ J}$$

গতিশক্তি, $E_{K_C} = mg(45 - 15)$

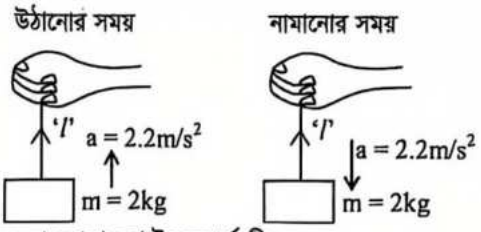
$$= 0.1 \times 9.8 \times 30$$
$$= 29.4 \text{ J}$$

মোট শক্তি, $E_{T_C} = (14.7 + 29.4)$

$$= 44.1 \text{ J}$$

সুতরাং, ভবনটির ৭ম ও ৪র্থ তলায় বলটির মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকবে তথা শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৯ একটি সুতার সাহায্যে 2kg ভরের একটি বস্তুকে ঝুলিয়ে বস্তুটিকে 2.2 m/s^2 সমত্বরণে 5m উপরে উঠানো হল এবং পরবর্তীতে নিচে নামানো হলো।



(ক) অশ্বক্ষমতার সাথে ওয়াটের সম্পর্ক কী?

(খ) অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ উচ্চতা বা সরণের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর। [সম্মিলিত বো. ১৮]

(গ) উপরে উঠানোর সময় সুতার টান কত? [সম্মিলিত বো. ১৮]

(ঘ) বস্তুটিকে উঠাতে বা নামাতে সুতার টান কর্তৃক বস্তুটির উপর কৃতকাজ কোন ক্ষেত্রে বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। [সম্মিলিত বো. ১৮]

সমাধান:

ক এক অশ্বক্ষমতা, 1 HP = 746 W

খ কোনো বস্তুকে ওপর থেকে নিচে নামালে বা নিচ থেকে ওপরে উঠালে অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কাজ হয়। অর্থাৎ বস্তুকে ওপরে উঠানো বা নিচে নামানো যা কিছু করা হোক না কেন বস্তু সর্বদা পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে একটি বল দ্বারা আকৃষ্ট হয়। পৃথিবীর এই আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে।

h উচ্চতায় বস্তুটি তুলতে বা নামাতে অভিকর্ষ বল, $F = \frac{GMm}{R^2}$ দ্বারা কাজ হবে, $W = Fh$.

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R
ভর = M
বস্তুর ভর = m

$\therefore W = \frac{GMm}{R^2} \times h$ এখানে, $\frac{GMm}{R^2}$ = ধ্রুব রাশি।

সুতরাং অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ উচ্চতা বা সরণের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $W \propto h$ **(Ans.)**

গ চিত্রানুযায়ী, $a = 2.2\ ms^{-2}$ ত্বরণে উপরে উঠলে লব্ধি বল,

$\sum F = ma$

$\Rightarrow T - mg = ma$ [T = সুতার টান]

$\Rightarrow T = ma + mg = m(2.2 + 9.8) = 2 \times 12$

$\therefore T = 24$ N **(Ans.)**

ঘ বস্তুটিকে উপরে উঠানোর সময় টান বল, $T_1 = 24$ N

$\therefore$ টান বল দ্বারা কাজ, $W_1 = T_1 \times h$ [h = 5 m]

$$= 24 \times 5$$
$$= 120 \text{ J}$$

বস্তুটিকে নিচে নামানোর সময় টান বল, T_2

$\sum F = ma$

$\Rightarrow mg - T_2 = ma$

$\Rightarrow T_2 = mg - ma$

$= m(g - a)$

$= 2 \times (9.8 - 2.2)$

$= 15.2$ N

$\therefore$ বস্তুটিকে নামানোর ক্ষেত্রে টান বল কর্তৃক বস্তুর উপর কৃতকাজ,

$W_2 = T_2 \times h = 15.2 \times 5 = 76$ J

সুতরাং বস্তুটি উঠাতে কৃতকাজ বেশি হবে। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩০ একটি সুউচ্চ অফিস বিল্ডিং-এ আরোহীসহ সর্বোচ্চ 400 kg ভরের ধারণ ক্ষমতা সম্পন্ন একটি লিফট দুইতলা হতে সাততলার মধ্যে ওঠা-নামা করে। বিল্ডিংটির প্রতিটি ফ্লোরের উচ্চতা 3m। উক্ত অফিসের একজনের ভর 45 kg এবং তিনি একদিন লিফটিতে চড়ে 2 ms^{-2} ত্বরণে উঠানামার সময় ওয়েট মেশিনে তার ওজন পরিমাপ করলেন। এক্ষেত্রে সর্বত্র অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 9.8 ms^{-2}।

(ক) ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ কাকে বলে?

(খ) স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর।

(গ) লিফটিকে দুই তলা হতে সাত তলায় 2 ms^{-1} সমবেগে উঠাতে সর্বনিম্ন কত অশ্ব ক্ষমতার একটি মোটরের প্রয়োজন হবে? [ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) উক্ত ব্যক্তির ওজন ওয়েট মেশিনের সাহায্যে সেদিন সঠিকভাবে নির্ণয় করা গেল কি-না তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। [ঢা. বো. ১৭]

সমাধান:

ক সময়ের প্রেক্ষিতে বলের মান ও দিক পরিবর্তন না হলে তাকে ধ্রুব বল বলে। এই বল দ্বারা কাজই হলো ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ।

খ কোনো একটি কণা একটি পূর্ণচক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে কণাটির উপর যে বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূণ্য হয়, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং এর একপ্রান্তে সংযুক্ত বস্তুটিকে x_1 অবস্থান হতে x_2 অবস্থানে আনতে কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}k\left(x_1^2 - x_2^2\right)$।

যদি কণাটির আদি সরণের মান (x_1) এবং শেষ সরণের মান (x_2) থেকে বড় হয় তাহলে স্প্রিং বলের দ্বারা কৃতকাজের মান ধনাত্মক হবে। কিন্তু শেষ সরণের মান (x_2) যদি আদি সরণের মান (x_1) এর চেয়ে বড় হয় তাহলে কৃতকাজের মান ঋণাত্মক হবে। অর্থাৎ বস্তুটিকে x_1 হতে x_2 অবস্থানে নিয়ে পুনরায় x_2 হতে x_1 অবস্থানে ফিরিয়ে আনলে উভয়ক্ষেত্রের কৃতকাজের মান সমান ও বিপরীতচিহ্ন যুক্ত হয়। ফলে স্প্রিং দ্বারা সম্পাদিত মোট কাজ শূন্য হয়। তাই বলা যায়, স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

গ সমবেগে উঠায় ত্বরণ শূন্য।

আমরা জানি, $P = Fv$

$= m(g + a)v$

$= m(9.8 + 0) \times 2$

$= 400 \times 9.8 \times 2$

$= 7840$ W

$= 10.51$ HP **(Ans.)**

ঘ ব্যক্তিটির প্রকৃত ওজন, $W = mg$

$= 45 \times 9.8$

$= 441$ N

লিফটে উপরে উঠার সময় ওজন, $W_1 = m(g + a)$

$= 45(9.8 + 2)$

$= 531$ N

লিফট নিচে নামার সময় ওজন, $W_2 = m(g - a)$

$= 45(9.8 - 2)$

$= 351$ N

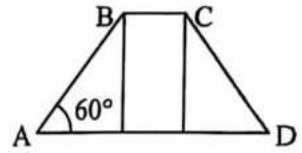
∴ উক্ত ব্যক্তির ওজন ওয়েট মেশিনের সাহায্যে সেদিন সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় নি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩১ চিত্রে প্রদর্শিত AB মই বেয়ে 30 kg ভরের একটি বালক উপরে উঠে এবং CD আনত তল বেয়ে নিচে নেমে আসে। তলের ঘর্ষণ বল 50 N।

চিত্রে, AB = 4 m

BC = 1 m

এবং CD = 5 m



(ক) গতীয় ঘর্ষণ কাকে বলে? [চ. বো. ১৪]

(খ) দেখাও যে, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান। [চ. বো. ১৪]

(গ) বালকটি A হলে C বিন্দুতে পৌছতে অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ হিসাব করো। [চ. বো. ১৫]

(ঘ) CD পথে নামার সময় বালকটির ত্বরণ অভিকর্ষজ ত্বরণের চেয়ে কম না বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। [চ. বো. ১৫]

সমাধান:

ক একটি বস্তু যখন অন্য একটি তল বা বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল হয় অর্থাৎ দুইটি স্পর্শতলের মধ্যে যখন আপেক্ষিক গতি বিদ্যমান থাকে তখন তাদের মধ্যে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে গতীয় ঘর্ষণ বলে।

খ আমরা জানি, ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এবং কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

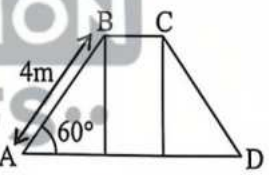
অর্থাৎ, জড়তার ভ্রামক I, কৌণিক বেগ ω এবং কৌণিক ভরবেগ L হলে,

$L = I\omega$

এখন, একক সমকৌণিক বেগের ক্ষেত্রে $\omega = 1$ ∴ $L = I \times 1 = I$

এতএব, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান।

গ



A থেকে B যেতে অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ,

$W_1 = -mg \times 4\sin60°$

$= -30 \times 9.8 \times 4 \times \sin60°$

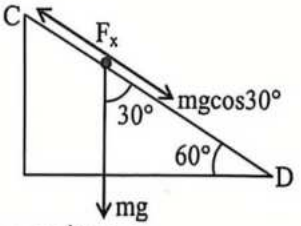
$= -1.018 \times 10^3$ J

B থেকে C তে যেতে অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ = 0 J

∴ A থেকে C তে যেতে অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ

$= -1.018 \times 10^3$ J **(Ans.)**

ঘ



তলের ঘর্ষণ বল, F_x

$\sum F = ma$

$\Rightarrow mg\cos30° - F_x = ma$

$\Rightarrow a = \frac{mg\cos30° - F_x}{m} = \frac{30 \times 9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2} - 50}{30} = 6.8$ ms^{-2}

∴ CD পথে নামার সময় ত্বরণ অভিকর্ষজ ত্বরণের তুলনায় কম হবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩২ ইফতি টেবিলের ওপর রেখে একটি স্প্রিং সংকুচিত ও প্রসারিত করে খেলছিল। সে স্প্রিংটি স্বাভাবিক অবস্থান থেকে 5 cm সংকুচিত করলো। তারপর 1.8 kg ভর এক প্রান্তে লাগিয়ে সংকুচিত স্প্রিংটি ছেড়ে দিল। স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক 340 Nm^{-1}। তলের ঘর্ষণ বল 0.05 N।

(ক) অভিকেন্দ্র বল কী?

(খ) পড়ন্ত বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৭]

(গ) স্প্রিংটি সংকুচিত করতে ইফতিকে কতটুকু কাজ করতে হয়েছে?

(ঘ) স্প্রিংটি ছেড়ে দেয়ার পর 6 cm দূরের দেয়ালকে স্পর্শ করবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে যাচাই করো।

সমাধান:

ক যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে থাকে এবং যে বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে তাকে অভিকেন্দ্র বল বা কেন্দ্রমুখী বল বলে।

খ পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক হবে। অর্থাৎ, পড়ন্ত বস্তুর অভিমুখ পৃথিবীর কেন্দ্রমুখী হওয়ায় মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল অভিকর্ষ বলের দিকে।

ধরি, h উচ্চতা থেকে পড়ন্ত কোন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল, F

সুতরাং কৃতকাজ, $W = Fh\cos0°$

$W = mgh$ [F = বস্তুর ওজন তথা অভিকর্ষ বল]

অর্থাৎ, অভিকর্ষ বল ও সরণের অভিমুখ একই হওয়ায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক।

গ স্প্রিংটিকে সংকুচিত করতে কৃতকাজ, $U = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2} \times 340 \times \left(\frac{5}{100}\right)^2$

$= 425 \times 10^{-3}$ J **(Ans.)**

ঘ 'গ' থেকে প্রাপ্ত, স্প্রিংটির সঞ্চিত বিভবশক্তি = 425×10^{-3} J যা গতিশক্তিরূপে পাওয়া যাবে।

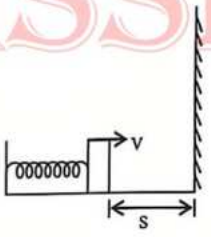
যেহেতু তলের ঘর্ষণ বল, F_x

সুতরাং $\frac{1}{2}mv^2 = F_x \times s$

$\Rightarrow s = \frac{F_x}{425 \times 10^{-3}}$

$= \frac{0.05}{425 \times 10^{-3}}$

$= 0.12$ m



$\therefore s = 12$ cm

দেখা যাচ্ছে, বস্তুটি 12 cm দূর পর্যন্ত যেতে পারে। যেহেতু দেয়ালটি 6 cm দূরে রয়েছে। তাই দেয়ালকে স্পর্শ করবে। (Ans.)

প্রশ্ন ▶ ৩৩ রাহাত একটি গাড়ি নিয়ে চিম্বুক পাহাড়ের গা ঘেঁষে নামছিলো। গাড়িটি উল্লম্বের সাথে 60° কোণে আনত এবং গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল ঘর্ষণ বল অভিলম্ব প্রতিক্রিয়ার 0.2 গুণ। রাহাত 12.39 ms^{-1} বেগে নিচে নামার সময় হঠাৎ সামনে একটি গাড়ি দেখতে পেল। এরপর সে ব্রেক করায় 30 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর গাড়িটি থেমে যায়। এখানে, গাড়ির ভর 600 kg।

(ক) স্থিতিস্থাপক বল কাকে বলে?

(খ) একটি স্প্রিংকে খন্ডিত করলে এর বল ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কী? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৩]

(গ) উদ্দীপকের গাড়িটির মোট শক্তি কত হবে?

(ঘ) উদ্দীপকের গাড়িটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই করো।

সমাধান:

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বাইরে থেকে বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকার পরিবর্তন ঘটানোর পর বল অপসারণ করলে যে বলের কারণে তা আবার পূর্বের আকার ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক বল বলে।

খ স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য কেটে ছোট করলে এর স্প্রিং ধ্রুবক বৃদ্ধি পায়। স্প্রিং ধ্রুবক এর মান স্প্রিংটির উপাদানের স্থিতিস্থাপক ধর্ম ও জ্যামিতিক গঠনের উপর নির্ভর করে।

স্প্রিং ধ্রুবক, $k = \frac{F}{x}$

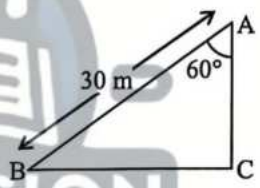
আবার, স্প্রিং কেটে ছোট করলে একই বল F এর জন্য দৈর্ঘ্য প্রসারণ $x' < x$ হবে।

সুতরাং, $k' = \frac{F}{x'}$

অতএব, $k' > k$

$\therefore$ স্প্রিংটি খণ্ডিত করলে স্প্রিং ধ্রুবক বেশি হবে।

গ



চিম্বুক পাহাড়ের চূড়ায়,

গাড়ির বিভবশক্তি, $E_p = mg \times AC$

$= 600 \times 9.8 \times 30\cos60°$

$= 88200$ J

গাড়ির গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 600 \times 12.39^2$

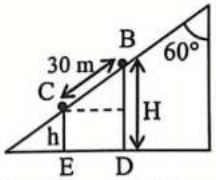
$= 46053.63$ J

$\therefore$ গাড়ির মোট শক্তি, $E = E_p + E_k$

$= 88200 + 46053.63$ J

$= 134253.63$ J **(Ans.)**

ঘ



ধরি, B বিন্দুতে গাড়িটি অপর একটি গাড়িকে দেখামাত্র ব্রেক করে।

B বিন্দুতে গাড়িটির মোট শক্তি,

$E_{T_B} = E_{k_B} + E_{P_B}$

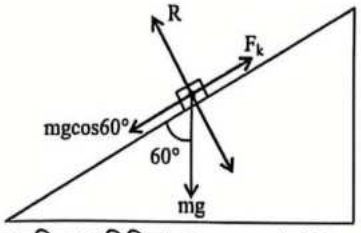
$= \frac{1}{2}mv^2 + mgH$ [$\because$ ধরি, H = 400 m]

$= \frac{1}{2} \times 600 \times (12.39)^2 + 600 \times 9.8 \times 400$

$= 2398053.63$ J

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs



গাড়ির অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া, $R = mg \sin 60°$

$= 600 \times 9.8 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

$= 5092.23$ N

∴ গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল ঘর্ষণ বল, $f = 0.2\ R$

$= 0.2 \times 5092.23$ N

$= 1018.45$ N

ব্রেক করার ফলে গাড়ির মন্দন, $a = \frac{v^2 - o^2}{2 \times 30}$

$= \frac{12.39^2}{2 \times 30}$

$= 2.56\ ms^{-2}$

ব্রেকজনিত বল, F হলে,

$\Rightarrow ma = F + f - mg\cos 60°$

$\Rightarrow F = ma + mg\cos 60° - f$

$= (600 \times 2.56) + (600 \times 9.8 \times \cos 60°) - 1018.45$

$= 3457.55$ N

ঘর্ষণ বল দ্বারা ব্যয়িত শক্তি, $U_1 = 1018.45 \times 30$

$= 30553.5$ J

ব্রেকজনিত বল দ্বারা ব্যয়িত শক্তি, $U_2 = 3457.55 \times 30$

$= 103726.5$J

এখন, চিত্রানুযায়ী C বিন্দুতে গাড়িটি স্থির হওয়ায় গতিশক্তি = 0

এবং বিভবশক্তি,

$E_{P_C} = mg(H - 30\cos 60°)$ [∵ $h = H - 30\cos 60°$]

$= 2263800$

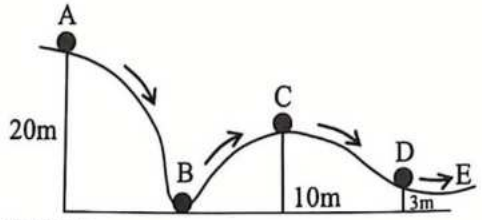
মোট শক্তি,

$E_{P_C} = (2263800 + 30553.5 + 103726.5)$ J

$= 2398080$ J

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, B বিন্দুতে মোট শক্তি এবং C বিন্দুতে মোট শক্তি সমান। অতএব, শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩৪ 100 kg ভরের একটি বস্তু Sliding rid এর A বিন্দু হতে $10\ ms^{-1}$ বেগে চিত্রে প্রদর্শিত আঁকা বাঁকা পথে চলছে। DE পথে বাধাদানকারী বল (ঘর্ষণ বল) 588 N।



(ক) জুল কাকে বলে?

(খ) কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ১৭]

(গ) উদ্দীপকের পথের A ও B বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) DE = 50 m হলে বস্তুটি E বিন্দুতে পৌছাবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর উপর 1 N বল প্রয়োগে 1 m সরণ ঘটলে সে বল দ্বারা 1 জুল কাজ হয়েছে বলা হয়।

খ একটি বস্তুর ওপর কোনো বল ক্রিয়া করায় যদি বলের অভিমুখে বস্তুটির সরণ ঘটে তাহলে ক্রিয়াশীল বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

একটি বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘোরালে কোনো কাজ হয় না। কারণ এক্ষেত্রে বলের দিক কেন্দ্র অভিমুখী এবং সরণের দিক বস্তুর অবস্থানের বিন্দু হতে বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। অর্থাৎ বল এবং সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ 90°।

∴ $W = F s \cos 90° = 0$

সুতরাং, বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

গ A বিন্দুতে,

$E_k = \frac{1}{2} mv_A^2$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times 10^2$

$= 5000$ J

$E_p = mgh_A$

$= 100 \times 9.8 \times 10$

$= 19600$ J

∴ $E_{T_A} = (5000 + 19600) = 24600$ J

B বিন্দুতে,

$E_p = mgh_B$

$= 100 \times 9.8 \times 0$

$= 0$ J

$v_B^2 = u^2 + 2gh_A$

$= 10^2 + 2 \times 9.8 \times 20$

$= 492\ m^2s^{-2}$

$E_k = \frac{1}{2} mv_B^2$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times 492$

$= 24600$ J

∴ $E_{T_B} = (0 + 24600) = 24600$ J **(Ans.)**

ঘ $v_B^2 = v_A^2 + 2gh$

$\Rightarrow v_B = \sqrt{10^2 + 2 \times 9.8 \times 20}$

∴ $v_B = 22.18\ ms^{-1}$

$v_C^2 = v_B^2 - 2gh_C$

$\Rightarrow v_C = \sqrt{492 - 2 \times 9.8 \times 10}$

∴ $v_C = 17.20\ ms^{-1}$

∴ $v_D^2 = v_C^2 + 2gh_D$

$\Rightarrow v_D = \sqrt{296 + 2 \times 9.8 \times 7}$

$\Rightarrow v_D = 20.81\ ms^{-1}$

$E_{K_D} = \frac{1}{2} mv_D^2$

$= \frac{1}{2} \times 100 \times (20.81)^2$

$= 21660$ J

$E_{P_D} = mgh_D$

$= 100 \times 9.8 \times 3$

$= 2940$ J

D বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_{T_D} = 24600$ J

$\Rightarrow F_s x = 24600$ J

$\Rightarrow x = \frac{24600}{588}$

∴ $x = 41.83\ m < 50\ m$

বস্তুটি D হতে E বিন্দুতে পৌছাতে পারবে না। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩৫ 2000 kg ভরের একটি গাড়ি ভূমির সাথে 30° কোণে আনত একটি রাস্তা ধরে 16 ms^{-1} বেগে নিচে নামার সময় গাড়ির চালক ব্রেক প্রয়োগ করায় গাড়িটি 40 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর থেমে যায়।

(ক) স্প্রিং বল কী?

(খ) একটি বস্তুর ভরবেগ 200% বৃদ্ধি করলে এর গতিশক্তি কতগুণ পরিবর্তিত হবে?

(গ) গাড়িটির আনত তলের প্রতিক্রিয়া হিসাব কর।

(ঘ) কাজ শক্তি উপপাদ্য প্রয়োগ করে গাড়িটির ওপর গতি প্রতিরোধকারী বল বের কর।

সমাধান:

ক কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তের সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে স্প্রিং বল বলে।

খ আমরা জানি, $E_K = \frac{p^2}{2m}$

পরিবর্তিত ভরবেগ, $p' = p + 200\% p = 3p$

অর্থাৎ, পরিবর্তিত গতিশক্তি, $E_K' = \frac{(3p)^2}{2m}$

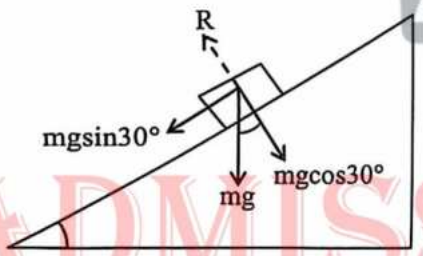
$= \frac{9p^2}{2m}$

$= 9E_K$

$\therefore$ গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে $= \frac{9E_K - E_K}{E_K} \times 100\%$

$= 800\%$

গ



$R = mg\cos30°$

$= 2000 \times 9.8 \times \cos30°$

$= 16974.097$ N **(Ans.)**

ঘ কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে,

কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$\Rightarrow W + mgsin30°s = E_k - E_{k_0}$

$\Rightarrow W = E_k - E_{k_0} - mgsin30°s$

$\Rightarrow W = \frac{1}{2} m (v^2 - v_0^2) - mgsin30°s$

$\Rightarrow W = \frac{1}{2} \times 2000 \times (0 - 16^2) - 2000 \times 9.8 \times sin30° \times 40$

$\Rightarrow W = -256000 - 392000$

$\Rightarrow Fs = -648000$

$\Rightarrow F = \frac{-648000}{40}$

$\therefore F = -16200$ N

(– ve) চিহ্ন গতি প্রতিরোধকারী বল নির্দেশ করে। **(Ans.)**

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। কর্ম দক্ষতা কী? [ঢা. বো. ২৪; দি. বো. ২৩; ম. বো. ২২; ব. বো. ২২, ২১; চ. বো. ২২, ২১; য. বো. ২১; সি. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো যন্ত্রে সরবরাহকৃত শক্তি এবং কাজে পরিণত হওয়ার শক্তির অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

২। গতিশক্তি কাকে বলে? [রা. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য বা শক্তি লাভ করে তাকে বস্তুটির গতিশক্তি বলে।

৩। অশ্ব ক্ষমতা কাকে বলে? [য. বো. ২৪; কু. বো. ২২; রা. বো. ১৯; দি. বো. ১৭]

উত্তর: কোন ব্যক্তি বা যন্ত্রের প্রতি সেকেন্ডে 746 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব-ক্ষমতা বলে।

৪। এক জুল কাকে বলে? [কু. বো. ২৪; সি. বো. ২৪; চ. বো. ২৪]

উত্তর: 1 N বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর 1 m সরণ হলে যে কাজ হয় তাকে এক জুল বলে।

৫। পরিবর্তনশীল বল কাকে বলে? [ব. বো. ২৪, ২৩]

উত্তর: সময়ের সাথে সাথে বলের মান বা দিকের পরিবর্তন হলে সেই বলকে পরিবর্তনশীল বল বলে।

৬। সংরক্ষণশীল বল কী? [ম. বো. ২৪; রা. বো. ২৩; ম. বো. ২৩, ২১; রা. বো. ২১; দি. বো. ২১]

উত্তর: একটি বদ্ধ পথে কোনো বল দ্বারা মোট কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হলে সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

৭। ঋণাত্মক কাজ কী? [সি. বো. ২১; ব. বো. ১৯; দি. বো. ১৫]

উত্তর: বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের ক্রিয়ার বিপরীত দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের ঋণাত্মক উপাংশ থাকে তবে যে কাজ সম্পাদিত হয় তাকে ঋণাত্মক কাজ বলে।

৮। ভরকেন্দ্র কাকে বলে?

উত্তর: কোনো বস্তুর যে বিন্দুতে সমগ্র ভর কেন্দ্রীভূত থাকে সে বিন্দুকে ঐ বস্তুর ভরকেন্দ্র বলে।

৯। কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি লেখ। [চ. বো. ২৩; সি. বো. ১৮, ১৬; য. বো. ২৩, ২১, ১৯, ১৮, ১৫; ঢা. বো., দি. বো. ১৮; ব. বো. ১৫]

উত্তর: কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি হল– কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল কর্তৃক কৃত কাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

১০। অসংরক্ষণশীল বলের সংজ্ঞা লেখ। [রা. বো. ২৩; ম. বো. ২৩; ঢা. বো. ২১; রা. বো. ২১; দি. বো. ২১; ম. বো. ২১; ঢা. বো. ১৭; সি. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো বস্তুকে বলের প্রভাবে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে যদি মোট কাজের পরিমাণ শূন্য না হয় তবে ঐ বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

১১। যান্ত্রিক শক্তি কী?

উত্তর: কোনো বস্তুর অবস্থান ও গতির কারণে এর মধ্যে যে শক্তি থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

১২। রাস্তার ব্যাংকিং কি?

উত্তর: আনুভূমিক রাস্তায় হঠাৎ বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি যাতে ছিটকে দুর্ঘটনায় না পড়ে সেজন্য প্রতিটি বাঁকে রাস্তার বাইরের দিক ভেতরের দিকের চেয়ে কিছুটা উঁচু করে তৈরি করা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

১৩। স্থিতিশক্তি কাকে বলে?

উত্তর: বস্তু তার অবস্থানের কারণে যে শক্তি অর্জন করে অথবা বস্তুস্থিত কণাসমূহের পারস্পরিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি অর্জন করে তাকে বস্তুর স্থিতিশক্তি বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৪। ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ লিখ [রা. বো. ২১]

উত্তর: ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ, $[P] = [ML^2T^{-3}]$

১৫। কিলোওয়াট ঘণ্টা কী?

উত্তর: কাজ সম্পাদনকারী কোন ব্যক্তি বা যন্ত্র যদি এক ঘণ্টায় 1000 W ক্ষমতাসম্পন্ন কোন কাজ সম্পাদন করে তবে সেই কৃতকাজকে 1 কিলোওয়াট ঘণ্টা বলে।

১৬। বলের দ্বারা কাজ কী?

উত্তর: বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে কিংবা বলের উপাংশের দিকে বস্তুর সরণ হয় তবে তাকে বলের দ্বারা কাজ বলে।

১৭। কাজহীন বল কাকে বলে?

উত্তর: বস্তুর সরণের লম্বদিকে ক্রিয়াশীল বল বস্তুর সরণের সময় কোনো কাজ করে না। এ ধরনের বলকে কাজহীন বল বলে।

১৮। প্রত্যয়নী বল কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩; ব. বো. ২১, ১৯; কু. বো. ১৫]

উত্তর: কোনো স্প্রিংকে দৈর্ঘ্য বরাবর বিকৃত করলে স্থিতিস্থাপক ধর্মের দরুন প্রযুক্ত বলের বিপরীতে যে বলের উদ্ভব হয় তাকে প্রত্যয়নী বল বলে।

১৯। যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি কাকে বলে? [য. বো. ১৭]

উত্তর: ঘর্ষণ বা অন্য কোনো অপচয়ী বলের (dissipative force) এর ক্রিয়ায় যদি কোনো শক্তির অপচয় না ঘটে তবে কোনো বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির যোগফল সর্বদা ধ্রুব থাকে, অর্থাৎ বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুব থাকে– একেই যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি বলে।

২০। বিভবশক্তি কাকে বলে?

উত্তর: বস্তু তার অবস্থানের কারণে যে শক্তি অর্জন করে অথবা বস্তুস্থিত কণাসমূহের পারস্পরিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি অর্জন করে তাকে বস্তুটির বিভবশক্তি বলে।

২১। স্প্রিং বল কী? [সি. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তের সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে স্প্রিং বল বলে।

২২। অশ্বক্ষমতার সাথে ওয়াটের সম্পর্ক কী?

উত্তর: এক অশ্বক্ষমতা, 1 HP = 746 W

২৩। ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ কাকে বলে?

উত্তর: সময়ের প্রেক্ষিতে বলের মান ও দিক পরিবর্তন না হলে তাকে ধ্রুব বল বলে। এই বল দ্বারা কাজই ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ বলে।

২৪। কাজ বলতে কী বুঝ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: বল প্রয়োগের ফলে কোন বস্তুর বলের দিকে সরণ ঘটলে কিংবা বলের উপাংশের দিকে সরণ হলে সেই বল দ্বারা কাজ হয়েছে বুঝানো হয়। উদাহরণস্বরূপ: ঠেলাগাড়ি চালক বল প্রয়োগ করে ঠেলাগাড়িকে সামনের দিকে নিয়ে চলে।

২৫। স্থিতিস্থাপক বল কাকে বলে?

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বাইরে থেকে বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকার পরিবর্তন ঘটানোর পর বল অপসারণ করলে যে বলের কারণে তা আবার পূর্বের আকার ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক বল বলে।

২৬। জুল কাকে বলে?

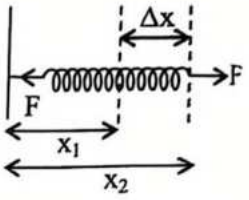
উত্তর: কোনো বস্তুর উপর 1 N বল প্রয়োগে 1 m সরণ ঘটলে সে বল দ্বারা 1 জুল কাজ হয়েছে বলা হয়।

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। স্প্রিং দ্বারা কৃত কাজ ঋণাত্মক হয় কেন? [ঢা. বো. ২৪; চ. বো. ২১]

উত্তর: ধরি, F বল প্রয়োগ করে একটি স্প্রিংকে x_1 হতে x_2 দৈর্ঘ্যে সম্প্রসারণ করা হলো।

ফলে স্প্রিং-এ F প্রত্যয়নী বল উদ্ভূত হবে।



∴ প্রত্যয়নী বল দ্বারা কৃতকাজ,

$$W = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$$

এখন, $|x_1| < |x_2|$ হলে, $W < 0$ হবে

স্প্রিং সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে, $|x_1| < |x_2|$ হয়। সুতরাং স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃতকাজ ঋণাত্মক। অনরূপভাবে স্প্রিং সংকোচনে $|x_1| < |x_2|$ হয়, ফলে স্প্রিং-এর সংকোচন ও প্রসারণ উভয় ক্ষেত্রেই স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক।

২। শূন্য কাজ ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ বল প্রয়োগের লম্বদিকে ঘটে থাকে তবে ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হবে। এক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হয়।

কৃতকাজ, $W = Fs\cos\theta = Fs\cos 90°$

$\Rightarrow W = 0$

উদাহরণস্বরূপ, কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য, কেননা বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ শূন্য বা বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°। আবার বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ শূন্য হলেও কৃতকাজ শূন্য হবে।

৩। প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান বেশি হলে যন্ত্রের দক্ষতা কম হবে– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

উত্তর: প্রথম ক্ষেত্রে, ধরি, $\eta = 50\%$

$$\therefore \eta = \frac{W'}{W}$$

$\Rightarrow W' = 0.5\ W$

∴ প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান, $\Delta W = W - W' = 0.5\ W$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, ধরি, $\eta = 70\%$

$$\therefore \eta' = \frac{W''}{W}$$

$\Rightarrow W'' = 0.7\ W$

∴ প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান,

$\Delta W = W - W'' = 0.3\ W$

এখানে, দুইটি ক্ষেত্র হতে বলা যায়, $\eta \propto \frac{1}{\Delta W}$

অর্থাৎ, প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান বেশি হলে দক্ষতা হ্রাস পাবে।

৪। স্প্রিং ধ্রুবক $2200\ Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. ২৪; সি. বো. ২৪; রা. বো. ২২; ব. বো. ২১]

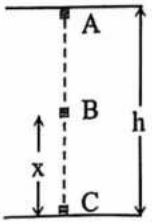
উত্তর: কোনো স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে বোঝায়, সাম্যাবস্থান থেকে স্প্রিংটির মুক্ত প্রান্তের 1 m সরণ ঘটানো হলে স্প্রিং এর অভ্যন্তরে 2200 N মানের প্রত্যয়নী বল উদ্ভূত হয়। অর্থাৎ, ঐ অবস্থা বজায় রাখতে হলে বাইরে থেকে 2200 N বল স্প্রিং এর সরণের দিকে বা সাম্যাবস্থানের বিপরীতে প্রয়োগ করতে হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৫। সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে– ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৪]

উত্তর: ধরি, m ভরের একটি বস্তু অভিকর্ষ বলের প্রভাবে h উচ্চতা থেকে অবাধে নিচে পড়ছে। আমরা জানি, অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।



সর্বোচ্চ বিন্দু A তে, বস্তুর গতিশক্তি শূন্য ও বিভবশক্তি সর্বোচ্চ। সুতরাং মোট যান্ত্রিক শক্তি = সর্বোচ্চ বিভবশক্তি = mgh

অবাধে নামার সময় যেকোনো বিন্দু B তে,

মোট যান্ত্রিক শক্তি = বিভবশক্তি + গতিশক্তি

$= mgx + \frac{1}{2}mv^2$

$= mgx + \frac{1}{2}m \times 2g(h-x) = mgh$

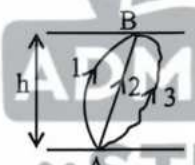
আবার সর্বনিম্ন বিন্দু C তে মোট যান্ত্রিক শক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}m(2gh) = mgh$

∴ সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে।

৬। সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪; ম. বো. ২১]

উত্তর: ধরি, m ভরের কোনো বস্তুকে A বিন্দু হতে h উচ্চতার B বিন্দুতে নেয়া হলো। এক্ষেত্রে তিনটি ক্রিয়া ভিন্ন পথ 1, 2 এবং 3 ব্যবহার করা হলো। তিনটি ক্ষেত্রেই অভিকর্ষীয় বল সর্বদা খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে। এই বলের দিক বরাবর তিনটি ক্ষেত্রে সরণ h।



∴ উক্ত তিনটি ক্ষেত্রে সংরক্ষণশীল অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ = mgh

সুতরাং, অভিকর্ষ বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না। শুধুমাত্র বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

অতএব, সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

৭। বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে যদি বস্তুর সরণ বল প্রয়োগের লম্বদিকে ঘটে থাকে তবে ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হবে। এক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$ হয়।

∴ কৃতকাজ, $W = Fs\cos\theta = Fs\cos 90°$

$\Rightarrow W = 0$

উদাহরণস্বরূপ, কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য, কেননা বলের অভিমুখে সরণের উপাংশ শূন্য বা বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°। আবার বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ শূন্য হলেও কৃতকাজ শূন্য হবে।

৮। গতিশক্তির মান সর্বদা ধনাত্মক হয়– ব্যাখ্যা কর। [য. বো., চ. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। m ভর এবং v বেগে গতিশীল কোনো বস্তুর

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

অর্থাৎ বস্তুর গতিশক্তির মান বস্তুর ভর এবং বেগের মানের উপর নির্ভরশীল। কিন্তু ভরের মান কখনো ঋণাত্মক কিংবা শূন্য হতে পারে না। তবে বেগের মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক উভয়ই হতে পারে। যেহেতু গতিশক্তির সমীকরণে $E_k \propto v^2$ তাই বেগের মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হলেও গতিশক্তির মান সর্বদা ধনাত্মক হবে।

৯। ক্ষমতার বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক এককের সাথে ক্ষমতার যান্ত্রিক ব্যবহারিক এককের সম্পর্ক দেখাও। [ব. বো. ২৩]

উত্তর: আমরা জানি, ক্ষমতার বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক একক হলো মেগাওয়াট (MW) এবং যান্ত্রিক ব্যবহারিক একক হলো অশ্বক্ষমতা (HP)।

1 HP = 746 W

আবার, 1 MW = 10^6 W

অর্থাৎ, 746 W = 1 HP

$\therefore 10^6 \text{ W} = \frac{10^6}{746}$ HP

= 1340.48 HP

সুতরাং, 1 মেগাওয়াট (MW) = 1340.48 অশ্বক্ষমতা (HP)

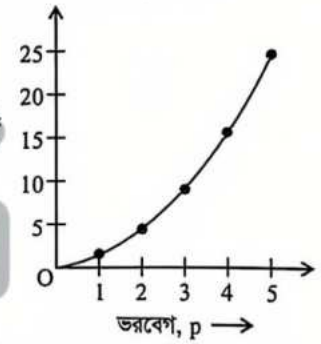
১০। কোনো বস্তুর গতিশক্তির সাথে ভরবেগের সম্পর্ক লেখচিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো। [চা. বো. ২৩, ২১]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি E_k এবং ভরবেগ p হলে,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{p^2}{2m}$

$\therefore E_k \propto p^2$

অর্থাৎ গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।



লেখচিত্র অনুসারে, গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। ভরবেগ যদি 2 গুণ, 3 গুণ, 4 গুণ ও 5 গুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তিও যথাক্রমে 4 গুণ, 9 গুণ, 16 গুণ ও 25 গুণ হবে।

১১। সরণ বনাম গতিশক্তির লেখচিত্রের ঢালটি বল নির্দেশ করে– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৩]

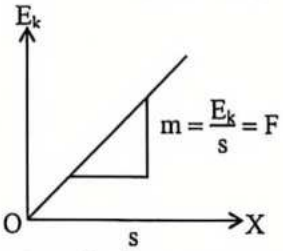
উত্তর: আমরা জানি,

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}m(u^2 + 2as)$ [ধরি আদিবেগ, u = 0]

$= mas$

$\therefore E_k = Fs$ [$\because F = ma$]



এখন, Y অক্ষ বরাবর গতিশক্তি, E_k এবং X অক্ষ বরাবর সরণ, s বিবেচনা করি। যা $y = mx$ সমীকরণ নির্দেশ করে যেখানে ঢাল (m)।

সুতরাং সরণ বনাম গতিশক্তির ঢাল বল নির্দেশ করে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২। 1 কিলোওয়াট ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো। [সি. বো. ২৩]

উত্তর: কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা যন্ত্রের কাজ করার হার বা শক্তি সরবরাহের হারকে ক্ষমতা বলে। ক্ষমতা পরিমাপের একক হলো ওয়াট (watt), যা প্রতি সেকেন্ডে এক জুল কাজ করা বুঝায়।

কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 1 কিলোওয়াট বলতে বোঝায়, ঐ যন্ত্রটি প্রতি সেকেন্ডে 1000 J কাজ করতে পারে। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে যন্ত্রটি 1000 J কোনো শক্তিকে অন্যশক্তিতে রূপান্তর করতে পারে।

১৩। ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা করো। [ব. বো. ২১; দি. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো বস্তু একটি বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে নির্দিষ্ট পথে ঘুরে আবার একই বিন্দুতে ফেরত আসলে বস্তুটির উপর যে বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে। মহাকর্ষ বল ও তড়িৎ বলের ক্ষেত্রে এরূপ সম্ভব কারণ মহাকর্ষ ও তড়িৎ বলের দিক বস্তুর গতির দিকের ওপর নির্ভর করে না।

তবে ঘর্ষণ বলের দিক সর্বদা বস্তুর গতির বিপরীতে হয়। তাই বস্তুর চলার পথে ঘর্ষণ বল দ্বারা সর্বদা ঋণাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়। তখন বস্তুটি আদি বিন্দুতে ফিরে আসলেও ঘর্ষণ বল দ্বারা মোট কৃতকাজ শূন্য নয়, বরং ঋণাত্মক একটি মান হয়। এ কারণে ঘর্ষণ বল সংরক্ষণশীল বল নয়।

১৪। সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে হেঁটে উপরে উঠা কষ্টকর – ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো., য. বো. ২২]

উত্তর: সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠার সময় ব্যক্তিকে তার ওজন ও অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। কারণ বস্তুর ওজন ও মহাকর্ষ বল নিচে ক্রিয়াশীল থাকে। ফলে সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠতে কষ্ট হয়। কিন্তু সমতলে আমরা আনুভূমিক বরাবর হেঁটে থাকি এবং হাঁটার সময় আনুভূমিক বরাবর কোনো বাহ্যিক বল ক্রিয়াশীল থাকে না। ফলে সমতলে হাঁটা তুলনামূলক কম কষ্টকর।

১৫। পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে কৃতকাজ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২; ম. বো. ২১; সম্মিলিত বো. ১৮]

উত্তর: পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য। কেননা, বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে ওই বল দ্বারা কৃতকাজ বলা হয়।

পৃথিবী তার মহাকর্ষ বল দ্বারা চাঁদকে যেদিকে আকর্ষণ করবে, বৃত্তপথে ঘোরার সময় চাঁদের সরণ হবে সেদিকের লম্ব বরাবর। অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী আকর্ষণ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ হবে 90°।

$\therefore W = Fs\cos 90° = 0$

সুতরাং, বৃত্তাকার পথে চাঁদ পৃথিবীর চারিদিকে ঘুরলেও কোনো কাজ হচ্ছে না।

১৬। খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করার কারণ কী? [ম. বো. ২২; য. বো. ১৯; কু. বো. ১৬]

উত্তর: স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে পেছন দিকে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে গতিশীল হয়। কারণ, যখন গাড়িটিকে পেছনের দিকে টানা হয় গাড়িতে লাগানো স্প্রিংটি সংকুচিত হয়, ফলে স্প্রিং-টিতে আকার পরিবর্তনের দরুন কাজ স্থিতিশক্তিতে সঞ্চিত হয়। পরে গাড়িটি ছেড়ে দিলে স্প্রিং প্রসারিত হয় এবং সঞ্চিত স্থিতিশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে গাড়িটি সামনের দিকে গতিশীল হয়।

১৭। বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৩, ২১; সি. বো. ২২; চ. বো., য. বো. ১৭]

উত্তর: একটি বস্তুর ওপর কোনো বল ক্রিয়া করায় যদি বলের অভিমুখে বস্তুটির সরণ ঘটে তাহলে ক্রিয়াশীল বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

একটি বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘুরালে কোনো কাজ হয় না। কারণ এক্ষেত্রে বলের দিক বৃত্তাকার পথের কেন্দ্র অভিমুখী এবং সরণের দিক বস্তুর অবস্থানের বিন্দু হতে বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। অর্থাৎ বল এবং সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ 90°।

$\therefore W = Fs\cos 90° = 0$

সুতরাং, বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

১৮। "কোনো বস্তুর গতিশক্তি 10 J"- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

উত্তর: কোন বস্তু এর গতির দরুণ কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে তার গতিশক্তি বলে। কোন বস্তুর গতিশক্তি 10 J বলতে বোঝায়, গতিশীল বস্তু থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত 10 J কাজ করতে পারে।

অর্থাৎ, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ থেকে বলা যায় 5kg ভরের কোনো বস্তু 2m/s বেগে গতিশীল হলে, তার অর্জিত গতিশক্তি 10 J হবে।

১৯। কর্মদক্ষতা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৬, ১৫; ঢা. বো. ১৫]

উত্তর: কোনো যন্ত্র দ্বারা কাজে রূপান্তরিত শক্তি ও ঐ যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

কর্মদক্ষতাকে η (ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হলে, কর্মদক্ষতা,

$$\eta = \frac{\text{কাজে রূপান্তরিত শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} = \frac{\text{কাজে রূপান্তরিত শক্তি}}{\text{গৃহীত মোট শক্তি}} \times 100\%$$

শক্তির পরিবর্তে অনেক সময় শক্তির হার অর্থাৎ ক্ষমতা দিয়ে কর্মদক্ষতাকে সংজ্ঞায়িত করা হয়। কার্যকর ক্ষমতা ও মোট ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

$$\therefore \eta = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} = \frac{P'}{P} \times 100\%$$

২০। টর্ক ও কাজের মান এবং একক সমান হলেও ভিন্ন রাশি– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ১৯]

উত্তর: যদি বল প্রয়োগে কোন বস্তুর সরণ ঘটে, তবে সেই বলের মান ও উক্ত বল বরাবর সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

অপরদিকে, টর্ক হলো নির্দিষ্ট অক্ষ সাপেক্ষে ঘূর্ণনশীল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল ও ঐ অক্ষ হতে উক্ত বলের লম্ব দূরত্বের গুণফল। কাজ ও টর্ক এর মাত্রা ও একক সমান (একক Nm) কিন্তু এরা ভিন্ন রাশি। কারণ এদের সংজ্ঞা ও ব্যবহারিক প্রয়োগ ভিন্ন। তদুপরি, কাজ স্কেলার রাশি হলেও টর্ক ভেক্টর রাশি। কাজ, চলনগতি ও ঘূর্ণন গতি উভয় প্রকার গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলেও, টর্ক কেবল ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

২১। কোনো ইঞ্জিনের দক্ষতা 50% বলতে কী বুঝায়– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৩; ব. বো. ১৬]

উত্তর: কোনো যন্ত্রের লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে। একে সাধারণত η দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\eta = \frac{\text{মোট লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 50% বলতে বোঝায়, যদি ঐ যন্ত্রে 100 J শক্তি দেওয়া হয় তাহলে যন্ত্রটি থেকে মোট লভ্য কার্যকর শক্তি 50 J পাওয়া যাবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২২। সংরক্ষণশীল বল ও অসংরক্ষণশীল বলের মধ্যে পার্থক্য লেখ?

উত্তরঃ সংরক্ষণশীল বল ও অসংরক্ষণশীল বলের মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো:

সংরক্ষণশীল বল	অসংরক্ষণশীল বল
i. কোনো কণা একটি পূর্ণচক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয়।	i. কোনো কণা একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয় না।
ii. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কোনো কণার ওপর কৃতকাজ কণাটির গতিপথের ওপর নির্ভর করে না, কেবল কণার আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের ওপর নির্ভর করে।	ii. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কোনো কণার ওপর কৃতকাজ কণাটির আদি অবস্থান, শেষ অবস্থান ও কণার গতিপথের ওপর নির্ভর করে।
iii. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব।	iii. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব নয়।

২৩। অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ উচ্চতা বা সরণের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো বস্তুকে ওপর থেকে নিচে নামালে বা নিচ থেকে ওপরে উঠালে অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কাজ হয়। অর্থাৎ বস্তুকে ওপরে উঠানো বা নিচে নামানো যা কিছু করা হোক না কেন বস্তু সর্বদা পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে একটি বল দ্বারা আকৃষ্ট হয়। পৃথিবীর এই আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে।

h উচ্চতায় বস্তুটি তুলতে বা নামাতে অভিকর্ষ বল, $F = \frac{GMm}{R^2}$ দ্বারা কাজ হবে, $W = Fh$.

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R
পৃথিবীর ভর = M
বস্তুর ভর = m

$\therefore W = \frac{GMm}{R^2} \times h$ এখানে, $\frac{GMm}{R^2}$ = ধ্রুব রাশি।

সুতরাং অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ উচ্চতা বা সরণের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $W \propto h$ **(Ans.)**

২৪। একটি স্প্রিংকে খণ্ডিত করলে এর বল ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কী? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৩]

উত্তরঃ স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য কেটে ছোট করলে এর স্প্রিং ধ্রুবক বৃদ্ধি পায়। স্প্রিং ধ্রুবক এর মান স্প্রিংটির উপাদানের স্থিতিস্থাপক ধর্ম ও জ্যামিতিক গঠনের উপর নির্ভর করে।

স্প্রিং ধ্রুবক, $k = \frac{F}{x}$

আবার, স্প্রিং কেটে ছোট করলে একই বল F এর জন্য দৈর্ঘ্য প্রসারণ $x' < x$ হবে।

সুতরাং, $k' = \frac{F}{x'}$

অতএব, $k' > k$

$\therefore$ স্প্রিংটি খণ্ডিত করলে স্প্রিং ধ্রুবক বেশি হবে।

২৫। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর।

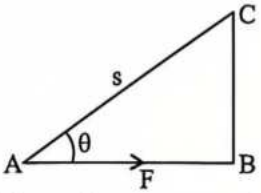
উত্তরঃ কোনো একটি কণা একটি পূর্ণচক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে কণাটির উপর যে বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূণ্য হয়, সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং এর একপ্রান্তে সংযুক্ত বস্তুটিকে x_1 অবস্থান হতে x_2 অবস্থানে আনতে কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}k\left(x_1^2 - x_2^2\right)$।

যদি কণাটির আদি সরণের মান (x_1) এবং শেষ সরণের মান (x_2) এর থেকে বড় হয় তাহলে স্প্রিং বলের দ্বারা কৃতকাজের মান ধনাত্মক হবে। কিন্তু শেষ সরণের মান (x_2) যদি আদি সরণের মানের (x_1) এর চেয়ে বড় হয় তাহলে কৃতকাজের মান ঋণাত্মক হবে। অর্থাৎ বস্তুটিকে x_1 হতে x_2 অবস্থানে নিয়ে পুনরায় x_2 হতে x_1 অবস্থানে ফিরিয়ে আনলে উভয়ক্ষেত্রের কৃতকাজের মান সমান ও বিপরীতচিহ্ন যুক্ত হয়। ফলে স্প্রিং দ্বারা সম্পাদিত মোট কাজ শূন্য হয়। তাই বলা যায়, স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

২৬। ধ্রুব বল কর্তৃক কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর এবং দেখাও যে, $W = \vec{F}.\vec{s}$

উত্তরঃ



মনে করি, একটি বস্তুর ওপর F পরিমাণ ধ্রুব বল AB অভিমুখে প্রযুক্ত হওয়ায় বস্তুটি বলের অভিমুখের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে s পরিমাণ দূরত্ব সরে C বিন্দুতে পৌছাল। তাহলে বলের ক্রিয়ারেখা বরাবর বস্তুর সরণ = $AB = s\cos\theta$

$\therefore$ কৃতকাজ, W = বলের মান × বলের ক্রিয়ারেখা বরাবর সরণ

বা, $W = Fs\cos\theta$

ভেক্টর বীজগাণিতিকভাবে কাজকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়,

$W = \vec{F}.\vec{s}$

২৭। পড়ন্ত বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৭]

উত্তরঃ পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক হবে। অর্থাৎ, পড়ন্ত বস্তুর অভিমুখ পৃথিবীর কেন্দ্রমুখী হওয়ায় মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল অভিকর্ষ বলের দিকে।

ধরি, h উচ্চতা থেকে পড়ন্ত কোন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল, F

সুতরাং কৃতকাজ, $W = Fh\cos0°$

$W = mgh$ [F = বস্তুর ওজন তথা অভিকর্ষ বল]

অর্থাৎ, অভিকর্ষ বল ও সরণের অভিমুখ একই হওয়ায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক।

২৮। একটি বস্তুর ভরবেগ 200% বৃদ্ধি করলে এর গতিশক্তি কতগুণ পরিবর্তিত হবে?

উত্তরঃ আমরা জানি, $E_K = \frac{p^2}{2m}$

পরিবর্তিত ভরবেগ, $p' = p + 200\%\ p = 3p$

অর্থাৎ, পরিবর্তিত গতিশক্তি, $E_K' = \frac{(3p)^2}{2m} = \frac{9p^2}{2m}$

$= 9E_K$

$\therefore$ গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে $= \frac{9E_K - E_K}{E_K} \times 100\%$

$= 800\%$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

কাজ

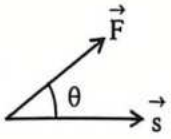
১। বল সরণ ও কাজ এর মধ্যে সম্পর্ক হলো–

ক $W = \vec{F}.\vec{s}$ খ $W = Fs\cos\theta$

গ $\vec{W} = \vec{F}.\vec{s}\cos\theta$ ঘ ক ও খ উভয়ই

উত্তর: ঘ ক ও খ উভয়ই

ব্যাখ্যা: $W = \vec{F}.\vec{s} = Fs\cos\theta$



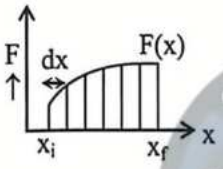
২। বল বনাম সরণ লেখচিত্রের অন্তর্গত ক্ষেত্রফল কোনটি?

ক সরণ খ ক্ষমতা

গ কাজ ঘ স্থিতিস্থাপক বল

উত্তর: গ কাজ

ব্যাখ্যা: কৃতকাজ, $w = \int_{x_i}^{x_f} F(x)\,dx$



৩। কাজের মাত্রা কোনটি?

ক ML^2L^2 খ ML^2T^{-1}

গ ML^2T^{-2} ঘ $ML^{-2}T^{-2}$

উত্তর: গ ML^2T^{-2}

ব্যাখ্যা: [কাজ] = [বল] × [সরণ]
$= [MLT^{-2}]\,[L]$
$= [ML^2T^{-2}]$

৪। CGS পদ্ধতিতে কাজের একক কোনটি? [সি. বো. ২১]

ক Joule খ Ft-Poundal

গ erg ঘ N.m

উত্তর: গ erg

ব্যাখ্যা: কাজের ক্ষেত্রে,

SI পদ্ধতিতে একক → N.m বা J

SI পদ্ধতিতে অভিকর্ষীয় একক → kg–m

CGS পদ্ধতিতে একক → erg

FPS পদ্ধতিতে কাজের একক → ft – poundal

৫। কাজের অভিকর্ষীয় একক কী? [কু. বো., সি. বো. ২৪; কু. বো. ১৯]

ক জুল খ আর্গ

গ কেজি-মিটার ঘ ডাইন-সেন্টিমিটার

উত্তর: ক জুল

৬। বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ α হলে ধনাত্মক কাজের শর্ত কোনটি? [চ. বো. ২৪, ২১; য. বো. ২১; কু. বো. ২১; অনুরূপ ব. বো., সি. বো. ১৫]

ক $0° \le \alpha < 90°$ খ $0° < \alpha < 90°$

গ $0° \le \alpha$ 180° ঘ $0° < \alpha \le 180°$

উত্তর: ক $0° \le \alpha < 90°$

ব্যাখ্যা: $0° \le \theta < 90°$ হলে $\cos\theta$ ধনাত্মক হয় ফলে ধনাত্মক কাজ হয়।

৭। বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে বলের দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে? [সি. বো. ১৯; য. বো. ১৭]

ক 45° খ 120°

গ 180° ঘ 200°

উত্তর: ক 45°

ব্যাখ্যা: বলের দ্বারা কাজ → ধনাত্মক কাজ।
ধনাত্মক কাজের জন্য, $0° \le \theta < 90°$

৮। নিচের কোন মানের জন্য কাজ ঋণাত্মক হবে? [ম. বো. ২১; চ. বো. ১৭; অনুরূপ কু. বো. ১৬]

ক $90° < \theta \le 180°$ খ $0° \le \theta < 180°$

গ $90° > \theta \le 180°$ ঘ $0° \ge \theta < 90°$

উত্তর: ক $90° < \theta \le 180°$

ব্যাখ্যা: $90° < \theta \le 180°$ হলে $\cos\theta$ ঋণাত্মক হয় ফলে কাজ ঋণাত্মক হয়।

৯। সর্বোচ্চ কাজের জন্য প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত? [দি. বো. ২৪]

ক 180° খ 90°

গ 45° ঘ 0°

উত্তর:

ব্যাখ্যা: $\cos\theta$ এর মান সর্বোচ্চ হলে কৃতকাজ সর্বোচ্চ হবে।
$\theta = 0°$ এর জন্য $\cos\theta$ এর মান সর্বোচ্চ।

১০। নিচের কোনটি শূন্য হলেও কাজ সম্পন্ন হবে? [য. বো. ২৩]

ক বল খ সরণ

গ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ ঘ ত্বরণ

উত্তর: গ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ

ব্যাখ্যা: $\theta = 0°$ হলে, $\cos\theta = 1$
$\therefore W = Fs$

১১। কোন বল দ্বারা কৃত কাজ $W = \underline{F}.\underline{s}$। $\underline{F}$ এবং $\underline{s}$ কোনটিই শূন্য না হলেও কখন কৃত কাজ শূন্য হবে?

ক $\underline{F}$ এবং $\underline{s}$ একই দিকে

খ $\underline{F}$ এবং $\underline{s}$ বিপরীতমুখী

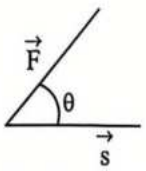
গ $\underline{F}$ এবং $\underline{s}$ পরস্পর লম্ব

ঘ $\underline{F}$ এবং $\underline{s}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 45° হলে

উত্তর: গ $\underline{F}$ এবং $\underline{s}$ পরস্পর লম্ব

ব্যাখ্যা: $W = Fs\cos\theta$
$= Fs\cos90°$
$= 0$

১২।



$\vec{F}$ ও $\vec{s}$ যথাক্রমে বল ও সরণ হলে θ এর কোন মানের জন্য কাজ শূন্য হয়? অথবা, বল এবং সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে কাজ শূন্য হবে? [কু. বো. ২১, চ. বো. ২১; য. বো. ১৬; রা. বো. ১৫; সি. বো. ১৫]

ক 0° খ 45°

গ 90° ঘ 180°

উত্তর: গ 90°

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

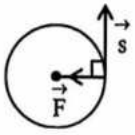
PDF Credit - Admission Stuffs

১৩। কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ–
[ঢা. বো. ২৩, ১৯; কু. বো., চ. বো. সি. বো., ব. বো. ২২; দি. বো. ১৯]

ক) অসীম খ) ধনাত্মক
গ) শূন্য ঘ) ঋণাত্মক

উত্তর: গ) শূন্য

ব্যাখ্যা: $W = \vec{F}.\vec{s}$
$= Fscos90°$
$= 0$



১৪। একটি মার্বেলকে সুতায় বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরালে কাজের পরিমাণ–
[ঢা. বো. ২৪; দি. বো. ২৩]

ক) সর্বোচ্চ খ) ধনাত্মক
গ) ঋণাত্মক ঘ) শূন্য

উত্তর: ঘ) শূন্য

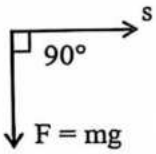
ব্যাখ্যা: বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মাণ বস্তুর ক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূণ্য।

১৫। 5 kg ভরের বস্তুকে টেনে অনুভূমিক বরাবর 5 m সরালে অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কাজের মান কত হবে? [ম. বো. ২১]

ক) 0 J খ) 5 J
গ) 25 J ঘ) 245 J

উত্তর: ক) 0 J

ব্যাখ্যা:



$W = Fs\ cos90° = 0$

১৬। একটি 5 কিলোগ্রাম সচল বস্তুর সরণের লম্বদিকে 10 নিউটন ও 5 নিউটন মানের দুটি বল বস্তুটির উপর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে। বল দুইটি দ্বারা কৃত কাজের মান কত হবে?

ক) 50 জুল খ) 25 জুল
গ) 0 জুল ঘ) 15 জুল

উত্তর: গ) 0 জুল

ব্যাখ্যা: বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°।

১৭। একজন লোক 40 kg ভরের একটি বোঝা মাথায় নিয়ে 2 মিনিট দাঁড়িয়ে থাকলে তার কাজের পরিমাণ কত? [চ. বো. ২২]

ক) 0 J খ) 80 J
গ) 392 J ঘ) 4800 J

উত্তর: ক) 0 J

ব্যাখ্যা: $W = F.s = F.0$
$\Rightarrow W = 0\ J$

১৮। একটি কণার উপর $(6\hat{i} - 5\hat{j} + \hat{k})$ N বল প্রয়োগের ফলে কণাটি কিছুদূর সরে যায় এবং 10 J কাজ সম্পাদিত হয়। সরণ কত?

ক) $(5\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$ m খ) $(4\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})$ m
গ) $(6\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$ m ঘ) None

উত্তর: খ) $(4\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})$m

ব্যাখ্যা: অপশন খ) এর জন্য,
$W = 24 - 15 + 1 = 10\ J$

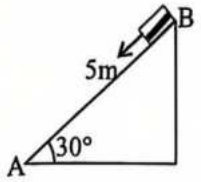
১৯। 1 m উঁচু টেবিলের অবস্থিত 100 g ভরের একটি বইকে 30 cm দূরে সরানো হল। বইটির স্থৈতিক শক্তির পরিবর্তন কত?

ক) 9.8×10^5 erg খ) 2.94×10^4 erg
গ) 0 erg ঘ) 3×10^4 erg

উত্তর: গ) 0 erg

ব্যাখ্যা: $\Delta E_p = mg\Delta h = mg \times 0 = 0$ erg

২০।



চিত্রে 100 g ভরের একটি ব্লক ঢালু পথে B বিন্দু হতে A বিন্দুতে গড়িয়ে পড়ছে। এখানে AB = 5m। কাজের পরিমাণ– [য. বো. ২১]

ক) 0.490 J খ) 0.848 J
গ) 1.225 J ঘ) 2.45 J

উত্তর: ঘ) 2.45 J

ব্যাখ্যা: $W = mgh = 0.1 \times 9.8 \times 5 \sin 30° = 2.45\ J$

২১। একটি বস্তুর উপর $F = (5x^2 - x + 1)N$ মানের একটি পরিবর্তনশীল বল X-অক্ষ বরাবর গতিশীল। যদি বস্তুটির $x = 0m$ হতে $x = 3m$ পর্যন্ত সরণ ঘটে তবে কৃতকাজ কত? [য. বো. ২৪]

ক) 43.5 J খ) 43 J
গ) 42 J ঘ) 40.5 J

উত্তর: ক) 43.5 J

ব্যাখ্যা: $W = \int_{x_i}^{x_f} Fdx = \int_0^3 (5x^2 - x + 1)\,dx$

$= \left[\frac{5}{3}x^3 - \frac{x^2}{2} + x\right]_0^3 = 43.5\ J$

২২। ভূমি থেকে 3.0 মিটার উচ্চতা বিশিষ্ট একটি স্থান থেকে 2.0 কিলোগ্রাম ভর বিশিষ্ট একটি কাঠের টুকরা ঢালু পথ বেয়ে 50 জুল শক্তি নিয়ে মাটিতে পড়ছে। বেয়ে পড়ার জন্য ঘর্ষণ কর্তৃক কাঠের টুকরাটির উপর কাজের পরিমাণ প্রায়–

ক) 9 joule খ) 6 joule
গ) 44 joule ঘ) 18 joule

উত্তর: ক) 9 joule

ব্যাখ্যা: $W_f = mgh - 50$
$= 2 \times 9.8 \times 3 - 50$
$= 8.8\ J \approx 9$ joule

২৩। দুটি 100 kg ওজনের ও 10m ব্যাসের গোলককে একটির উপর আরেকটি রাখতে কত কাজ হবে?

ক) 9800 J খ) 14700 J
গ) 19600 J ঘ) 1000 J

উত্তর: ক) 9800 J

ব্যাখ্যা: $W = W_1 + W_2$
$= mgh_1 + mgh_2$
$= mg(h_1 + h_2)$
$= 100 \times 9.8 \times (0 + 10)$
$= 9800\ J$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৪। বলের দ্বারা কাজের উদাহরণ: [ম. বো. ২৪]
(i) কোনো বস্তুকে উপর থেকে নিচে ফেলে দেওয়া হলে
(ii) ভূ-পৃষ্ঠ হতে একটি যন্ত্রকে উপরে উঠিয়ে পুনরায় পূর্বের স্থানে রাখলে
(iii) চলন্ত একটি ফুটবলে বল প্রয়োগের ফলে ফুটবলটি বলের ক্রিয়ার দিকে সরে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ i ও iii
ব্যাখ্যা: i. বস্তুকে উপর থেকে নিচে ফেলা হলে অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজ হয়।
ii. ভূপৃষ্ঠ থেকে উপরে উঠিয়ে আবার পূর্বের অবস্থানে রাখলে সরণ শূন্য হয়। ফলে কাজ শূন্য হয়।
iii. ফুটবলটি বলের দিকে গতিশীল হওয়ায় বলের দ্বারা কাজ হবে।

২৫। একটি বস্তুর উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k})$N বল প্রয়োগের ফলে সেটি (3, 2, –1) বিন্দু হতে (4, 5, 1) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। এক্ষেত্রে কৃতকাজ কত হবে? [ঢা. বো. ২২]
ক 3 জুল খ 4 জুল
গ 2 জুল ঘ 0
উত্তর: ক 3 জুল
ব্যাখ্যা: $\vec{s} = (4\hat{i} + 5\hat{j} + \hat{k}) - (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$
$= \hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$
$W = \vec{F}.\vec{s}$
$= (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}).(\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k})$
$= 2 + 9 - 8 = 3$ J

২৬। কোন ব্যক্তি 30° ঢালের 5 m উঁচু ঘর্ষণবিহীন তল বরাবর একটি 100 N ব্লক টেনে তুলছে। ব্লকটি সমদ্রুতিতে চললে ব্যক্তি কি পরিমাণ কাজ করবে?
ক 250 J খ 500 J
গ 0 ঘ 100 J
উত্তর: ক 250 J
ব্যাখ্যা: $W = mg\sin\theta \times x = 100 \times \sin 30° \times 5 = 250$ J

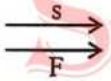
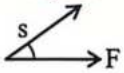
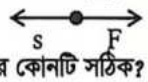
২৭। এক ব্যক্তি একটি ব্লককে অনুভূমিক তল বরাবর 49N মানের বল প্রয়োগে 2m সরণ ঘটায়। ঐ ব্যক্তি কর্তৃক কৃতকাজের পরিমাণ কত হবে? [ম. বো. ২৪]
ক 96.8 J খ – 96.8 J
গ – 98 J ঘ 98 J
উত্তর: ঘ 98 J
ব্যাখ্যা: $W = Fs\cos\theta = 49 \times 2 \cos 0° = 98$ J

২৮। একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$N বল প্রয়োগে কণাটির সরণ $\vec{r} = (6\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$m হয়। প্রয়োগকৃত বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ হবে– [সি. বো. ২১; কু. বো. ১৯; দি. বো. ১৭]
ক 20 জুল খ 4 জুল
গ $(8\hat{i} - \hat{j} - \hat{k})$ জুল ঘ $(-4\hat{i} - 5\hat{j} - 3\hat{k})$ জুল
উত্তর: ক 20 জুল
ব্যাখ্যা: $W = \vec{F}.\vec{s} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}).(6\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$
$= 12 + 6 + 2 = 20$ J

২৯। 80 kg ভরের এক ব্যক্তি 20 kg ভরের একটি বোঝা নিয়ে 10 m দীর্ঘ একটি সিঁড়ি বেয়ে নিচে নামল। যদি সিঁড়িটি দেয়ালের সাথে 60° কোণে থাকে তবে সে কত কাজ করল?
ক 4900 J খ 800 J
গ 4950 J ঘ 4800 J
উত্তর: ক 4900 J
ব্যাখ্যা: $W = mgh = (80 + 20) \times 9.8 \times 10 \cos 60° = 4900$ J

৩০। কোনো বস্তুর উপর ঋণাত্মক কাজ সম্পন্ন হলে–
(i) বস্তুর উপর মন্দন সৃষ্টি হয়
(ii) স্থিতিশক্তি বৃদ্ধি পায়
(iii) এর গতিশক্তি হ্রাস পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: i. বলের বিপরীতে কাজ হলে, ত্বরণ ঋণাত্মক তথা মন্দন হয়।
ii. অভিকর্ষজ বলের বিপরীতে কাজ হলে বস্তুর মধ্যে স্থিতিশক্তি সঞ্চিত হয়
iii. যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা অনুযায়ী স্থিতিশক্তি বৃদ্ধি পেলে গতিশক্তি হ্রাস পাবে।

৩১। কৃতকাজ শূন্য হবে–
(i) বস্তু সমবেগে গতিশীল থাকলে
(ii) বস্তু সমত্বরণে গতিশীল থাকলে
(iii) বস্তুর উপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল থাকলে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: গ i ও iii
ব্যাখ্যা: (i) $F = 0$ হলে বস্তু সমবেগে চলে। তাই $W = 0$
(ii) সমত্বরণে গতিশীল হলে $F \neq 0$, তাই $W \neq 0$
(iii) কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ 0

৩২। কাজের মান সর্বাধিক হবে না– [সি. বো. ২১]
(i) 
(ii) 
(iii) 
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ ii ও iii
ব্যাখ্যা: কেবল বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 0° হলেই কাজের মান সর্বাধিক হবে।

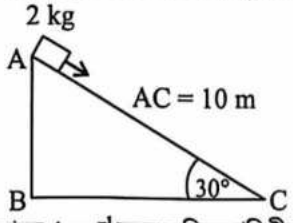
৩৩। কোন বল কর্তৃক কৃত কাজ– [দি. বো. ১৭]
(i) বল এবং সরণের ডট গুণন
(ii) ভর × ত্বরণ
(iii) গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: গ i ও iii
ব্যাখ্যা: $W = \vec{F} \cdot \vec{s}$ এবং কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুযায়ী, $W = \Delta E_k$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৪। নির্দিষ্ট বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে (θ < 90°) কাজের মান–
(i) cosθ এর সমানুপাতিক
(ii) θ এর মান বাড়লে কাজের পরিমাণ বাড়ে
(iii) θ এর মান কমলে কাজের পরিমাণ বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: গ i ও iii
ব্যাখ্যা: θ এর মান কমলে cosθ এর মান বাড়ে। তাই কাজের পরিমাণ বাড়ে।

❖ নিচের চিত্র লক্ষ্য কর এবং ৩৫ ও ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

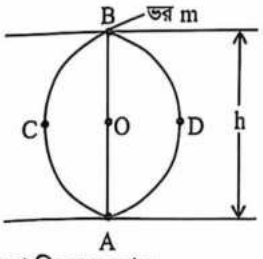


বস্তুটি AC পথ বরাবর 4 ms^{-1} সুষম দ্রুতিতে গতিশীল রয়েছে।

৩৫। C বিন্দুতে পৌঁছতে কৃতকাজের পরিমাণ হলো– [দি. বো. ২৩]
ক 80 Joule খ 98 Joule
গ 169.74 Joule ঘ 196 Joule
উত্তর: খ 98 Joule
ব্যাখ্যা: $W = 2 \times 9.8 \times 10 \sin 30° \Rightarrow W = 98$ J

৩৬। যদি কোণের মান 60° করা হয় তবে– [দি. বো. ২৩]
(i) A বিন্দুতে মোট শক্তি 169.74 Joule
(ii) C বিন্দুতে গতিশক্তি 169.74 Joule
(iii) গতিশীল বস্তুটি শক্তির নিত্যতার সূত্র মেনে চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ i ও ii
ব্যাখ্যা: (i) $E_A = mgh = 2 \times 9.8 \times 10 \sin 60° = 169.74$ J
(ii) $E_C = E_A$
$\Rightarrow E_{K_C} + E_{P_C} = E_A$
$\Rightarrow E_{K_C} = E_A = 169.74$ J

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৩৭ ও ৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



৩৭। বস্তুটিকে AOB পথে নিলে কৃতকাজ–
ক mgh খ 0
গ $\frac{mg}{h}$ ঘ কোনোটিই নয়
উত্তর: ক mgh

৩৮। বস্তুটিকে ACB পথে নিলে কৃতকাজ কত? [ACB = 5 m]
ক mg 5 খ $\frac{mg}{h}$
গ 0 ঘ mgh
উত্তর: ঘ mgh
ব্যাখ্যা: সরণ নির্দিষ্ট দিক বরাবর ক্রিয়া করে এবং পথের উপর নির্ভরশীল নয়।

বল

৩৯। কোন বস্তুর কাজ করার সমার্থ্যকে কি বলে?
ক বল খ বেগ
গ সরণ ঘ শক্তি
উত্তর: ঘ শক্তি
ব্যাখ্যা: কৃতকাজ = ব্যয়িত শক্তি

৪০। কিলোওয়াট-ঘণ্টা নিচের কোন রাশির একক? [কু. বো. ২৩]
ক ক্ষমতা খ শক্তি
গ বল ঘ বলের ঘাত
উত্তর: খ শক্তি
ব্যাখ্যা: $W = \frac{Pt}{1000}$ অর্থাৎ, কাজ বা শক্তির একক kW-h.

৪১। নিম্নের কোনটি শক্তির একক নয়? [য. বো. ২৪]
ক N-m খ kW-h
গ J ঘ $N\text{-}M^{-2}$
উত্তর: ঘ $N\text{-}M^{-2}$
ব্যাখ্যা: শক্তির একক J বা, N-m বা, kW-h.

৪২। শক্তির মাত্রা কোনটি? [ম. বো. ২৪; সি. বো. ১৭; ঢা. বি., রা. বো., য. বো. ১৬]
ক $[MLT^{-2}]$ খ $[ML^2T^{-2}]$
গ $[MLT^{-3}]$ ঘ $[ML^2T^{-3}]$
উত্তর: খ $[ML^2T^{-2}]$
ব্যাখ্যা: শক্তি, E = W = Fs
∴ মাত্রা = $[MLT^{-2}] \times [L] = [ML^2T^{-2}]$

৪৩। নিচের কোনটি সঠিক? [ম. বো. ২৪; ব. বো. ২১]
ক 1 Watt = 1 JN^{-1} খ 1 J = 1 Ng^{-1}
গ 1 kWh = 3.6×10^5J ঘ 1 erg = 10^{-7} J
উত্তর: ঘ 1 erg = 10^{-7} J
ব্যাখ্যা: 1 erg = 1 dyne. cm = 10^{-5}N × 10^{-2}m = 10^{-7} Nm = 10^{-7} J

৪৪। 1 জুল এ কত ক্যালরি?
ক 4.184 ক্যালরি খ 0.24 ক্যালরি
গ 4.184 ক্যালরি ঘ 0.42 ক্যালরি
উত্তর: খ 0.24 ক্যালরি
ব্যাখ্যা: 4.2 J = 1 cal
∴ $1 \text{ J} = \frac{1}{4.2}$ cal = 0.24 cal

৪৫। কোনটি শক্তির প্রকারভেদ নয়?
ক চুম্বক শক্তি খ আণবিক শক্তি
গ বিদ্যুৎ শক্তি ঘ সৌর শক্তি
উত্তর: খ আণবিক শক্তি

৪৬। ফটোগ্রাফির ফিল্মের উপর আলোকে সম্পাত করে আলোকচিত্র তৈরি করা শক্তির কোন প্রকার রূপান্তরের উদাহরণ?
ক যান্ত্রিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে খ তাপশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে
গ আলোকশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে ঘ আলোকশক্তি শব্দশক্তিতে
উত্তর: গ আলোকশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে

৪৭। টেলিফোনের মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তিকে রূপান্তরিত করে পাওয়া যায়–
ক তাপ শক্তি খ আলোক শক্তি
গ পারমাণবিক শক্তি ঘ শব্দ শক্তি
উত্তর: ঘ শব্দ শক্তি

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

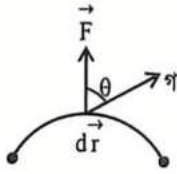
৪৮। শক্তির একক– [দি. বো. ২১]
(i) জুল
(ii) kgm^2s^{-2}
(iii) ইলেকট্রন ভোল্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: $1J = 1Nm = 1\ kgm^2\ s^{-2}$
$1ev = 1.6 \times 10^{-19}\ J$

৪৯। ক্রেনের সাহায্যে 50 kg ভরের বস্তু 10 m ওপরে উঠাতে 5000 J শক্তি ব্যয় হয়। ক্রেনের কত শক্তি অপচয় হয়েছে?
ক 100 J খ 490 J
গ 4900 J ঘ 5000 J
উত্তর: ক 100 J
ব্যাখ্যা: অপচয় = 5000 – mgh = 5000 – 50 × 9.8 × 10
= 5000 – 4900 = 100 J

ধ্রুব বল ও পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃতকাজ

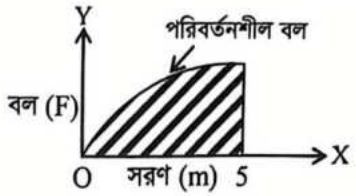
৫০। পরিবর্তনশীল বলের ক্ষেত্র– [রা. বো. ১৭]
ক শুধু বলের মান পরিবর্তিত হয়
খ শুধু বলের দিক পরিবর্তিত হয়
গ বলের মান ও দিক উভয়ই পরিবর্তিত হয়
ঘ বলের মান ও দিক উভয়ই অপরিবর্তিত থাকে
উত্তর: গ বলের মান ও দিক উভয়ই পরিবর্তিত হয়
ব্যাখ্যা: বল একটি ভেক্টর রাশি। তাই এর মান বা দিক বা উভয়ের পরিবর্তে বলের পরিবর্তন হয়।

৫১। পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃতকাজ হলো– [কু. বো. ১৫]
ক $W = \int_i^f \vec{F} \cdot \vec{ds}$ খ $W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)\,dx$
গ $W = GMm\left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_a}\right)$ ঘ $W = \int_0^x Fdx$
উত্তর: খ $W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)\,dx$

৫২।


চিত্রানুযায়ী–
ক $dW = \vec{F}.\vec{dr}$ খ $dW = \vec{F} \times \vec{dr}$
গ $dW = Fdr$ ঘ $dW = Fdr\sin\theta$
উত্তর: ক $dW = \vec{F}.\vec{dr}$

৫৩। F মানের একটি পরিবর্তনশীল বলের মাধ্যমে একটি বস্তুকে মূলবিন্দু থেকে x অক্ষ বরাবর 5 m সরানো হলো। এতে কৃত কাজ–
ক Fx খ $Fx\cos\theta$
গ $\int_0^5 Fdx$ ঘ $\int_0^5 Fxdx$
উত্তর: গ $\int_0^5 Fdx$

ব্যাখ্যা:


৫৪। কোনো বস্তুর উপর লব্ধি বল শূন্য হলে– [রা. বো. ২২; ম. বো. ২১]
(i) সমবেগে চলে
(ii) সমত্বরণে চলে
(iii) গতিশক্তি পরিবর্তন হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ i ও iii
ব্যাখ্যা: লব্ধি বল শূন্য হলে বেগের পরিবর্তন হয় না। তাই গতিশক্তিও ধ্রুব থাকে।

স্থিতিস্থাপক বল দ্বারা কৃতকাজ

৫৫। কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে কী বলা হয়?
ক বাহ্যিক বল খ প্রযুক্ত বল
গ স্প্রিং ধ্রুবক ঘ কোনোটিই নয়
উত্তর: গ স্প্রিং ধ্রুবক
ব্যাখ্যা: স্প্রিং বল, $F = kx$
$\therefore F = k$ [যখন $x = 1$ হয়]

৫৬। স্প্রিংকে প্রসারিত করলে এর মধ্যে কোন ধরনের শক্তি সঞ্চিত হয়? [চ. বো. ২৩; কু. বো., সি. বো. ২২; ব. বো. ১৯; অনুরূপ সম্মিলিত বোর্ড ১৮]
ক বিভব শক্তি খ গতিশক্তি
গ রাসায়নিক শক্তি ঘ তাপশক্তি
উত্তর: ক বিভব শক্তি

৫৭। স্প্রিং ধ্রুবকের একক কোনটি? [ঢা. বো. ১৭]
ক Nm^2 খ Nm
গ Nm^{-1} ঘ Nm^{-2}
উত্তর: গ Nm^{-1}
ব্যাখ্যা: $F = kx$
$\therefore$ k এর একক = Nm^{-1}

৫৮। কোন স্প্রিংকে 10 N বল দ্বারা টেনে 5 cm প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে? [রা. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ১৯]
ক $0.005\ Nm^{-1}$ খ $0.5\ Nm^{-1}$
গ $2\ Nm^{-1}$ ঘ $200\ Nm^{-1}$
উত্তর: ঘ $200\ Nm^{-1}$
ব্যাখ্যা: $F = kx$
$\Rightarrow k = \frac{10}{0.05} = 200\ Nm^{-1}$

৫৯। স্প্রিং বলের মাত্রা সমীকরণ কোনটি?
ক $ML^{-1}T^{-2}$ খ MLT^{-2}
গ ML^{-2} ঘ $ML^{-2}T^{-2}$
উত্তর: খ MLT^{-2}
ব্যাখ্যা: বলের মাত্রা MLT^{-2}

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬০। **40 N বল কোনো স্প্রিংকে টেনে 10 m বৃদ্ধি করে। স্প্রিংকে 500 cm প্রসারিত করাতে কৃত কাজের মান কত হবে?** [ম. বো. ২৪]

ⓚ 1 J ⓛ 5 H
ⓜ 10 J ⓝ 50 J

উত্তর: ⓝ 50 J

ব্যাখ্যা: $k = \frac{F}{x} = \frac{40}{10} = 4\ Nm^{-1}$

$W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 4 \times 5^2 = 50J$

৬১। **একটি স্প্রিংকে এক অবস্থান থেকে অন্য অবস্থানে প্রসারিত করতে প্রযুক্ত বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজ সরণের–**

ⓚ সমানুপাতিক ⓛ ব্যস্তানুপাতিক
ⓜ বর্গের সমানুপাতিক ⓝ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: ⓜ বর্গের সমানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $W = \frac{1}{2}k(x_f^2 - x_i^2)$

$\therefore W \propto x^2$

৬২। **k স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট কোনো স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের x পরিমাণ সরণ ঘটালে সঞ্চিত বিভব শক্তি–** [রা. বো. ১৬]

ⓚ $U = \frac{1}{2}kx^2$ ⓛ $U = kx^2$
ⓜ $U = kx$ ⓝ $U = \frac{1}{2}kx$

উত্তর: ⓚ $U = \frac{1}{2}kx^2$

৬৩। **k স্প্রিং ধ্রুবকের একটি স্প্রিংকে টেনে দ্বিগুণ লম্বা করা হলো। সম্পাদিত কাজ হবে–** [কু. বো. ২৩]

ⓚ দ্বিগুণ ⓛ চারগুণ
ⓜ অর্ধেক ⓝ এক-চতুর্থাংশ

উত্তর: ⓛ চারগুণ

ব্যাখ্যা: $U \propto x^2$

$\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2 = 2^2 = 4$

$\therefore U_2 = 4 \times U_1$

৬৪। **স্থিতিস্থাপক বলের বিরুদ্ধে সরণের মান দ্বিগুণ করলে কাজ বৃদ্ধি পাবে–** [রা. বো. ২৪; ব. বো. ১৬]

ⓚ 100% ⓛ 200%
ⓜ 300% ⓝ 400%

উত্তর: ⓜ 300%

ব্যাখ্যা: $U \propto x^2$

$\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2 = 4$

$\therefore \Delta U = \frac{U_2 - U_1}{U_1} \times 100\% = (4-1) \times 100\% = 300\%$

৬৫। **একটি স্প্রিং-এ 500 N বল প্রয়োগ করায় স্প্রিংটি 10 cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিতে 20 kg ভরের একটি বোঝা খাড়া নিচের দিকে ঝুলিয়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটির স্থিতি শক্তি কত?** [দি. বো. ২২]

ⓚ 0.04 J ⓛ 1.90 J
ⓜ 3.80 J ⓝ 98 J

উত্তর: ⓜ 3.80 J

ব্যাখ্যা: $k = \frac{F}{x} = \frac{500}{0.1} = 5000\ Nm^{-1}$

$F_2 = kx_2$

$\Rightarrow x_2 = \frac{20 \times 9.8}{5000} = 0.0392\ m$

$U = \frac{1}{2}kx_2^2 = \frac{1}{2} \times 5000 \times 0.0392^2 \approx 3.80\ J$

৬৬। **একটা স্প্রিংয়ের উপর 1 kg ভর রাখা হলে সেটি 10 cm সংকুচিত হয়। একটি 5 kg ভর 1 m উপর থেকে স্প্রিংটির উপর ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি কত m সংকুচিত হবে?**

ⓚ 0.98 ⓛ 1.00
ⓜ 1.41 ⓝ 4.43

উত্তর: ⓛ 1.00

ব্যাখ্যা: $k = \frac{F}{x} = \frac{1 \times 9.8}{0.1} = 98\ Nm^{-1}$

শক্তির সংরক্ষনশীলতা নীতি অনুযায়ী,

$mgh = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$

$\therefore x = 1\ m$

৬৭। **k স্প্রিং ধ্রুবকের একটি স্প্রিংকে টেনে লম্বা করা হল। দ্বিতীয় একটি স্প্রিংকে এর অর্ধেক পরিমাণ লম্বা করতে দ্বিগুণ কাজ করতে হয়। দ্বিতীয় স্প্রিং-এর স্প্রিং ধ্রুবক কত?**

ⓚ k ⓛ 2k
ⓜ 4k ⓝ 8k

উত্তর: ⓝ 8k

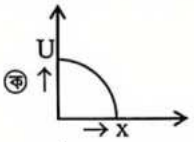
ব্যাখ্যা: $U = \frac{1}{2}kx^2$

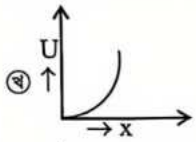
$\Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{k_2}{k} \times \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2$

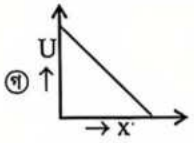
$\Rightarrow 2 = \frac{k_2}{k} \times \left(\frac{\frac{1}{2}x_1}{x_1}\right)^2$

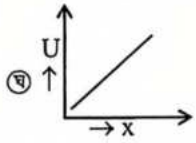
$\therefore k_2 = 8k$

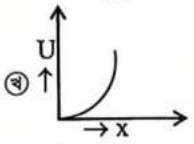
৬৮। **নিচের কোনটি স্প্রিং এর বিভবশক্তি বনাম প্রসারণ লেখচিত্র?**

ⓚ 

ⓛ 

ⓜ 

ⓝ 

উত্তর: ⓛ 

ব্যাখ্যা: $U = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow x^2 = 4ay$ ধরনের লেখচিত্র যা পরাবৃত্তের সমীকরণ নির্দেশ করে।

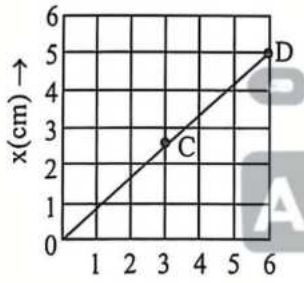
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬৯। স্প্রিং-এর সঞ্চিত শক্তি হচ্ছে– [দি. বো. ১৫]
(i) বিভব শক্তি
(ii) রাসায়নিক শক্তি
(iii) যান্ত্রিক শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: গ i ও iii

৭০। একটি স্প্রিংকে টেনে 3 cm প্রসারিত করা হলো আবার স্প্রিংটি সাম্যবস্থায় আসার পর 3 cm সংকুচিত করা হলো–
(i) 3 cm প্রসারণে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক
(ii) 3 cm সংকোচনে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক
(iii) স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ সংকোচনে ধনাত্মক প্রসারণে ঋণাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ ii
গ iii ঘ i ও ii
উত্তর: ঘ i ও ii
ব্যাখ্যা: স্প্রিং বল সর্বদা স্প্রিং এর সরণের বিপরীত দিকে কাজ করে। তাই স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ সর্বদা ঋণাত্মক।

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৭১ ও ৭২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



লেখচিত্রটিতে একটি স্প্রিং-এ প্রযুক্ত বলের সাথে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

৭১। স্প্রিং ধ্রুবক কত?
ক $1.2\ Nm^{-1}$ খ $12\ Nm^{-1}$
গ $120\ Nm^{-1}$ ঘ $150\ Nm^{-1}$
উত্তর: গ $120\ Nm^{-1}$
ব্যাখ্যা: ঢাল, $m = \frac{\Delta y}{\Delta x}$
$= \frac{5-0}{6-0} = \frac{5}{6}$
$\Rightarrow k = \frac{6}{5}\ N/cm$
$= \frac{6 \times 10^2}{5}\ N/m$
$\therefore k = 120\ Nm^{-1}$

৭২। CD অংশের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে স্প্রিং-এ সঞ্চিত শক্তি কত হবে?
ক $375 \times 10^{-4}\ J$ খ $400 \times 10^{-4}\ J$
গ $425 \times 10^{-4}\ J$ ঘ $0.096\ J$
উত্তর: ঘ $0.096\ J$
ব্যাখ্যা: $U = \frac{1}{2} k (x_2^2 - x_1^2)$
$= \frac{1}{2} \times 120 \times (0.05^2 - 0.03^2)$
$= 0.096\ J$

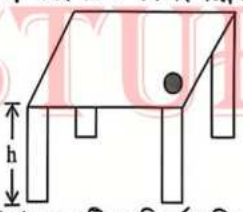
৭৩। একটি স্প্রিংকে প্রসারিত করা হল– [সি. বো. ১৭]
(i) এটি বিভব শক্তি অর্জন করে
(ii) এটি প্রত্যয়নী বল লাভ করে
(iii) প্রত্যয়নী বলের দ্বারা কৃত কাজই এর বিভব শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: স্প্রিংকে প্রসারিত করা হলে বাহ্যিক বলের বিরুদ্ধে এর মধ্যে প্রত্যয়নী বল সৃষ্টি হয় এবং প্রসারণের ফলে স্প্রিং-এ বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়। বাহ্যিক বল ও প্রত্যয়নী বল সমান ও বিপরীত হওয়ায় বাহ্যিক বল দ্বারা কাজকে প্রত্যয়নী বল দ্বারাও কাজ বুঝায়।

অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ

৭৪। অভিকর্ষের বিপরীতে কাজ বস্তুর সরণের–
ক সমানুপাতিক খ ব্যাস্তানুপাতিক
গ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক ঘ কোনোটিই নয়
উত্তর: ক সমানুপাতিক
ব্যাখ্যা: $W = mgh$
$\therefore W \propto h$

৭৫। এক ব্যক্তি একটি বস্তুকে 30 s-এ 1 m উচ্চতায় ওঠায়। অপর এক ব্যক্তি একই বস্তুকে 60 s-এ একই উচ্চতায় তুলতে পারে। তাদের কাজের অনুপাত হবে–
ক 1 : 2 খ 1 : 1
গ 2 : 1 ঘ 4 : 1
উত্তর: খ 1 : 1
ব্যাখ্যা: $W \propto h$
$\therefore \frac{W_1}{W_2} = \frac{h_1}{h_2} = 1 \quad [h_1 = h_2]$
$\Rightarrow W_1 : W_2 = 1 : 1$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৭৬ ও ৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



৭৬। টেবিলের তলের সাপেক্ষে বস্তুটির অভিকর্ষজ বিভব–
ক mgh খ mg
গ 0 ঘ কোনোটিই নয়
উত্তর: গ 0
ব্যাখ্যা: তলের সাপেক্ষে বস্তুর উচ্চতা, $h = 0$
$\therefore E_p = 0$

৭৭। 80 m উচ্চতা থেকে যদি একটি বল মেঝেতে পড়ে এবং বলটির 20% শক্তি মেঝের সাথে প্রতিঘাতে হ্রাস পায়, তবে বলটি মেঝেতে বাড়ি খেয়ে যে উচ্চতায় উঠবে–
ক 60 m খ 64 m
গ 68 m ঘ 72 m
উত্তর: খ 64 m
ব্যাখ্যা: $E_2 = 80\% \times E_1$
$mgh_2 = 80\% \times mgh_1$
$\Rightarrow h_2 = 80\% \times h_1$
$\therefore h_2 = 64\ m$

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

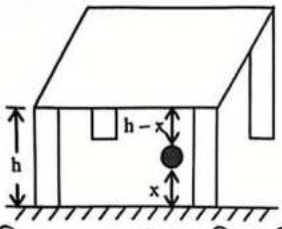
PDF Credit - Admission Stuffs

৭৮। বস্তুটিকে পড়তে দিলে এটি ভূমি থেকে x উচ্চতায় থাকলে টেবিলের তলের সাপেক্ষে বিভব শক্তি হবে–

ⓚ mgx ⓛ mgh
ⓜ $-mg(h-x)$ ⓝ 0

উত্তর: ⓜ $-mg(h-x)$

ব্যাখ্যা:



∴ টেবিলের তলের সাপেক্ষে বিভবশক্তি $= -mg(h-x)$

সাধারণত বিভবশক্তি ভূ-পৃষ্ঠের সাপেক্ষে পরিমাপ করা হয়। এখানে, h উচ্চতাবিশিষ্ট টেবিলের তলের সাপেক্ষে বিভবশক্তি পরিমাপ করায় বস্তুটি টেবিল থেকে নিম্নগামী হওয়ায় বিভবশক্তি ঋণাত্মক হয়েছে।

৭৯। একটি 1.5 m দীর্ঘ ও 2 kg ভরের রডকে আনুভূমিক হতে উল্লম্ব অবস্থায় নিতে কাজের পরিমাণ কত? [ম. বো. ২৩]

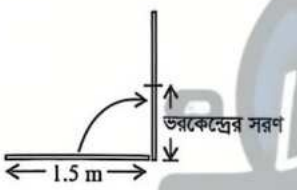
ⓚ 0 J ⓛ 14 J
ⓜ 29 J ⓝ 44 J

উত্তর: ⓛ 14 J

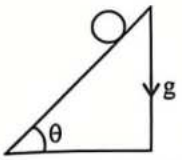
ব্যাখ্যা: $W = mg\left(\frac{1.5}{2} - 0\right)$

$= 2 \times 9.8 \times \frac{1.5}{2}$

$= 14.7$ J



৮০।

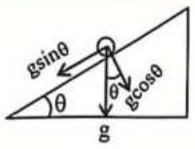


উদ্দীপকের বস্তুটি গড়িয়ে পড়তে থাকলে ত্বরণ হবে–

ⓚ g ⓛ $g\cos\theta$
ⓜ $g\sin\theta$ ⓝ 0

উত্তর: ⓜ $g\sin\theta$

ব্যাখ্যা: $a_{net} = g\sin\theta$

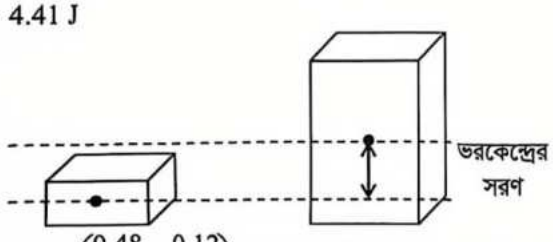


৮১। একটি ইটের দৈর্ঘ্য 0.48 m, প্রস্থ 0.24 m এবং উচ্চতা 0.12m। এর ভর 2.5 kg। ইটের দৈর্ঘ্যকে অনুভূমিক অবস্থান হতে উলম্ব অবস্থানে রাখতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? [ম. বো. ২২; অনুরূপ সি. বো. ২৩]

ⓚ 5.88 J ⓛ 4.41 J
ⓜ 3.456 J ⓝ 1.764 J

উত্তর: ⓛ 4.41 J

ব্যাখ্যা:



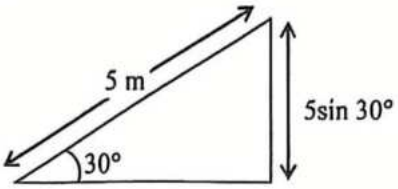
$W = mg\left(\frac{0.48}{2} - \frac{0.12}{2}\right) = 2.5 \times 9.8 \times (0.24 - 0.06) = 4.41$ J

৮২। ভূমির সাথে 30° কোণে আনত 5 m দীর্ঘ একটি ঢালুপথে 100 g ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু যে গতিশক্তি প্রাপ্ত হবে– [ব. বো. ১৭]

ⓚ 0.49 J ⓛ 0.848 J
ⓜ 1.225 J ⓝ 2.45 J

উত্তর: ⓝ 2.45 J

ব্যাখ্যা:



$E_K = E_P$

$E_k = mgh$

$= 0.1 \times 9.8 \times 5 \sin 30°$

$= 2.45$ J

৮৩। ভূমির সঙ্গে 30° কোণে আনত একটি মসৃণ তল AB এর সর্বোচ্চ বিন্দু A থেকে একটি বস্তু মসৃণভাবে গড়িয়ে 10 sec পরে B বিন্দুতে আসল। ভূমি হতে A এর উচ্চতা কত?

ⓚ 212.25 m ⓛ 122.5 m
ⓜ 368.48 m ⓝ কোনোটিই নয়

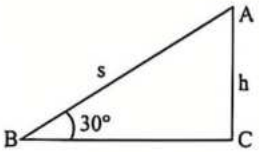
উত্তর: ⓛ 122.5 m

ব্যাখ্যা: $a = g\sin30°$

$\therefore s = \frac{1}{2}at^2 = 245$ m

$\therefore h = s \times \sin30°$

$= 122.5$ m



গতিশক্তি ও বিভব শক্তি

৮৪। গতিশক্তির পরিবর্তনই হলো সম্পাদিত কাজ; এটি হলো–

ⓚ শক্তির সংরক্ষণ সূত্র ⓛ সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য
ⓜ লম্ব অক্ষ উপপাদ্য ⓝ কাজ শক্তি উপপাদ্য

উত্তর: ⓝ কাজ শক্তি উপপাদ্য

৮৫। কাজ শক্তি উপপাদ্য অনুসারে কৃতকাজ নিচের কোন রাশিটির পরিবর্তনের সমান? [ঢা. বো. ২২; অনুরূপ সি. বো. ১৭]

ⓚ ভরবেগ ⓛ বিভব শক্তি
ⓜ তাপমাত্রা ⓝ গতিশক্তি

উত্তর: ⓝ গতিশক্তি

৮৬। 4 kg ও 9 kg ভরের দুটি বস্তু সমান ভরবেগে গতিশীল। এদের গতিশক্তির অনুপাত কত? [রা. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ২৩; দি. বো. ২২; ব. বো. ২১]

ⓚ 2 : 3 ⓛ 3 : 2
ⓜ 4 : 9 ⓝ 9 : 4

উত্তর: ⓝ 9 : 4

ব্যাখ্যা: $E = \frac{p^2}{2m}$

$\Rightarrow E \propto \frac{1}{m}$

$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \frac{m_2}{m_1} = 9 : 4$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮৭। একটি বুলেটের গতিশক্তি কতগুণ হলে, এটি এর প্রাথমিক বেগের তিনগুণ বেগ অর্জন করবে? [চ. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো. ২২]

ক 2 গুণ খ 3 গুণ
গ 9 গুণ ঘ 27 গুণ

উত্তর: গ 9 গুণ

ব্যাখ্যা: $E \propto v^2$

$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \left(\frac{3v_1}{v_1}\right)^2 = 9$

$\therefore E_2 = 9E_1$

৮৮। 30 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কত নিম্নতায় এর গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে? [সি. বো. ২৩]

ক 10 m খ 15 m
গ 20 m ঘ 30 m

উত্তর: গ 20 m

ব্যাখ্যা: ধরি, ভূমি হতে h উচ্চতায়,

$E_K = 2E_P$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 2 \times mgh$

$\Rightarrow \frac{1}{2}m \times 2(30 - h) = 2mgh$

$\therefore h = 10$ m

সুতরাং, উপর হতে $(30 - 10)$ m বা 20 m নিচে গতিশক্তি বিভবশক্তির 2 গুণ।

৮৯। একটি বস্তু ভূমি থেকে 10 m উচ্চতায় আছে। উপর থেকে বস্তুটিকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি থেকে 8 m উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির অনুপাত হবে– [চ. বো. ২৩]

ক 1 : 4 খ 4 : 1
গ 5 : 4 ঘ 4 : 5

উত্তর: ক 1 : 4

ব্যাখ্যা: $\frac{E_k}{E_p} = \frac{mg(H-x)}{mgx} = \frac{10-8}{8} = \frac{1}{4}$

$\Rightarrow E_k : E_p = 1 : 4$

৯০। 27 kmh^{-1} বেগে গতিশীল 2000 kg ভরের লবীর গতিশক্তি কত? [অনুরূপ দি. বো. ১৯]

ক 25600 J খ 56200 J
গ 56250 J ঘ 25000 J

উত্তর: গ 56250 J

ব্যাখ্যা: $E = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 2000 \times \left(\frac{27}{3.6}\right)^2$

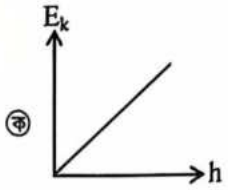
$= 56250$ J

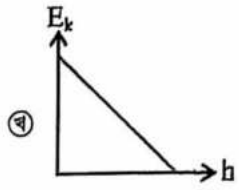
৯১। কোন তথ্যটি গতিশক্তির (Kinetic Energy) জন্য প্রযোজ্য নয়?

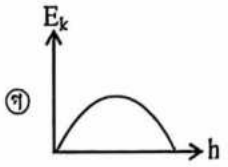
ক বস্তুর বেগ না থাকলে, গতিশক্তি থাকে না
খ গতিশক্তি বস্তুর অণু পরমাণুর আপেক্ষিক অবস্থানের উপর নির্ভর করে
গ কোন বস্তু গতিশীল হওয়ার জন্য শক্তি অর্জন করে
ঘ m ভরের বস্তুর বেগ v হলে, বস্তুর গতিশক্তি $\frac{1}{2}mv^2$

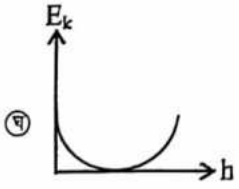
উত্তর: খ গতিশক্তি বস্তুর অণু পরমাণুর আপেক্ষিক অবস্থানের উপর নির্ভর করে

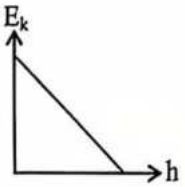
৯২। কোনো বস্তুকে ভূমি হতে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করার কিছু সময় পর আবার ভূমিতে ফিরে এলো। উচ্চতা (h) বনাম গতিশক্তি (E_k) এর লেখচিত্র কোনটি নির্দেশ করে? [রা. বো. ২১; অনুরূপ কু. বো. ২৩]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: খ 

ব্যাখ্যা: $h = 0$ তে E_k সর্বাধিক এবং h_{max} এ $E_k = 0$ হয়।

৯৩। 200 g ভরের একটি বস্তু 10 m উপর থেকে পড়লে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত? [চ. বো. ২১; সি. বো. ১৫]

ক 19.6 J খ 39.2 J
গ 78.4 J ঘ 98 J

উত্তর: ক 19.6 J

ব্যাখ্যা: $E_k = mgh$

$= 0.2 \times 9.8 \times 10$

$= 19.6$ J

৯৪। স্থির অবস্থা থেকে 40 kg ভরবিশিষ্ট কোন বস্তু নির্দিষ্ট বলের ক্রিয়ার ফলে 2s পর 15 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হল। 4s পর বস্তুটির গতিশক্তি কত হবে?

ক 6000 J খ 12000 J
গ 18000 J ঘ 0 J

উত্তর: গ 18000 J

ব্যাখ্যা: $v = u + at$

$\Rightarrow a = \frac{15}{2} = 7.5\ ms^{-2}$

$\therefore E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(at)^2 = \frac{1}{2} \times 40 \times (7.5 \times 4)^2 = 18000$ J

৯৫। একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ হলে এর বেগ হবে আদিবেগের– [রা. বো. ২২]

ক 100% খ 141%
গ 200% ঘ 400%

উত্তর: খ 141%

ব্যাখ্যা: $E \propto v^2$

$\therefore v \propto \sqrt{E}$

$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{E_2}{E_1}} = \sqrt{2}$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{2}v_1$

$\therefore v_2 = 141\%\ v_1$

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৯৬। ধনাত্মক কাজের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুর– [কু. বো. ১৬]

ক) গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়, মন্দন হয় খ) গতিশক্তি হ্রাস পায়, মন্দন হয়
গ) গতিশক্তি হ্রাস পায়, ত্বরণ হয় ঘ) গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়, ত্বরণ হয়

উত্তর: ঘ) গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়, ত্বরণ হয়

ব্যাখ্যা: কৃতকাজ $= \frac{1}{2} m(v^2 - u^2)$

এখন, ধনাত্মক কাজের জন্য $v > u$ হবে। সুতরাং বস্তুটির ত্বরণ হবে।

৯৭। নিচের কোন বস্তুর গতিশক্তি বেশি? [ম. বো. ২১]

ক) ভর M, বেগ 2v খ) ভর 2M, বেগ 3v
গ) ভর M, বেগ 4v ঘ) ভর 3M, বেগ 2v

উত্তর: খ) ভর 2M, বেগ 3v

ব্যাখ্যা: (ক) $E_k = 2Mv^2$
(খ) $E_k = 9Mv^2$
(গ) $E_k = 8Mv^2$
(ঘ) $E_k = 6Mv^2$

৯৮। 25 gm ভরের একটি বুলেট 500 m/s বেগে একটি লক্ষ্যবস্তুতে আঘাত করে 100 m/s বেগে বের হয়ে গেল। বস্তুটির ভিতর দিয়ে যাওয়ার ফলে কি পরিমাণ শক্তি ব্যয়িত হলো?

ক) 300 J খ) 1000 J
গ) 3000 J ঘ) 2000 J

উত্তর: গ) 3000 J

ব্যাখ্যা: $\Delta E = \frac{1}{2} m (u^2 - v^2)$

$= \frac{1}{2} \times 25 \times 10^{-3} \times (500^2 - 100^2)$

$= 3000 \text{ J}$

৯৯। যদি গতিশক্তি = K, ভর = m ও ভরবেগ = p হয়, তবে কোন সম্পর্কটি সঠিক? [চ. বো. ২১, ১৯; কু. বো. ২১ সি. বো. ১৬, ১৭]

ক) $K = \frac{2p^2}{m}$ খ) $K = \frac{2p}{m}$
গ) $K = \frac{p}{2m}$ ঘ) $K = \frac{p^2}{2m}$

উত্তর: ঘ) $K = \frac{p^2}{2m}$

১০০। m ভরের কোনো বস্তুর গতিশক্তি E_k হলে এর ভরবেগ হবে– [রা. বো. ২৪]

ক) $\sqrt{\frac{1}{2} mE_k}$ খ) $\sqrt{2mE_k}$
গ) $\sqrt{2mE_k}$ ঘ) $m\sqrt{2E_k}$

উত্তর: খ) $\sqrt{2mE_k}$

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{p^2}{2m}$

$\Rightarrow p^2 = 2E_k m$

$\Rightarrow p = \sqrt{2mE_k}$

১০১। কোনো নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি এর ভরবেগের– [ঢা. বো. ২৪]

ক) বর্গের সমানুপাতিক খ) বর্গমূলের সমানুপাতিক
গ) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক ঘ) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: ক) বর্গের সমানুপাতিক

১০২। কোনো বস্তুর ভরবেগ 10% বৃদ্ধি করলে উহার গতিশক্তি কত বৃদ্ধি পায়? [দি. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ২২, ১৭]

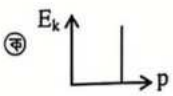
ক) 11% খ) 12.1%
গ) 21% ঘ) 42%

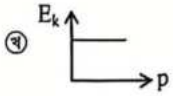
উত্তর: গ) 21%

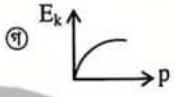
ব্যাখ্যা: $\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2 = (1.1)^2 = 1.21$

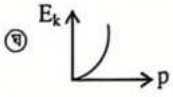
$\therefore \frac{E_{k_2} - E_{k1}}{E_{k1}} \times 100\% = 21\%$

১০৩। গতিশক্তি বনাম ভরবেগের লেখচিত্র কোনটি? [সি. বো. ২৪]

ক) 

খ) 

গ) 

ঘ) 

উত্তর: ঘ)

ব্যাখ্যা: $E_k \propto p^2$ যা, $x^2 = 4ay$ যা পরাবৃত্তকে নির্দেশ করে।

১০৪। কোনো একটি বস্তুকণার গতিশক্তি (E_k) ও ভরবেগ (p) এর মধ্যকার লেখচিত্র একটি– [ব. বো. ২২]

ক) পরাবৃত্ত খ) আয়তাকার অধিবৃত্ত
গ) সরলরেখা ঘ) উপবৃত্ত

উত্তর: ক) পরাবৃত্ত

ব্যাখ্যা: $p^2 = 2mE_k$ যা $y^2 = 4ax$ এর অনুরূপ

$\therefore E_k$ বনাম p লেখচিত্রটি পরাবৃত্তাকার

১০৫। দুটি বস্তুর গতিশক্তি সমান। প্রথমটির ভর অন্যটির চারগুণ হলে এদের ভরবেগের অনুপাত কত? [দি. বো. ২২; অনুরূপ রা. বো. ২১]

ক) 2 : 1 খ) 4 : 1
গ) 1 : 2 ঘ) 1 : 4

উত্তর: ক) 2 : 1

ব্যাখ্যা: $E = \frac{p^2}{2m}$

$\Rightarrow p \propto \sqrt{m}$

$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = 2$

$\therefore p_1 : p_2 = 2 : 1$

১০৬। কোনো বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ করা হলে ভরবেগ হবে– [অনুরূপ য. বো. ২১]

ক) 2 গুণ খ) অর্ধেক
গ) $\sqrt{2}$ গুণ ঘ) এক চতুর্থাংশ

উত্তর: গ) $\sqrt{2}$ গুণ

ব্যাখ্যা: $\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{p_2^2}{p_1^2}$

$\Rightarrow 2 = \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^2$

$\therefore p_2 = \sqrt{2}\, p_1$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০৭। সমআয়তনের একটি লৌহ গোলক ও একটি টেনিস বলের ভরবেগ সমান হলে– [ঢা. বো. ১৬]

ক লৌহ গোলকের গতিশক্তি বেশি
খ টেনিস বলের গতিশক্তি বেশি
গ উভয়ের গতিশক্তি সমান
ঘ গতিশক্তির উপর ভরবেগের প্রভাব নেই

উত্তর: খ টেনিস বলের গতিশক্তি বেশি

ব্যাখ্যা: ভরবেগ সমান হলে $E_K \propto \frac{1}{m}$ সমআয়তনের একটি লৌহ গোলকের চেয়ে টেনিস বলের ভর কম হওয়ায় টেনিস বলের গতিশক্তি বেশি।

১০৮। প্রসঙ্গ তল বিবেচনায় নিচের কোন প্রকার শক্তি ঋণাত্মক হতে পারে?

ক বিভবশক্তি খ গতিশক্তি
গ তড়িৎশক্তি ঘ চৌম্বক শক্তি

উত্তর: ক বিভবশক্তি

১০৯। কোনো বস্তু তার অবস্থানের কারণে কী অর্জন করে থাকে? [য. বো. ২২]

ক বিভব শক্তি খ গতিশক্তি
গ কাজ ঘ ক্ষমতা

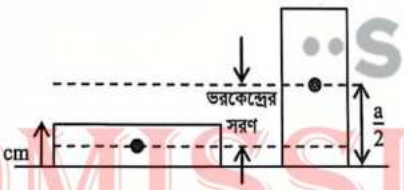
উত্তর: ক বিভব শক্তি

১১০। 1 cm পুরুত্বের ও 200 g ভরের মিটার স্কেলকে অনুভূমিক অবস্থা থেকে খাড়া করলে বিভবশক্তি– [ব. বো. ১৬]

ক 19.60 J খ 1.960 J
গ 1.940 J ঘ 0.970 J

উত্তর: ঘ 0.970 J

ব্যাখ্যা:



$$E_p = mg\left(\frac{a}{2} - \frac{h}{2}\right)$$
$$= 0.2 \times 9.8 \times \left(\frac{1}{2} - \frac{0.01}{2}\right)$$
$$= 0.9702 \text{ J}$$

১১১। নিচের কোনটি স্থিতিশক্তির উদাহরণ নয়?

ক খেলনা মোটর স্প্রিং এ দম দেয়া
খ হাত ঘড়ির স্প্রিং এ দম দেয়া
গ ধুনকের ছিলাতে তীর লাগিয়ে টানা
ঘ ব্রেক কষে গাড়ি থামানো

উত্তর: ঘ ব্রেক কষে গাড়ি থামানো

১১২। 60 kg ভরের জনৈক ব্যক্তি 20 min এ 180 m উচ্চতার চূড়া আরোহণ করেন। তার বিভবশক্তি কত জুল?

ক 9.58×10^4 খ 10.58×10^4
গ 12.58×10^4 ঘ 15.58×10^4

উত্তর: খ 10.58×10^4

ব্যাখ্যা: $E_p = mgh = 60 \times 9.8 \times 180 = 10.58 \times 10^4 J$

১১৩। m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়ল। ভূমি থেকে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হবে? [দি. বো. ২২, ১৬; অনুরূপ সি. বো. ২২; চ. বো. ২২, ১৫]

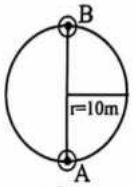
ক $\frac{2h}{3}$ খ $\frac{h}{2}$
গ $\frac{h}{3}$ ঘ $\frac{h}{4}$

উত্তর: ঘ $\frac{h}{4}$

ব্যাখ্যা: $E_K = 3 \times E_P$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = 3 \times mgx$$
$$\Rightarrow \frac{1}{2} \times 2g(h - x) = 3gx$$
$$\Rightarrow h - x = 3x$$
$$\Rightarrow x = \frac{h}{4}$$

১১৪। 100 gm ভরের একটি পাথর উলম্বতলে 10 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে ঘুরতে ঘুরতে A অবস্থান হতে B-অবস্থানে আসল (চিত্র-১)। শক্তির পরিবর্তন কত হবে? [রা. বো. ১৯]



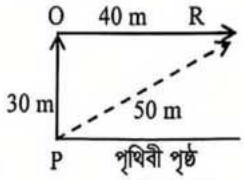
চিত্র-১

ক 10 J খ 20 J
গ 30 J ঘ 40 J

উত্তর: খ 20 J

ব্যাখ্যা: $\Delta E_p = mg \times 2r$
$= 0.1 \times 9.8 \times 2 \times 0$
$= 19.6 \text{ J} \approx 20 \text{ J}$

১১৫। চিত্রে দেখানো পথ দিয়ে একটি 4.0 N ওজনের পাথরকে পৃথিবীর অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে P বিন্দু থেকে R বিন্দুতে স্থানান্তরিত করা হল। পাথরটির স্থিতি শক্তি কত বৃদ্ধি পেল?



ক 120 J খ 200 J
গ 280 J ঘ 1200 J

উত্তর: ক 120 J

ব্যাখ্যা: $\Delta E_p = mg \times OP = 4 \times 30 = 120 \text{ J}$

১১৬। 10 m উঁচু স্থান থেকে 100 g ভরবিশিষ্ট একটি বলকে ফেলে দিলে যদি বলটি পুনরায় 8 m উঁচু পর্যন্ত ওঠে, তবে কি পরিমাণ শক্তি ক্ষয় হয়?

ক 1000 J খ 1 J
গ 98 J ঘ 1.96 J

উত্তর: ঘ 1.96 J

ব্যাখ্যা: $\Delta E = mg(h_1 - h_2) = 0.1 \times 9.8 (10 - 8) = 1.96 \text{ J}$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১৭। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 5 km উপরে কিছু মেঘ ভেসে আছে। ঐ মেঘ বৃষ্টিরূপে নেমে এসে ভূ-পৃষ্ঠে 100 km^2 স্থানে 1 mm গভীরতার পানি সৃষ্টি করতে পারে। উক্ত পানিতে আবার মেঘে পরিণত করতে কত কাজের প্রয়োজন?

ক 49×10^{11} J খ 49×10^{8} J
গ 4.9×10^{11} ergs ঘ 9.8×10^{11} J

উত্তর: ক 49×10^{11} J

ব্যাখ্যা: $W = mgh = V\rho gh = Ad\rho gh$
$= 100 \times 10^{6} \times 10^{-3} \times 10^{3} \times 9.8 \times 5000 = 49 \times 10^{11}$ J

১১৮। একটি হালকা ও ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে– [য. বো. ২১]

(i) উভয়ের ভরবেগ সমান হতে পারে
(ii) উভয়ের গতিশক্তি সমান হতে পারে
(iii) এদের গতিশক্তি সমান হলে, হালকা বস্তুর ভরবেগ বেশি হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: হালকা বস্তুর ভর m এবং ভারী বস্তুর ভর M [যেখানে, $M > m$]

$E_k = \frac{p^2}{2m}$

$\because E_{k_1} = E_{k_2}$

$\Rightarrow \frac{p_1^2}{2m} = \frac{p_2^2}{2M}$

$\therefore p_1 < p_2$ [যেহেতু, $M > m$]

অতএব, গতিশক্তি সমান হতে হলে ভারী বস্তুর ভরবেগ বেশি হতে হবে।

১১৯। ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক– [কু. বো. ১৯]

(i) $K = \frac{\vec{p} \cdot \vec{p}}{2m}$
(ii) $K = \frac{p^2}{2m}$
(iii) $K = \frac{\vec{p} \times \vec{p}}{2m}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

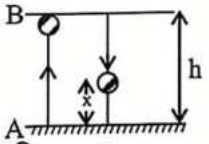
উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $K = \frac{p^2}{2m}$

আবার, ভরবেগ ভেক্টর রাশি। একই দিকে উপাংশ বিবেচনায়,

$K = \frac{\vec{p} \cdot \vec{p}}{2m} = \frac{p \times p \times \cos\theta}{2m} = \frac{p^2}{2m}$ [$\because \theta = 0°$]

১২০। নিচের চিত্রানুযায়ী–



(i) h উচ্চতায় বিভব শক্তি = mgh
(ii) x উচ্চতায় বিভব শক্তি = mgx
(iii) বিভব শক্তি সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

১২১। কোন বস্তুর গতিশক্তি ঐ বস্তুর–

(i) ভরের সমানুপাতিক
(ii) বেগের বর্গের সমানুপাতিক
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে না

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ i ও ii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore E_k \propto m$ এবং $E_k \propto v^2$

❖ **নিম্নোক্ত তথ্য হতে ১২২ ও ১২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**

একটি হাতুড়ির ভর 1 kg। এটি 10 ms^{-1} বেগে চলে একটি পেরেকের মাথায় আঘাত করল। এতে পেরেকের সরণ হল 2 cm।

১২২। কতক্ষণ হাতুড়িটি পেরেকের সংস্পর্শে ছিল? [কু. বো. ১৭]

ক 4×10^{-3} sec খ 2×10^{-3} sec
গ 1×10^{-3} sec ঘ 0.25×10^{-3} sec

উত্তর: ক 4×10^{-3} sec

ব্যাখ্যা: $\frac{1}{2}mv^2 = Fx$

$\Rightarrow F = \frac{\frac{1}{2} \times 1 \times 10^2}{0.02} = 2500$ N

$\therefore F = \frac{m(v-u)}{t}$

$\Rightarrow 2500 = \frac{1 \times (10-0)}{t}$

$\Rightarrow t = 0.004$ s

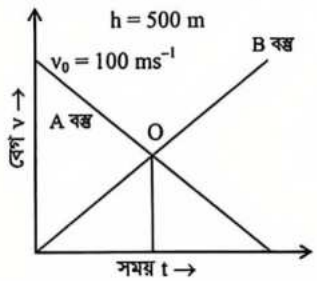
১২৩। হাতুড়ি দ্বারা সম্পাদিত কাজ কত? [কু. বো. ১৭]

ক 100 J খ 50 J
গ 10 J ঘ 0.2 J

উত্তর: খ 50 J

ব্যাখ্যা: $W = Fx = 2500 \times 0.02 = 50$ J

❖ **নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর এবং ১২৪ ও ১২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**



A ও B দুটি সমভরের বস্তু। A কে ভূমি হতে খাড়া উপরের দিকে এবং B কে উপর হতে একই রেখা বরাবর খাড়া নিচের দিকে পড়তে দেয়া হল। তাদের বেগ-সময় লেখচিত্র O বিন্দুতে ছেদ করে।

(দেয়া আছে, $g = 10$ ms^{-2})

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২৪। B বস্তুটি বাধাহীনভাবে পড়লে ভূমিতে পড়ার মুহূর্তে এর বেগ কত হবে? [সি. বো. ১৭]

ক $7\ ms^{-1}$ খ $10\ ms^{-1}$
গ $71\ ms^{-1}$ ঘ $100\ ms^{-1}$

উত্তর: ঘ $100\ ms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $v^2 = u^2 + 2gh$

$\Rightarrow v = \sqrt{2 \times 10 \times 500}$

$\Rightarrow v = 100\ ms^{-1}$

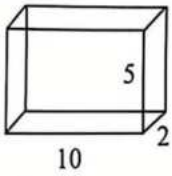
১২৫। উদ্দীপক অনুসারে নিচের কোনটি সঠিক? [সি. বো. ১৭]

ক বস্তুদ্বয় O বিন্দুতে মিলিত হবে
খ বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি O বিন্দুতে সমান
গ বস্তুদ্বয়ের স্থিতিশক্তি O বিন্দুতে সমান
ঘ বস্তুদ্বয় O বিন্দু দ্বারা নির্দেশিত সময়ের পরে মিলিত হবে

উত্তর: খ বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি O বিন্দুতে সমান

ব্যাখ্যা: O বিন্দুতে বেগ সমান হওয়ায় গতিশক্তি সমান হবে।

❖ **নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১২৬ ও ১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
একটি ব্লকের ভর, দৈর্ঘ্য, প্রস্থ এবং উচ্চতা যথাক্রমে 10 kg, 10 m, 2 m এবং 5 m। ব্লকটি ভূমির উপর রাখা আছে।



১২৬। বলটির বিভব শক্তি কত?

ক 490 J খ 245 J
গ 196 J ঘ 10 J

উত্তর: খ 245 J

ব্যাখ্যা: $E_p = mg\frac{h}{2} = 10 \times 9.8 \times \frac{5}{2} = 245\ J$

১২৭। ব্লকটিকে যদি দাড় করানো হয় তাহলে বিভব শক্তির পরিবর্তন কত?

ক 0 J খ 245 J
গ 490 J ঘ 1735 J

উত্তর: খ 245 J

ব্যাখ্যা: $\Delta E_p = mg\left(\frac{a}{b} - \frac{b}{2}\right) = 10 \times 9.8 \times \left(\frac{10}{2} - \frac{5}{2}\right) = 245\ J$

সংরক্ষণশীল ও অসংরক্ষণশীল বল

১২৮। সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক নয়? [ব. বো. ২৪]

ক পূর্ণচক্রে কাজের পরিমাণ শূন্য হয়
খ কৃতকাজ গতিপথের উপর নির্ভরশীল
গ সম্পাদিত কাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
ঘ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বজায় থাকে

উত্তর: খ কৃতকাজ গতিপথের উপর নির্ভরশীল

ব্যাখ্যা: সংরক্ষনশীল বলের ক্রিয়ায় কৃতকাজ আদি ও শেষ অবস্থানের ওপর নির্ভর করে, গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

১২৯। কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [কু. বো. ২২]

ক মাধ্যাকর্ষণ বল খ বিদ্যুৎ বল
গ চৌম্বক বল ঘ সান্দ্র বল

উত্তর: ঘ সান্দ্র বল

১৩০। অসংরক্ষণশীল বলের উদারহণ কোনটি? [য. বো. ২৪]
বা, কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [য. বো. ২১; রা. বো. ১৫]

ক অভিকর্ষ বল খ বৈদ্যুতিক বল
গ চৌম্বক বল ঘ ঘর্ষণ বল

উত্তর: ঘ ঘর্ষণ বল

ব্যাখ্যা: যে সংস্থায় বা সিস্টেমে বাধাজনিত বল উপস্থিত থাকে সেখানে যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে না, বরং যান্ত্রিক শক্তির অপচয় হয়, এ ধরনের সংস্থা বা সিস্টেমকে অসংরক্ষণশীল সংস্থা বলা হয় এবং এই বাধাজনিত বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলা হয়। যেমন– ঘর্ষণ বল, সান্দ্র বল প্রভৃতি।

১৩১। নিচের কোনটি সংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ? [ঢা. বো. ২০]

ক ঘর্ষণ বল খ সান্দ্রবল
গ অভিকর্ষীয় বল ঘ ঘাত বল

উত্তর: গ অভিকর্ষীয় বল

ব্যাখ্যা: যে বল কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কৃতকাজ শূণ্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে। উদাহরণ: অভিকর্ষীয় বল, বৈদ্যুতিক বল, আদর্শ স্প্রিং এর বিকৃতি প্রতিরোধী বল প্রভৃতি।

১৩২। ঘর্ষণ বল দ্বারা বস্তুর উপর কৃত কাজ– [কু. বো. ২২]

ক ধনাত্মক খ ঋনাত্মক
গ শূন্য ঘ বল × মন্দন

উত্তর: খ ঋনাত্মক

ব্যাখ্যা: ঘর্ষণ বল সর্বদা গতি প্রতিরোধী বল বিধায় ঘর্ষণ বল দ্বারা বস্তুর উপর কৃত কাজ ঋণাত্মক।

১৩৩। কোনটি সংরক্ষণশীল বল? [রা. বো. ২১; ঢা. বো., চ. বো. ১৬; ব. বো. ১৫]

ক বায়ুর বাধা খ তড়িৎ বল
গ ঘর্ষণ বল ঘ সান্দ্র বল

উত্তর: খ তড়িৎ বল

১৩৪। অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য কোনটি? [ব. বো. ১৭]

ক কৃত কাজ শূন্য
খ পথের ওপর নির্ণয় করে না
গ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র খাটে না
ঘ কৃত কাজ পুনরুদ্ধার সম্ভব

উত্তর: গ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র খাটে না

১৩৫। ঘর্ষণ বল ও বস্তুর বেগের মধ্যকার কোণ কত? [ঢা. বো. ১৭]

ক π খ $\frac{\pi}{2}$
গ $\frac{\pi}{4}$ ঘ 0°

উত্তর: ক π

ব্যাখ্যা: ঘর্ষণ বল সর্বদা গতির বিপরীতে কাজ করে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৩৬। সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য প্রকাশের ক্ষেত্রে– [য. বো. ২২]

(i) বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভরশীল
(ii) শুধু বস্তুর আদি ও যেকোনো অবস্থানের উপর নির্ভর করে
(iii) কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য:

i. এই বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করে।
ii. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়।
iii. একটি বস্তুকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরে কাজ পথের উপর নির্ভর করে না। কেবল আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে।
iv. সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয়।
v. পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য হয়।
vi. সংরক্ষণশীল বল স্থিতিস্থাপক ঋণাত্মক নতিমাত্রার সমান হয়।

১৩৭। অসংরক্ষণশীল বল–

(i) গতিপথের ওপর নির্ভর করে
(ii) যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র মেনে চলে
(iii) এর ক্ষেত্রে কৃতকাজ পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও iii

ব্যাখ্যা: অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য:

i. এই বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করে না।
ii. একটি বস্তুকে এক স্থান থেকে আরেক স্থানে স্থানান্তরে কাজ পথের উপর নির্ভর করে।
iii. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায় না।
iv. অসংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক সূত্রের নিত্যতার সূত্র সংরক্ষিত হয় না।
v. পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূণ্য হয় না।

ক্ষমতা

১৩৮। ক্ষমতার একক ওয়াট ও অশ্বক্ষমতা (H.P.) এর মধ্যে সম্পর্ক– [দি. বো. ২৩; ম. বো. ২৩]

ক 1 H.P. = 467 Watt খ 1 H.P. = 550 Watt
গ 1 H.P. = 674 Watt ঘ 1 H.P. = 746 Watt

উত্তর: ঘ 1 H.P. = 746 Watt

১৩৯। নিচের কোনটি ক্ষমতার একক নয়?

ক অশ্বক্ষমতা খ জুল/সেকেন্ড
গ ওয়াট ঘ জুল

উত্তর: ঘ জুল

ব্যাখ্যা: শক্তির একক জুল।

১৪০। ক্ষমতার মাত্রা কোনটি? [রা. বো. ২৪]

ক MLT^{-1} খ ML^2T^{-2}
গ MLT^{-3} ঘ ML^2T^{-3}

উত্তর: ঘ ML^2T^{-3}

ব্যাখ্যা: $[\text{ক্ষমতা}] = \frac{[\text{কাজ}]}{[\text{সময়}]} = \frac{[\text{বল}]\,[\text{সরণ}]}{[\text{সময়}]}$

$= \frac{[MLT^{-2}]\,[L]}{[T]} = [ML^2T^{-3}]$

১৪১। 15 ওয়াট ক্ষমতা বলতে বুঝায়– [ব. বো. ১৫]

ক 1 সেকেন্ডে 15 জুল কাজ খ 3 সেকেন্ডে 5 জুল কাজ
গ 5 সেকেন্ডে 3 জুল কাজ ঘ 15 সেকেন্ডে 1 জুল কাজ

উত্তর: ক 1 সেকেন্ডে 15 জুল কাজ

ব্যাখ্যা: $P = \frac{W}{t}$ অর্থাৎ, $t = 1$ s হলে কাজ, $W = 15$ J হবে।

১৪২। একটি ইঞ্জিন প্রতি ঘণ্টায় 37300 kg পানি 18 m উপরে উঠাতে পারে। ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত?

ক 1827.7 W খ 827.7 W
গ 2827.7 W ঘ 3827.7 W

উত্তর: ক 1827.7 W

ব্যাখ্যা: $P = \frac{mgh}{t} = \frac{37300 \times 9.8 \times 18}{3600}$

$\Rightarrow P = 1827.7$ W

১৪৩। কোনো যন্ত্র কর্তৃক F ধ্রুব বল প্রয়োগে কোনো বস্তু v ধ্রুব বেগে গতিশীল হলে যন্ত্রের ক্ষমতা কত? [রা. বো. ২১]

ক $P = Fv^2$ খ $P = Fv$
গ $P = F^3v$ ঘ $P = \frac{F}{v}$

উত্তর: গ $P = Fv$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$

১৪৪। একটি ক্রেন 100 kg ভরের একটি ব্লককে 0.1 ms^{-1} ধ্রুববেগে উপরে তুলছে। ক্রেনটির ক্ষমতা– [ঢা. বো. ২৩, ১৯; অনুরূপ সি. বো. ২৩; চ. বো. ১৫]

ক 9.8 watt খ 98 watt
গ 980 watt ঘ 9800 watt

উত্তর: খ 98 watt

ব্যাখ্যা: $P = Fv = mgv = 100 \times 9.8 \times 0.1$

$\Rightarrow P = 98$ watt

১৪৫। একটি জল বিদ্যুৎ কেন্দ্রের বাধের গভীরতা 20 m। প্রতি সেকেন্ডে কত কেজি পানি টারবাইন ব্লেডের উপর পড়লে এটি 0.5 MW বিদ্যুৎ উৎপন্ন করবে?

ক 25×10^2 kg খ 25×10 kg
গ 25×10^3 kg ঘ 25×10^4 kg

উত্তর: ক 25×10^2 kg

ব্যাখ্যা: $P = \frac{mgh}{t} = \frac{mgh}{1}$

$\Rightarrow 0.5 \times 10^6 = m \times 9.8 \times 20$

$\therefore m = 25 \times 10^2$ kg

১৪৬। 10 m ব্যাস এবং 4 m উচ্চতার কুয়াতে কত লিটার পানি ধরবে?

ক 314160 L খ 300010 L
গ 201500 L ঘ 306500 L

উত্তর: ক 314160 L

ব্যাখ্যা: $m = \rho V = 10^3 \times \pi \times 5^2 \times 4$

$\Rightarrow m = 314160$ kg

$\Rightarrow m = 314160$ L

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৪৭। 2 HP এর একটি পাম্প 12 মিনিটে 1000 লিটারের একটি ট্যাংকে পানি ভর্তি করতে পারে। অতিরিক্ত 1 HP এর একটি পাম্প যুক্ত করলে উক্ত কাজে কত মিনিট সময় সাশ্রয় হবে? [অনুরূপ য. বো. ১৫]

ক 8 খ 4
গ 6 ঘ 2

উত্তর: খ 4

ব্যাখ্যা: $P = \frac{mgh}{t}$

$\therefore P \propto \frac{1}{t}$

$\frac{P_2}{P_1} = \frac{t_1}{t_2}$

$\Rightarrow \frac{3}{2} = \frac{12}{t_2}$

$\Rightarrow t_2 = 8 \text{ min}$

$\therefore$ সাশ্রয় $= 12 - 8 = 4 \text{ min}$

১৪৮। একটি অর্ধপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12 m এবং ব্যাস 1.8 m। কোন ইঞ্জিন 24 মিনিটে কুয়াটির পানি সম্পূর্ণ খালি করতে পারলে তার ক্ষমতা কত? [অনুরূপ য. বো. ১৫]

ক 1.25 W খ 935.174 W
গ 1.8 W ঘ 1.87 W

উত্তর: খ 935.174 W

ব্যাখ্যা: $P = \frac{\left(\pi r^2 \frac{h}{2} \times \rho\right) gh'}{t}$

$$= \frac{\pi \times 0.9^2 \times \frac{12}{2} \times 10^3 \times 9.8 \times \frac{\frac{12}{2} + 12}{2}}{24 \times 60}$$

$= 935.174 \text{ W}$

১৪৯। অনুভূমিকের সাথে θ কোণে আনত একটি ঘর্ষণবিহীন রাস্তায় v বেগে চলন্ত m ভরের একটি বস্তুর ঊর্ধ্বমুখী ত্বরণ a সৃষ্টি করতে কত ক্ষমতা প্রয়োগ করতে হবে?

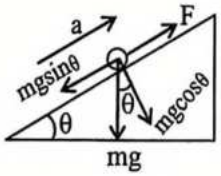
ক mavsinθ খ mavcosθ
গ mav + mgvsinθ ঘ (mav + mgv)sinθ

উত্তর: গ mav + mgvsinθ

ব্যাখ্যা: $F - mg\sin\theta = ma$

$\Rightarrow F = ma + mg\sin\theta$

$\therefore P = Fv = mav + mgv\sin\theta$



১৫০। ক্ষমতার একক হলো– [ঢা. বো. ২৩; দি. বো. ১৬]

(i) Js^{-1}
(ii) watt
(iii) erg s^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১৫১ ও ১৫২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো বস্তুতে $\vec{F} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$ N মানের বল 2 sec ক্রিয়া করায় বলের দিকে বস্তুর বেগ হয় $\vec{v} = (\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}) \text{ ms}^{-1}$।

১৫১। ক্ষমতা কত? [ঢা. বো. ২১]

ক $(4\hat{i} + 4\hat{j})$ W খ $(4\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k})$ W
গ 6 W ঘ 8 W

উত্তর: গ 6 W

ব্যাখ্যা: $P = \vec{F}.\vec{v}$

$\Rightarrow P = (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}).(\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k})$

$\Rightarrow P = 3 + 4 - 1 = 6 \text{ W}$

১৫২। বলের দ্বারা কৃতকাজ কত? [ঢা. বো. ২১]

ক 12 J খ 16 J
গ $2(4\hat{i} + 4\hat{j})$ J ঘ $\frac{1}{2}(4\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k})$ J

উত্তর: ক 12 J

ব্যাখ্যা: $W = Pt = 6 \times 2 = 12 \text{ J}$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

তাহমিদ ও তমাল দুজনই ৭ম শ্রেণি ছাত্র। এরা দুজনই একটি স্কুল বিল্ডিং এর নিচ তলা থেকে দৌড়ে 15 m উচ্চতায় ছাদে উঠল। এতে এদের সময় লাগে যথাক্রমে 6 সে. ও 5 সে.। তাদের ভর যথাক্রমে 60 kg ও 50 kg।

১৫৩। এদের দুজনের মধ্যে– [রা. বো. ১৯]

(i) তাহমিদ বেশী কাজ করেছে
(ii) তমাল কম কাজ করেছে
(iii) তমাল বেশী ক্ষমতা প্রয়োগ করেছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: $W_1 = 60 \times 9.8 \times 15 = 8820 \text{J}$

$W_2 = 50 \times 9.8 \times 15 = 7350 \text{J}$

$\therefore$ তাহমিদ বেশি কাজ করেছে।

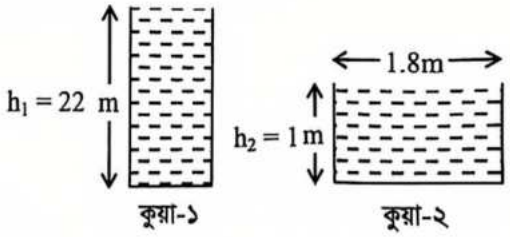
$P_1 = \frac{W_1}{6} = 1470 \text{W}$

$P_2 = \frac{W_2}{5} = 1470 \text{W}$

উভয়ে সমান ক্ষমতা প্রয়োগ করেছে।

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১৫৪ ও ১৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি পাম্প দ্বারা ২নং কুয়াকে পানি শূন্য করতে সময় লাগে $t_2 = 24$ মিনিট এবং ১নং কুয়াকে পানি শূন্য করতে সময় লাগে $t_1 = 23$ মিনিট। দুটি কুয়ায় একই পরিমাণ পানি ধরে।



Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৫৪। পাম্পটির ক্ষমতা কত?

ক 1.2 HP খ 0.0116 HP
গ 1.67 HP ঘ 1.76 HP

উত্তর: খ 0.0116 HP

ব্যাখ্যা: $P = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho\pi r^2 hg \times \frac{h}{2}}{t}$

$\Rightarrow P = \frac{10^3 \times \pi \times 0.9^2 \times 1 \times 9.8 \times \frac{1}{2}}{24 \times 60 \times 746}$

$\Rightarrow P = 0.0116$ HP

১৫৫। নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?

ক $h_1t_1 = h_2t_1$ খ $h_1t_2 = h_2t_1$
গ $h_1^2t_1 = h_2^2t^2$ ঘ $\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$

উত্তর: খ $h_1t_2 = h_2t_1$

ব্যাখ্যা: $P = \frac{mgh}{t}$ এখানে, P, m, g ধ্রুবক

$\therefore h \propto t$

$\frac{h_1}{h_2} = \frac{t_1}{t_2}$

$\Rightarrow h_1t_2 = h_2t_1$

কর্মদক্ষতা

১৫৬। $\frac{\text{কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রদত্ত মোট শক্তি}} = ?$

ক ক্ষমতা খ কাজ
গ এনট্রপি ঘ কর্মদক্ষতা

উত্তর: ঘ কর্মদক্ষতা

ব্যাখ্যা: কোনো যন্ত্রে সরবরাহকৃত শক্তি এবং কাজে পরিণত হওয়ার শক্তির অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

অর্থাৎ, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট সরবরাহকৃত শক্তি}}$

১৫৭। একটি যন্ত্রের প্রযুক্ত শক্তি, E_1 এবং সিস্টেমে নষ্ট শক্তি, E_2 হলে যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 100% হওয়ার শর্ত কোনটি?

ক $E_1 = 0$ খ $E_2 = 0$
গ $E_1 + E_2 = 0$ ঘ $E_1 - E_2 = 0$

উত্তর: খ $E_2 = 0$

ব্যাখ্যা: $\eta = \frac{E_1 - E_2}{E_1} = 100\% = 1$ হলে, $E_1 - E_2 = E_1$

$\therefore E_2 = 0$

১৫৮। 20000 kg ভরের একটি গাড়ীর ইঞ্জিনের ক্ষমতা 560 H.P. ও কর্মদক্ষতা 80%। গাড়িটিকে স্থির অবস্থা থেকে 25 ms^{-1} বেগে আনতে ন্যূনতম কত সময় লাগবে? [1 H.P. = 0.746 kW]

ক 3.74 sec খ 6 sec
গ 18 sec ঘ 37.4 sec

উত্তর: গ 18 sec

ব্যাখ্যা: $P_{out} = \eta \times P_{in}$

$\Rightarrow 560 \times 746 \times 80\% = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t}$

$\Rightarrow 560 \times 746 \times 80\% = \frac{\frac{1}{2} \times 20000 \times 25^2}{t}$

$\Rightarrow t = 18.7$ s

১৫৯। 30 HP ক্ষমতা বিশিষ্ট একটি ইঞ্জিনের দক্ষতা 50%। 330 lb ভরের একটি বস্তুকে ভূমি থেকে 750 ft উচ্চতায় তুলতে ঐ ইঞ্জিনের কত সময় লাগবে?

ক 20 sec খ 30 sec
গ 29 sec ঘ 31 sec

উত্তর: খ 30 sec

ব্যাখ্যা: 1 lb = 0.45 kg

1 ft = 0.3048 m

$\therefore \eta \times P_{in} = P_{out} = \frac{mgh}{t}$

$\Rightarrow 50\% \times 30 \times 746 = \frac{(330 \times 0.45) \times 9.8 \times 750 \times 0.3048}{t}$

$\Rightarrow t = 29.73 \approx 30$ s

১৬০। 85% দক্ষতা সম্পন্ন 2.5 kW ক্ষমতার একটি মোটরচালিত পাম্প দ্বারা একটি কূপ হতে গড়ে 6.30 m উচ্চতায় পানি উঠাতে হয়। প্রতি মিনিটে মোটরটি কত কিলোগ্রাম পানি উঠাতে পারবে? [ব. বো. ২১]

ক 2075 খ 2065
গ 2045 ঘ 2025

উত্তর: খ 2065

ব্যাখ্যা: $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$

$\Rightarrow 2.5 \times 10^3 \times 85\% = \frac{m \times 9.8 \times 6.3}{60}$

$\Rightarrow m = 2065$ kg

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১৬১ ও ১৬২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

এক ব্যক্তি 40 s সময়ে একটি কাঠের টুকরা 3 m উচ্চতায় তুলতে পারেন। আর একজন 20 s সময়ে একই উচ্চতায় তুলতে পারেন।

১৬১। তাদের ব্যয়িত শক্তি–

ক একই খ দ্বিতীয় জনের দ্বিগুণ বেশি
গ দ্বিতীয় জনের তিন গুণ বেশি ঘ প্রথম জনের বেশি

উত্তর: ক একই

ব্যাখ্যা: E = mgh

m ও h একই হওয়ায় কৃতকাজ সমান।

১৬২। তাদের দক্ষতা–

ক একই খ দ্বিতীয় জনের দ্বিগুণ
গ দ্বিতীয় জনের তিন গুণ বেশি ঘ প্রথম জনের বেশি

উত্তর: খ দ্বিতীয় জনের দ্বিগুণ

ব্যাখ্যা: $\eta = \frac{P'}{P} \times 100\%$ $\left[\because P' = \text{কার্যকর ক্ষমতা}, P = \text{প্রদত্ত ক্ষমতা}\right]$

১ম ব্যক্তির দক্ষতা, $\eta_1 = \frac{\frac{mgh}{t_1}}{P} \times 100\%$

২য় ব্যক্তির দক্ষতা, $\eta_2 = \frac{\frac{mgh}{t_2}}{P} \times 100\%$

$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_2}{t_1} = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \eta_2 = 2\eta_1$

$\therefore \eta_2 > \eta_1$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। একটি ইঞ্জিন 7 মিনিটে কুয়া থেকে 6000 লিটার পানি 6 m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। ইঞ্জিনটির ক্ষমতা 40% কার্যকর হলে এর অশ্ব ক্ষমতা কোনটি?
ক 1.22 H.P খ 2.815 H.P গ 1.02 H.P ঘ 1.12 H.P

২। 10000 kg ভরের একটি গাড়ীর ইঞ্জিনের ক্ষমতা 740 H.P ও কর্মদক্ষতা 30%। গাড়িটিকে স্থির অবস্থা থেকে 47 m/s বেগে আনতে নূন্যতম কত সময় লাগবে?
ক 66.7 sec খ 1371.3 sec গ 22.2 sec ঘ 13.713 sec

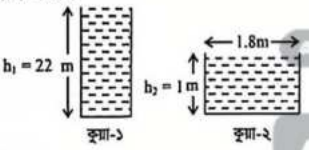
৩। 70 kg ভরের একটি বস্তু 42.5 m উচ্চতা হতে ভূমিতে পতিত হয়ে কাদার মধ্যে প্রবেশ করল। কাদার প্রতিরোধ বল 550 কিলোগ্রাম-ওজন হলে বস্তুটি কাদার মধ্যে কত দূর প্রবিষ্ট হবে?
ক 30.99 m খ 0.127 m গ 6.198 m ঘ 7.857 m

৪। F মানের একটি পরিবর্তনশীল বলের মাধ্যমে একটি বস্তুকে মূলবিন্দু থেকে y-অক্ষ বরাবর 7 m সরানো হলো এতে কৃতকাজ–
ক $\int_0^7 Fdy$ খ Fy গ $\int_0^y Fydy$ ঘ Fy cosθ

৫। একটি স্প্রিংকে টেনে তিনগুণ লম্বা করা হলো। সম্পাদিত কাজ হবে–
ক এক-তৃতীয়াংশ খ তিনগুণ গ এক-নবমাংশ ঘ নয়গুণ

৬। ভূমির সঙ্গে 60° কোণে আনত একটি মসৃণ তল PQ-এর সর্বোচ্চ বিন্দু P-থেকে একটি স্থির বস্তু মসৃণভাবে গড়িয়ে 6 sec পরে Q বিন্দুতে আসল। ভূমি হতে P-এর উচ্চতা কত?
ক 398.29 m খ 312.15 m
গ 132.3 m ঘ None of them

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৭ ও ৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি পাম্প দ্বারা ২নং কুয়াকে পানি শূন্য করতে সময় লাগে $t_2 = 24$ মিনিট এবং ১নং কুয়াকে পানি শূন্য করতে সময় লাগে $t_1 = 23$ মিনিট। দুটি কুয়ায় একই পরিমাণ পানি ধরে।



৭। পাম্পটির ক্ষমতা কত?
ক 1.2 HP খ 0.0116 HP
গ 1.67 HP ঘ 1.76 HP

৮। নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?
ক $h_1t_1 = h_2t_1$ খ $h_1t_2 = h_2t_1$ গ $h_1^2t_1 = h_2^2t_2^2$ ঘ $\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{h_1}{h_2}}$

৯। রাইফেলের গুলি কেবল তিনটি তক্তাকে ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ পাঁচগুণ করা হলে এরূপ কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে?
ক 53 খ 64 গ 75 ঘ 63

১০। একটি বস্তুকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলা হলো। ভূমি হতে 6 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির তিনগুণ হলে, কত উচ্চতা থেকে বস্তুটি ফেলে দেয়া হয়েছিল?
ক 30 m খ 24 m গ 27 m ঘ 15 m

১১। একটি কণার উপর $\vec{F} = (\hat{i} + 5\hat{j} - 3\hat{k})$ N বল প্রয়োগে কণাটির সরণ $\vec{r} = (2\hat{i} + 5\hat{j} - 3\hat{k})$ m হয়। প্রয়োগকৃত বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজের পরিমাণ হবে–
ক $(3\hat{i})$ জুল খ 36 জুল
গ $(-\hat{i} - 10\hat{j} - 6\hat{k})$ জুল ঘ 7.2 জুল

১২। k স্প্রিং ধ্রুবকের একটি স্প্রিংকে কেটে 2 টি অংশে এমনভাবে ভাগ করা হলো যে, একটির দৈর্ঘ্য অপরটির দ্বিগুণ। অধিকতর লম্বা স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক কত?
ক k খ $\frac{2}{3}$k গ $\frac{3}{2}$k ঘ 3 k

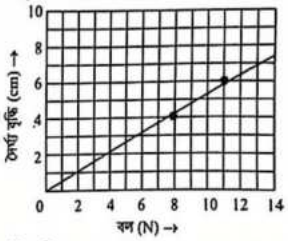
১৩। স্বাধীন একটি ব্যাগসহ 623.7 ওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন একটি লিফটে ভূমি থেকে 0.3 ms^{-1} বেগে দ্বিতীয় তলায় উঠল। ব্যাগসহ স্বাধীনের ওজন কত?
ক 208.147 kg-wt খ 212.14 kg-wt
গ 2081.5 kg-wt ঘ 106.07 kg-wt

১৪। একটি বলকে 20 cm উচ্চতা থেকে ফেলে দেওয়া হলো। এটি মাটিতে আঘাত করে পুনরায় 10 cm উচ্চতায় উঠলে শক্তির অপচয় কত?
ক 25% খ 50% গ 75% ঘ 0%

১৫। ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক–
(i) $E_k = \frac{\vec{P} \times \vec{P}}{2m}$ (ii) $E_k = \frac{P^2}{2m}$ (iii) $E_k = \frac{\vec{P}.\vec{P}}{2m}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও iii খ i ও ii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৬। কোন বস্তুর গতিশক্তি ঐ বস্তুর–
(i) অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে
(ii) ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক
(iii) ভরের সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i গ ii ও iii ঘ iii

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১৭ ও ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



লেখচিত্রটিতে একটি স্প্রিং এ প্রযুক্ত বলের সাথে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

১৭। Nm^{-1} এককে স্প্রিং ধ্রুবক কত?
ক 0.5 খ 2 গ 150 ঘ 200

১৮। স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 6 cm হলে স্প্রিং-এ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?
ক 0.36 J খ 0.28 J গ 36 J ঘ 18 J

১৯। একটি ক্রেনের সাহায্যে 2000 kg ভরের একটি গাড়িকে 1 min সময়ে 30 m উচ্চতায় তোলা হলো। একই কাজ করতে আরেকটি ক্রেন 2 min সময় নিল। দুটি ক্রেনের জ্বালানি খরচ কত হবে?
ক দুই ক্রেনের সমান খ প্রথম ক্রেনের বেশি
গ দ্বিতীয় ক্রেনের বেশি ঘ কোনোটিই নয়

২০। একটি মসৃণ নততল বেয়ে m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতা থেকে ভূমিতে এসে একটি অমসৃণ অনুভূমিক তলে (ঘর্ষণ গুণাঙ্ক = μ) গিয়ে পড়ে। ওই তলে কতদূরে গিয়ে বস্তুটি থেমে যাবে?
ক $\frac{h}{\mu}$ খ $\sqrt{h\mu}$ গ $\sqrt{\frac{\mu}{h}}$ ঘ $4\mu^2h^2$

২১। ভূমি হতে m ভরের কোনো বস্তুকণাকে 4R উচ্চতায় উত্তোলন করলে কৃতকাজ–
ক $\frac{mgR}{4}$ খ 3mgR গ $\frac{mgR}{2}$ ঘ $\frac{3}{4}$ mgR

২২। দুইটি 150 kg ভর এবং 5 m ব্যাসবিশিষ্ট গোলকের একটি উপর আরেকটি রাখতে কৃতকাজ কত?
ক 7350 J খ 11025 J গ 3675 J ঘ 14700 J

২৩। কোনো বস্তুর ভরবেগে 20% বৃদ্ধি করলে গতিশক্তি কত বৃদ্ধি পাবে?
ক 21% খ 1% গ 44% ঘ 4%

২৪। একটি যন্ত্রের প্রযুক্ত শক্তি E_1 এবং সিস্টেমে নষ্ট শক্তি E_2 হলে যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 60% হওয়ার শর্ত কোনটি?
ক $0.4E_1 + E_2 = 0$ খ $E_1 = 0.4$
গ $0.4E_1 - E_2 = 0$ ঘ $E_2 = 0.4$

২৫। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 7 km উপরে কিছু মেঘ ভেসে আছে। ঐ মেঘ বৃষ্টিরূপে নেমে এসে ভূ-পৃষ্ঠে 70 km^2 স্থানে 0.5 mm গভীরতায় পানি সৃষ্টি করতে পারে। উক্ত পানিকে আবার মেঘে পরিণত করতে কত কাজের প্রয়োজন?
ক 2.4×10^{11} ergs খ 24×10^{11} J
গ 4.8×10^{11} J ঘ 24×10^{12} J

উত্তরপত্র	১	খ	২	ক	৩	গ	৪	ক	৫	ঘ	৬	গ	৭	গ	৮	গ	৯	গ	১০	খ	১১	খ	১২	গ
১৩	খ	১৪	খ	১৫	গ	১৬	গ	১৭	ঘ	১৮	ক	১৯	ক	২০	ক	২১	ঘ	২২	খ	২৩	গ	২৪	গ	২৫	খ

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ষষ্ঠ অধ্যায়

মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ
Gravitation and Gravity

Board Questions Analysis

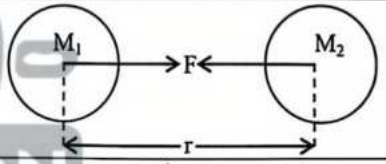
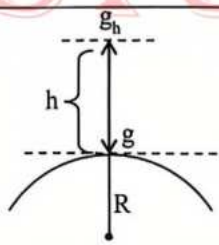
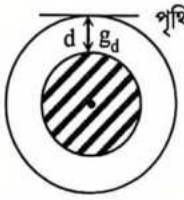
সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	১	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২৩	-	১	১	১	২	১	২	১	১
২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

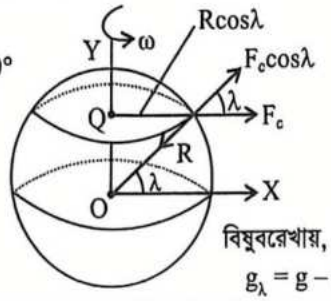
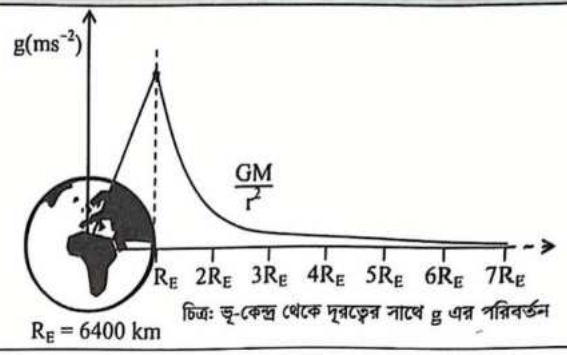
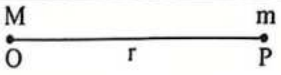
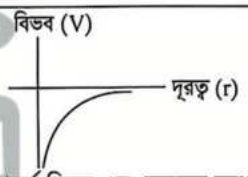
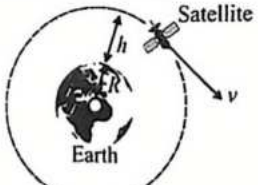
বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	৩	২	৪	৪	৪	২	৩	৩	৩
২০২৩	৩	৪	৪	২	৫	৫	২	৪	৩
২০২২	৩	২	৩	২	৪	১	৪	৩	১

গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ মহাকর্ষ বল: $F = \frac{GM_1M_2}{r^2}$ মহাকর্ষ ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$	
■ কেপলারের আবর্তনকালের সূত্র: $\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3} = \frac{T_3^2}{r_3^3} =$ ধ্রুবক	যেখানে, r_1, r_2 ও r_3 হলো সূর্য থেকে গ্রহগুলো দূরত্ব এবং T_1, T_2 ও T_3 আবর্তনকাল।
■ পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে: • $\frac{v_1}{t_1} = \frac{v_2}{t_2} = \frac{v_3}{t_3} =$ ধ্রুবক • $\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} = \frac{h_3}{t_3^2} =$ ধ্রুবক	যেখানে, t_1, t_2, t_3 সেকেন্ড পরে বস্তুর বেগ যথাক্রমে v_1, v_2, v_3 এবং উচ্চতা h_1, h_2, h_3
■ অভিকর্ষজ ত্বরণ সংক্রান্ত: • $g = \frac{GM}{R^2}$ • $\frac{g_h}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$ • $g_h = \left(1 - \frac{2h}{R}\right) g$ • $g = \frac{4}{3} G\pi R\rho$ • পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে d গভীরতায় ত্বরণ, $g_d = \frac{4}{3} G\pi(R-d)\rho$ • $\frac{g_d}{g} = \left(1 - \frac{d}{R}\right)$ • পৃথিবীর কেন্দ্রে, $g' = g\left(1 - \frac{R}{R}\right) = 0$	 যেখানে, পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় ত্বরণ = g_h  পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m পৃথিবীর গড় ঘনত্ব, $\rho = 5.5 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
• λ অক্ষাংশে, $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$ মেরুতে, $\lambda = 90°$ $g_\lambda = g$  বিষুবরেখায়, $\lambda = 0°$ $g_\lambda = g - \omega^2 R$	 R_E = 6400 km চিত্র: ভূ-কেন্দ্র থেকে দূরত্বের সাথে g এর পরিবর্তন
■ **মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র এবং প্রাবল্য:** • মহাকর্ষীয় প্রাবল্য, $E = \frac{F}{m}$ • $E = \frac{GM}{r^2}$	 O বিন্দুর M ভরের কারণে P বিন্দুর m ভরের উপর যদি F বল ক্রিয়া করে তবে P বিন্দুতে ক্ষেত্র প্রাবল্য হবে E.
■ **মহাকর্ষীয় বিভব:** • $V = \frac{W}{m}$ • $V = -\frac{GM}{r}$ • $V = Er$ • $E = -\frac{dV}{dr}$	⇒ অসীম দূর থেকে একক ভরের বস্তুকে মহাকর্ষ ক্ষেত্রে আনতে W পরিমাণ কাজ করতে হয়। ⇒ ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ হবে অসীমে এবং অসীমে এর সর্বোচ্চ মাত্র শূন্য।
■ **মহাকর্ষীয় বিভব শক্তি:** • $W = -\frac{GMm}{r}$ কোন বস্তুর ভর m এবং মহাকর্ষীয় বিভব V হলে r দূরত্বে মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি W	 চিত্র: মহাকর্ষ বিভব এবং দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক
■ **মুক্তিবেগ:** • $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$ যেখানে, মুক্তিবেগ = v_e গ্রহের ভর = M গ্রহের ব্যাসার্ধ = R পৃথিবীর মুক্তিবেগ = 11.2 kms^{-1}	পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কোন বস্তুকে v বেগে ওপর দিকে নিক্ষেপ করলে পৃথিবীর আকর্ষণ বলের দ্বারা বিভিন্ন পরিণতি– ➤ যদি $v^2 < \frac{v_e^2}{2}$ অর্থাৎ 7.88 kms^{-1} অপেক্ষা কম উৎক্ষেপণ বেগে একটি বস্তু উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবী পরিভ্রমণ করবে। ➤ $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$ চাঁদের মত উপগ্রহে পরিণত হবে। ➤ $v^2 > \frac{v_e^2}{2}$ কিন্তু $< v_e^2$ তবে পৃথিবীকে একটি ফোকাসে রেখে উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করতে পারবে। ➤ $v = v_e$ বস্তুটি অধিবৃত্ত পথে পৃথিবী ছেড়ে যাবে এবং $v > v_e$ হয় তবে পরাবৃত্ত পথে পৃথিবী ছেড়ে যায় এবং পৃথিবীতে ফিরে আসেনা।
■ **কৃত্রিম উপগ্রহ সংক্রান্ত:** • কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ • আবর্তনকাল, $T = \frac{2\pi}{v}(R+h) = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$ • উচ্চতা, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ • কৃত্রিম উপগ্রহের বিভবশক্তি, $U = -\frac{GMm}{R+h}$	 চিত্র: পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় m ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ v বেগে পরিভ্রমণ করছে। ➤ উপগ্রহের পর্যায়কাল = 24 hr হলে তাকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।

একক রূপান্তর

• g = 9.8 ms^{-2} = 32 fts^{-2}	• 1kg-wt = 9.8N

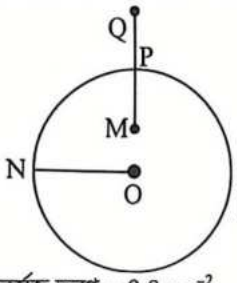
Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১



$ON = 6.4 \times 10^3$ km
PQ = 100 km
PM = 50 km

ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ = 9.8 ms^{-2}

(ক) ভূ-স্থির উপগ্রহ কী? [ঢা. বো. ২৪, ২২, ১৯; কু. বো. ২৪; চ. বো. ১৯; রা. বো. ১৯]

(খ) মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল নয় কেন? [ঢা. বো. ২৪; য. বো. ২২]

(গ) চিত্রের Q বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২৪]

(ঘ) 5 kg ভরের বস্তুর জন্য যথাক্রমে P ও Q বিন্দুতে ওজনের তুলনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ঢা. বো. ২৪]

সমাধান:

ক পৃথিবীর আবর্তনের দিকের সাথে মিলিয়ে যদি একই কৌণিক বেগে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ গতিশীল হয় তবে তা পৃথিবীকে 24 ঘণ্টায় একবার প্রদক্ষিণ করবে কিন্তু পৃথিবী থেকে একজন পর্যবেক্ষকের কাছে তা স্থির মনে হবে। এরূপ কৃত্রিম উপগ্রহকে ভূস্থির উপগ্রহ বলে।

খ ভূ-পৃষ্ঠ হতে কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্বে সরাতে কৃতকাজ,

$$W = \int_R^\infty F dr$$

$$= \int_R^\infty \frac{GMm}{r^2} dr$$

$$= GMm\left[-\frac{1}{r}\right]_R^\infty$$

$$= \frac{GMm}{R}$$

গ্রহের আকর্ষণের বাইরে পাঠাতে বস্তুর প্রাথমিক গতিশক্তি W এর সমান হতে হবে।

$$\therefore \frac{1}{2}mv_e^2 = \frac{GMm}{R}$$

$$\Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad [\text{যেখানে, } M = \text{গ্রহের ভর}]$$

মুক্তিবেগের সমীকরণে বস্তুর ভর (m) না থাকায় বলা যায়, মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

গ আমরা জানি,

ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_h = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

$$= \frac{gR^2}{(R+h)^2} \quad [\because GM = gR^2]$$

∴ ভূ-পৃষ্ঠ হতে PQ = 100 km উচ্চতায় Q বিন্দুতে অভিকর্ষ ত্বরণ,

$$g_Q = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$$

$$= \left(\frac{6.4 \times 10^6}{6.4\ 10^6 + 100 \times 10^3}\right)^2 \times 9.8\ ms^{-2}$$

$$= 9.5007\ ms^{-2}$$ **(Ans.)**

ঘ P বিন্দুতে (ভূ-পৃষ্ঠ) অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_p = 9.8\ ms^{-2}$

'গ' হতে পাই, Q বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_Q = 9.5007\ ms^{-2}$

5 kg ভরের বস্তুর জন্য P ও Q বিন্দুতে ওজন যথাক্রমে W_P ও W_Q হলে,

$$\frac{W_P}{W_Q} = \frac{mg_P}{mg_Q} = \frac{5 \times 9.8}{5 \times 9.5007} = 1.032$$

$$\therefore W_P = 1.032 \times W_Q$$

সুতরাং 5 kg ভরের বস্তুর ওজন P বিন্দুর তুলনায় Q বিন্দুতে 1.032 গুণ হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২ পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24} kg ও 6400 km। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 1000 km দূরে একটি উপগ্রহ আবর্তনশীল আছে। একজন নভোচারী মনে করে উপগ্রহটিকে আরো 22200 km দূরত্বে সরালে এর বেগ অর্ধেক হবে। [মহাকর্ষ ধ্রুবক = $6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$]

(ক) মুক্তি বেগ কাকে বলে? [রা. বো. ২৪; চ. বো. ২৪, ২৩, ২২, ১৬; ম. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২; দি. বো. ২২, ১৬; কু. বো. ১৯; সি. বো. ১৯; ব. বো. ১৬]

(খ) সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে গেলে বছরে দিনের সংখ্যা একই থাকে না– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে উপগ্রহটির প্রাথমিক অবস্থানে পৃথিবীর জন্য মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪]

(ঘ) নভোচারীর ধারণা সঠিক কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ২৪]

সমাধান:

ক সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে বস্তুটি আর পৃথিবীতে ফিরে আসেনা সেই বেগকে মুক্তিবেগ বলে।

খ কেপলারের গ্রহ সম্পর্কীয় গতিসূত্র সমূহের ৩য় সূত্র হতে পাই, $T^2 \propto a^3$।

যেখানে, গ্রহের পর্যায়কাল T এবং সূর্য হতে গ্রহের গড় দূরত্ব a।

সূর্য ও পৃথিবীর গড় দূরত্বে যে সময় লাগে তাকে এক বছর ধরা হয়। পৃথিবীর পর্যায়কাল কমে গেলে পৃথিবী বর্তমানের চেয়ে কম সময়ে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করবে। তাই সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে গেলে বছরে দিনের সংখ্যা কমে যাবে।

গ ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় মহাকর্ষীয় বিভব,

$$V = -\frac{GM}{R+h} = -\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6400+1000) \times 10^3}\ J\ kg^{-1}$$

সুতরাং, উপগ্রহটির প্রাথমিক অবস্থানে পৃথিবীর জন্য মহাকর্ষীয় বিভব $-5.411 \times 10^7\ J\ kg^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় আবর্তনশীল উপগ্রহের বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

∴ প্রাথমিক অবস্থানে উপগ্রহটির বেগ,

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R+h_1}} = \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6400+1000) \times 10^3}} = 7355.63\ ms^{-1}$$

উপগ্রহটিকে আরো 22200 km দূরত্বে সরালে বেগ,

$$v_2 = \sqrt{\frac{GM}{R+h_1+h_2}}$$

$$= \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6400+1000+22200) \times 10^3}} = 3677.82\ ms^{-1}$$

এখন, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{3677.82}{7355.63} = 0.5$

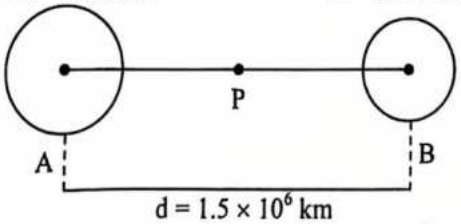
অর্থাৎ, উপগ্রহটিকে আরো 22200 km দূরত্বে সরালে এর বেগ অর্ধেক হয়।

সুতরাং, নভোচারীর ধারণা সঠিক **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩ $M = 6 \times 10^{24}$ kg, $R = 6400$ km; $M = 7.4 \times 10^{22}$ kg, $R = 1600$ km



A ও B দুটি কাল্পনিক গ্রহ পরস্পর হতে 1.5×10^6 km দূরে অবস্থিত। তাদের সংযোজক রেখার মধ্যবিন্দু P।

(ক) মহাকর্ষীয় বিভব কী?
[য. বো. ২৪, ১৯; ব. বো. ২৪; রা. বো. ২২; কু. বো. ২২; ঢা. বো. ১৭]

(খ) কোনো স্থানের অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান ঐ স্থানে খনিজ সম্পদ পাওয়ার সম্ভাবনা নির্দেশ করে? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

(গ) P বিন্দুতে লব্ধি মহাকর্ষীয় প্রাবল্য বের কর। [য. বো. ২৪]

(ঘ) A ও B কোন গ্রহপৃষ্ঠ হতে 1000 kg ভরের নভোযানকে মহাশূন্যে পাঠাতে বেশি গতিশক্তি প্রয়োজন? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর।
[য. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ১৭]

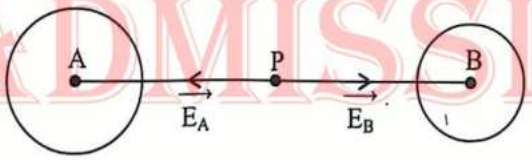
সমাধান:

ক একক ভরের কোন বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সংঘঠিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে।

খ পৃথিবীর আকৃতি, আহ্নিক গতি এবং ঘনত্বের পরিবর্তনের কারণে বিভিন্ন স্থানে g এর মানের পরিবর্তন হয়। প্রাকৃতিক সম্পদ অনুসন্ধানের কাজে ভূ-পৃষ্ঠে g এর মানের এ তারতম্যকে ব্যবহার করা যায়।

সাম্প্রতিক সময়ে g এর পরিবর্তন লক্ষ্য করে তেল গ্যাস অনুসন্ধানে কার্যকর ভূমিকা রাখা হচ্ছে। ভূ-অভ্যন্তরে কোনো স্থানের ঘনত্ব কাঙ্খিত ঘনত্বের চেয়ে বেশি হলে সেখানে ভারী পদার্থের উপস্থিতি আশা করা যায় এবং সেখানে g এর মান স্থানীয় মানের চেয়ে বেশি হবে। আবার, তেল গ্যাস জাতীয় পদার্থ থাকলে g এর মান কম হয়।

গ



A গ্রহের P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_A = \frac{GM_A}{AP^2} = \frac{4GM_A}{d^2} \quad \left[\because AP = \frac{d}{2}\right]$$

$$= \frac{4 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 7.4 \times 10^{22}}{(1.5 \times 10^9)^2}$$

$$= 7.118 \times 10^{-4}\ \text{Nkg}^{-1}, \text{ PA বরাবর}$$

আবার,

B গ্রহের জন্য P বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_B = \frac{GM}{BP^2} = \frac{4GM_B}{d^2} \quad \left[\because BP = \frac{d}{2}\right]$$

$$= \frac{4 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 7.4 \times 10^{22}}{(1.5 \times 10^9)^2}$$

$$= 8.779 \times 10^{-6}\ \text{Nkg}^{-1}, \text{ PB বরাবর}$$

$$\therefore E_{net} = E_A - E_B$$

$$= 7.118 \times 10^{-4} - 8.779 \times 10^{-6}$$

$$= 7.03 \times 10^{-4}\ \text{N kg}^{-1}, \text{ PA বরাবর (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

কোনো গ্রহের পৃষ্ঠ হতে কোনো বস্তুকে মহাশূন্যে পাঠাতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv_e^2$

$$= \frac{1}{2}m \times \frac{2GM}{R}$$

$$= \frac{GMm}{R}$$

A গ্রহের ক্ষেত্রে, $E_{K_A} = \frac{GM_Am}{R_A}$

$$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 1000}{6400 \times 10^3}$$

$$= 6.256 \times 10^{10}\ J$$

B গ্রহের ক্ষেত্রে, $E_{K_B} = \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 7.4 \times 10^{22} \times 1000}{1600 \times 10^3}$

$$= 3.086 \times 10^9\ J$$

এখন, $\frac{E_{k_A}}{E_{k_B}} = \frac{6.256 \times 10^{10}}{3.086 \times 10^9}$

$$\Rightarrow E_{k_A} = 20.27 \times E_{k_B}$$

সুতরাং, A গ্রহপৃষ্ঠ হতে নভোযানকে মহাশূন্যে পাঠাতে B গ্রহের তুলনায় প্রায় 20.27 গুণ বেশি গতিশক্তি প্রয়োজন। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৪ একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $6x\ 10^{23}$ kg এবং 3.2×10^6 m গ্রহটি নিজ অক্ষে 6 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। ঐ গ্রহের ঘূর্ণন অক্ষের 45° অবস্থানে কোনো বিন্দুতে 100 kg ভরের একটি বস্তু রাখা হলো। $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$.

(ক) দুটি বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষণ বল কী নির্দেশ করে?

(খ) পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ অভিকর্ষ প্রাবল্যের সমান- ব্যাখ্যা কর।
[কু. বো. ২৪]

(গ) উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত?
[কু. বো. ২৪; অনুরূপ ম. বো.,দি. বো. ২৩; দি. বো. ১৯, ১৭]

(ঘ) গ্রহটির ঘূর্ণনের জন্য উক্ত স্থানে বস্তুটির ওজনের কী রূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ১৯]

সমাধান:

ক দুটি বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষন বল মহাকর্ষ বল নির্দেশ করে।

খ ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

আবার, ভূ-পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E_G = \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}$

অর্থাৎ কোনো বিন্দুতে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ একই। সুতরাং $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$ হলে $E_G = 9.8\ \text{Nkg}^{-1}$। অনুরূপভাবে, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যেকোনো উচ্চতায় অভিকর্ষ ত্বরণ $g' = 4.6\ \text{ms}^{-2}$ হলে, সেখানে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E_G = 4.6\ \text{Nkg}^{-1}$। সুতরাং, সাধারণভাবে বলা যায়, কোনো বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g\ \text{ms}^{-2}$ হলে ঐ বিন্দুতে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E_G = g\ \text{Nkg}^{-1}$।

গ আমরা জানি, অভিকর্ষ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

$$= \frac{6.67 \times 10^{11} \times 6 \times 10^{23}}{(3.2 \times 10^6)}$$

$$= 3.908\ \text{ms}^{-2}$$

সুতরাং, পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $3.908\ \text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ গ্রহটির ঘূর্ণনগতি না থাকলে গ্রহের পৃষ্ঠে বস্তুর ওজন,

$W_1 = mg_1$

$= 100 \times 3.908$

$= 390.8$ N

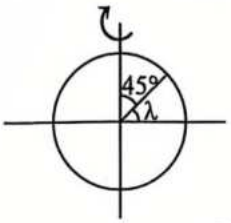
গ্রহের ঘূর্ণনের ফলে বস্তুর ওজন,

$W_2 = mg_2$

$= m(g - \omega^2 R\cos^2\lambda)$

$= mg - m\omega^2 R\cos^2\lambda$

$= 390.8 - m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R\cos^2\lambda$



$= 390.8 - \left[100 \times \left(\frac{2\pi}{6 \times 3600}\right)^2 \times 3.2 \times 10^6 \times \cos^2(90° - 45°)\right]$

$= 390.8 - 13.54$

$= 377.26$ N

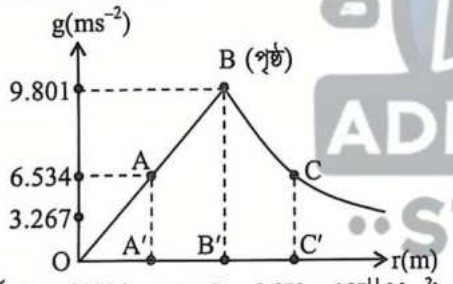
$\therefore \Delta W = W_1 - W_2$

$= 390.8 - 377.26$

$= 13.54$ N

সুতরাং গ্রহের ঘূর্ণনের জন্য বস্তুর ওজন 13.54 N হ্রাস পাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৫ পৃথিবীর মত একটি কাল্পনিক গ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g(ms^{-2})$ কেন্দ্র হতে দূরত্ব r(m) লেখচিত্রটি নিম্নরূপ:



গ্রহের ব্যাসার্ধ, R = 6500 km এবং $G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}

(ক) মেরু বা পোলার উপগ্রহ কাকে বলে?

(খ) বল ও টর্ক এক নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৪]

(গ) গ্রহটির ভর নির্ণয় কর। [চ. বো. ২৪]

(ঘ) "A′ হতে B′ এর দূরত্ব এবং B′ হতে C′ এর দূরত্ব এক নয়"– তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। [চ. বো. ২৪]

সমাধান:

ক এটি এক ধরনের কৃত্রিম উপগ্রহ যা নিরক্ষীয় মধ্যতলের পরিবর্তে মেরু মধ্যতলে ভূপৃষ্ঠ হতে 700-800 km ওপরে পৃথিবীকে প্রদক্ষিন করে। এই উপগ্রহগুলোকে মেরু বা পোলার উপগ্রহ বলে। এই উপগ্রহগুলোর আর্বতনকাল প্রায় 110 মিনিট।

খ চলন গতিতে রৈখিক ত্বরণের সাথে সংশ্লিষ্ট রাশি বল এবং ঘূর্ণনগতিতে কৌণিক ত্বরণের সাথে সংশ্লিষ্ট রাশি টর্ক।

বল স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় এবং গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়। অপরদিকে, ঘূর্ণায়মান কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং কণার ওপর প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে ঘূর্ণন বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে কণাটির ওপর প্রযুক্ত টর্ক বলে। বল প্রয়োগে বস্তুর রৈখিক ত্বরণ পরিবর্তিত হয়। অপরদিকে টর্ক প্রয়োগে বস্তুর কৌণিক ত্বরণ পরিবর্তিত হয়। তাই বল ও টর্ক এক নয়।

গ আমরা জানি,

গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

লেখচিত্র হতে পাই, $g = 9.801$ ms^{-2}

$\Rightarrow \frac{GM}{R^2} = 9.801$

$\Rightarrow \frac{6.673 \times 10^{-11} \times M}{(6500 \times 10^3)^2} = 9.801$

$\therefore M = 6.205 \times 10^{24}$ kg **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

ভূ-পৃষ্ঠ থেকে d গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_d = \left(1 - \frac{d}{R}\right)g$

এবং ভূ-পৃষ্ঠ থেকে d গভীরতায় অভিকর্ষ ত্বরণ, $g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g$

লেখচিত্র হতে পাই, $g_A = 6.534$ ms^{-2}

$\Rightarrow \left(1 - \frac{A'B'}{R}\right) \times 9.801 = 6.534$

$\Rightarrow 1 - \frac{A'B'}{6500 \times 10^3} = \frac{6.534}{9.801}$

$\Rightarrow A'B' = 2166.67 \times 10^3$ m $= 2166.67$ km

আবার, $g_c = 6.534$ ms^{-2}

$\Rightarrow \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g = 6.534$

$\Rightarrow \frac{6500}{6500 + B'C'} = 0.816$

$\Rightarrow B'C' = 1460.84$ km

$\therefore A'C' > B'C'$

সুতরাং, A′ ও B′ বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান একই হলেও A′ হতে B′ এর দূরত্ব এবং B′ হতে C′ এর দূরত্ব এক নয়। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬ দুটি গ্রহের মুক্তি বেগ যথাক্রমে 11.2 kms^{-1} এবং 5.2 kms^{-1}। প্রথম গ্রহের ভর দ্বিতীয় গ্রহের ভরের 8 গুণ। উভয় গ্রহের পৃষ্ঠ হতে 4 ms^{-1} বেগের দুটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল।

(ক) মহাকর্ষ বল কাকে বলে? [সি. বো. ২৪]

(খ) রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয় কেন? [সি. বো. ২৪]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত দুটি গ্রহের ব্যাসার্ধের অনুপাত নির্ণয় কর। [সি. বো. ২৪]

(ঘ) উভয় বস্তু নিজ গ্রহ পৃষ্ঠ হতে সমান উচ্চতায় উঠতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [সি. বো. ২৪]

সমাধান:

ক মহাবিশ্বের সকল বস্তু পরস্পর পরস্পরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

খ কোনো বস্তুকে সর্বনিম্ন যে বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে মহাশূন্যে চলে যায়, আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না সেই বেগকে মুক্তিবেগ বলে।

পৃথিবীতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ 11.2 kms^{-1}। রকেটের বেগ অনেক বেশি হলেও তা এই মুক্তিবেগের চেয়ে কম হয়। মুক্তিবেগের সমান বা তার চেয়ে বেশি হলে রকেট মহাশূন্যে বিলীন হয়ে যেত। কিন্তু বাস্তবে রকেট পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে চলে যেতে পারে না এবং প্রয়োজনে এটিকে পৃথিবীতে ফিরিয়ে আনা যায়। তাই রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ দেওয়া আছে, $M_1 = 8\ M_2$

$v_{e_1} = 11.2\ kms^{-1} = 11200\ ms^{-1}$

$v_{e_2} = 5.2\ kms^{-1} = 5200\ ms^{-1}$

আমরা জানি,

মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$\Rightarrow v_e \propto \sqrt{\frac{M}{R}}$

$\therefore \frac{v_{e_1}}{v_{e_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2} \times \frac{R_2}{R_1}}$

$\Rightarrow \left(\frac{11200}{5200}\right)^2 = \frac{8M_2}{M_2} \times \frac{R_2}{R_1}$

$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{169}{98}$

$\therefore R_1 : R_2 = 169 : 98$

সুতরাং গ্রহদ্বয়ের ব্যাসার্ধের অনুপাত 169 : 98 **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

খাড়া উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = \frac{u^2}{2g}$

$\therefore$ নির্দিষ্ট বেগে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, $h \propto \frac{1}{g}$

অতএব, $\frac{h_1}{h_2} = \frac{g_2}{g_1} = \frac{M_2}{M_1} \times \frac{R_1^2}{R_2^2}$ $\left[\because g \propto \frac{M}{R^2}\right]$

$= \frac{1}{8} \times \left(\frac{169}{98}\right)^2$ ['গ' হতে প্রাপ্ত]

$= 0.372$

$\therefore h_1 = 0.372 \times h_2$

সুতরাং উভয় বস্তু নিজ গ্রহ পৃষ্ঠ হতে সমান উচ্চতায় উঠতে পারবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৭ একজন পদার্থবিদ পৃথিবীর ঘূর্ণনের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর সম্পর্ক স্থাপনের জন্য 70 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠে 70° উত্তর অক্ষাংশে রাখলেন। পৃথিবী নিজ অক্ষে 24 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। (পৃথিবীর ভর $M = 6 \times 10^{24}$ kg, ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$m, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{11}\ Nm^2kg^{-2}$, অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.77\ ms^{-2}$)

(ক) নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র বিবৃত করো।

(খ) চন্দ্র ও পৃথিবীর মধ্যে কোন ক্ষেত্রে মুক্তিবেগ বেশি? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪]

(গ) পৃথিবী ঘূর্ণনের জন্য 70° উত্তর অক্ষাংশে বস্তুটির রৈখিক বেগ কত? [ব. বো. ২৪]

(ঘ) আবর্তনজনিত কারণে উদ্দীপকে উল্লিখিত স্থানে বস্তুটির ওজন বাড়বে না কমবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ব. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২২, ব. বো. ১৭]

সমাধান:

ক মহাবিশ্বের যেকোনো দুইটি বস্তুকণা পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বল বস্তু দুটির ভরের গুণফল সমানুপাতিক এবং এদের মধ্যকার দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। এই বল কণাদ্বয়ের সংযোগকে সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

খ আমরা জানি,

মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

অর্থাৎ মুক্তিবেগ গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে।

$\therefore \frac{v_{e_E}}{v_{e_M}} = \sqrt{\frac{M_E}{M_M} \times \frac{R_M}{R_E}}$ [চন্দ্র অপেক্ষা পৃথিবীর ভর 81 গুণ এবং ব্যাসার্ধ 4 গুণ।]

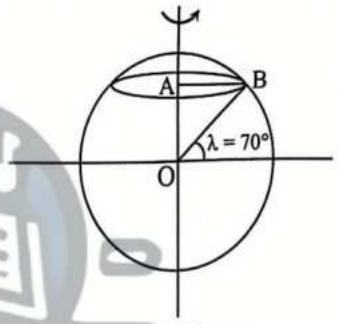
$= \sqrt{\frac{81M_M}{M_M} \times \frac{R_M}{4R_M}}$

$= \frac{9}{2}$

$\therefore v_{e_E} = 4.5\ v_{e_M}$

সুতরাং চন্দ্র ও পৃথিবীর মধ্যে পৃথিবীর মুক্তিবেগ বেশি।

গ



OB = R
AB = r

70° উত্তর অক্ষাংশে রৈখিক বেগ,

$v = \omega r$

$= \omega . AB$

$= \frac{2\pi}{T} \times OB\cos\lambda$

$= \frac{2\pi}{24 \times 3600} \times 6.4 \times 10^6 \times \cos 70°$

$= 159.18\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ ঘূর্ণনের ফলে বস্তুটির ওজন,

$W_2 = mg_2$

$= m(g - \omega^2 R\cos^2\lambda)$

$= mg - m\omega^2 R\cos^2\lambda$

$= mg - m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R\cos^2\lambda$

$= 683.9 - \left[70 \times \left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \cos^2 70°\right]$

$= 683.623\ N$

ঘূর্ণন না থাকলে ওজন, $W_1 = mg$

$= 683.9\ N$

$\therefore \Delta W = W_1 - W_2$

$= 683.9 - 683.623$

$= 0.277\ N$

সুতরাং আবর্তনজনিত কারণে বস্তুটির ওজন কমে যাবে। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৮ একটি উপগ্রহ পৃথিবীকে 12 ঘণ্টায় বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করতে পারে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$।

(ক) পার্কিং কক্ষপথ কাকে বলে?
[দি. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; য. বো. ২২; সি. বো. ১৯]

(খ) পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হঠাৎ অর্ধেক হয়ে গেল কিন্তু ভর অপরিবর্তিত রইল, সেক্ষেত্রে ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর।

(গ) পৃথিবীর কেন্দ্র হতে উপগ্রহটি কত উচ্চতায় অবস্থান করছিল নির্ণয় কর।
[দি. বো. ২৪]

(ঘ) উচ্চতার পরিবর্তন না করে উপগ্রহটিকে কত বেগ প্রদান করলে এটি ভূ-স্থির উপগ্রহে পরিণত হবে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [দি. বো. ২৪]

সমাধান:

ক ভূ-স্থির উপগ্রহের নির্দিষ্ট কক্ষপথে স্থাপনের আগে সাময়িকভাবে যে কক্ষপথে ঘুরানো হয় সেই কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে। অর্থাৎ যে ভূ-উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘণ্টা তার কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

খ মনে করি, পৃথিবীর ভর M
এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R
ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

এখন ভর, M কে অপরিবর্তিত রেখে ব্যাসার্ধ অর্ধেক $\left(R' = \frac{R}{2}\right)$ করলে
ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ হবে, $g' = \frac{GM}{R'^2} = \frac{GM}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = \frac{4GM}{R^2}$

$\therefore g' = 4g$

সুতরাং, পরিবর্তিত অবস্থায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পূর্বের 4 গুণ হবে।

গ আমরা জানি,
পৃথিবীর কেন্দ্র হতে কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা,

$$r = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$
$$= \left\{\frac{9.8 \times (6.4 \times 10^6)^2 \times (12 \times 3600)^2}{4\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}}$$
$$= 2.667 \times 10^7\ m\ \textbf{(Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,
ভূ-স্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘণ্টা
এবং কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ, $v = \frac{2\pi r}{T}$

উপগ্রহটির প্রাথমিক বেগ, $v_1 = \frac{2\pi r}{T_1} = \frac{2\pi \times 2.667 \times 10^7}{12 \times 3600}\ ms^{-1}$
$= 3878.99\ ms^{-1}$

ঐ উচ্চতায় ভূ-স্থির উপগ্রহের বেগ, $v_2 = \frac{2\pi r}{T}$
$= \frac{2\pi \times 2.667 \times 10^7}{24 \times 3600}\ ms^{-1}$
$= 1939.497\ ms^{-1}$

সুতরাং উপগ্রহটি বেগ হ্রাস করে $1939.497\ ms^{-1}$ করা হলে এটি ভূ-স্থির উপগ্রহে পরিণত হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৯ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km, পৃথিবীর নিজ অক্ষের সাপেক্ষে আবর্তনকাল 24 ঘণ্টা। ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$।

(ক) গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের ৩য় সূত্রটি লেখ।

(খ) পৃথিবীর অভ্যন্তরে ও উপরে সমান দূরত্বে 'g' এর মান সমান নয় কেন?
[ম. বো. ২৪]

(গ) পৃথিবীর 60° অক্ষাংশে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান কত? [ম. বো. ২৪]

(ঘ) যদি পৃথিবীর ঘূর্ণন বর্তমান ঘূর্ণনের চেয়ে 10 গুণ বেশি হয় তবে বিষুবীয় অঞ্চলে 'g' এর মান অর্ধেকে পরিণত হবে কি না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

সমাধান:

ক প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক ($T^2 \propto a^3$)।

খ পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে d গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_d = \left(1 - \frac{d}{R}\right)g$

এবং h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g = \left(1 - \frac{2h}{R}\right)g$ যখন $h << R$

এখন, $d = h$ হলে, $g_d = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$

ও $g_h = \left(1 - \frac{2h}{R}\right)$

$\therefore \frac{g_d}{g_h} = \frac{R-h}{R-2h}$

স্পষ্টতঃ $g_d > g_h$

সুতরাং পৃথিবীর অভ্যন্তরে ও উপরে সমান দূরত্বে g এর মান সমান নয়।

গ পৃথিবীর 60° অক্ষাংশে অভিকর্ষীয় ত্বরণ,

$g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda = g - \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R\cos^2\lambda$

$= 9.8 - \left(\frac{2\pi}{24 \times 3600}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \cos^2 60°$

$= 9.792\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ পৃথিবীর ঘূর্ণন 10 গুণ বেশি হলে, $\omega_2 = (10+1)\omega_1 = 11\omega_1$
[প্রাথমিক কৌণিক বেগ, ω_1]

স্বাভাবিক ঘূর্ণনে বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g_1 = g - \omega_1^2 R\cos^2 0°$

$= 9.8 - \left(\frac{2\pi}{24 \times 3600}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 = 9.766\ ms^{-2}$

10 গুণ বেশি ঘূর্ণনে বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g_2 = g - \omega_2^2 R\cos^2 0°$

$= 9.8 - \left(\frac{11 \times 2\pi}{24 \times 3600}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 = 5.704\ ms^{-2}$

এখন, $\frac{g_2}{g_1} = \frac{5.704}{9.766} = 0.584 \neq 0.5$

সুতরাং ঘূর্ণন 10 গুণ বেশি হলে বিষুবীয় অঞ্চলে g এর মান অর্ধেকে পরিণত হবে না। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১০ 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে স্থানান্তর করা হলো। পৃথিবীর বার্ষিক গতি এবং আহ্নিক গতি যথাক্রমে 365 days এবং 24 hours। পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যকার দূরত্ব 1.5×10^{11} m, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m, অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.81 ms^{-2}।

(ক) মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও। [রা. বো. ২৩; চ. বো., দি. বো. ১৭; য. বো. ১৬]

(খ) সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান কি-না? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৩]

(গ) সূর্যের চারপাশে পৃথিবীর বৈথিক দ্রুতি বের কর। [রা. বো. ২৩]

(ঘ) যদি আহ্নিক গতি না থাকতো তবে বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে বস্তুটি স্থানান্তরের ফলে ওজনের পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে দেখাও। [রা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক একক ভরবিশিষ্ট দুইটি বস্তুকণা একক দূরত্বে থেকে যে পরিমাণ বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে তার সংখ্যাগত মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

খ সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান নয়।

আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

যেখানে M ও R যথাক্রমে গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধ। মুক্তিবেগের সমীকরণ হতে দেখা যায়, কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে। সূর্যের প্রতিটি গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ ভিন্ন হওয়ায় এদের পৃষ্ঠের মুক্তিবেগও ভিন্ন হয়। সুতরাং, সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান নয়।

গ সূর্যের চারপাশে বৈথিক বেগ,

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{t} = \frac{2 \times \pi \times 1.5 \times 10^{11}}{365 \times 86400} = 29885.775 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ আহ্নিক গতি না থাকলে পৃথিবীর $\omega = 0$ $rads^{-1}$

এক্ষেত্রে, বিষুবীয় অঞ্চলে, $g_e = g - \omega^2 R\cos^2(0°) = g$

মেরু অঞ্চলে, $g_p = g - \omega^2 R\cos^2(90°) = g$

অর্থাৎ আহ্নিক গতি না থাকলে পৃথিবীর ঘূর্ণনজনিত কারণে g এর কোনো তারতম্য হবে না।

তবে পৃথিবীর আকৃতিজনিত কারণে g এর কিছু তারতম্য হয়।

আমরা জানি, $g = \frac{GM}{R^2}$

$\therefore g \propto \frac{1}{R^2}$

আবার, মেরুতে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R_p) < বিষুবীয় অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R_e)

$\therefore g_p > g_e$; $W_p > W_e$

অর্থাৎ পৃথিবীর আকৃতিজনিত কারণে বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে কোনো বস্তু স্থানান্তর করা হলে তার ওজন বৃদ্ধি পাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১১ চাঁদকে একটি সুষম গোলক বিবেচনা করা হলো। ধরা যাক চাঁদের কেন্দ্র হতে 2×10^6 m উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ঘূর্ণনরত আছে। চাঁদের পরিধি = 10.048×10^6 m এবং ঘনত্ব = 1742.3 kgm^{-3}।

(ক) জড়তা ভর কী?

(খ) পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন যে সূত্র মেনে চলে তা ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির বৈথিক বেগের মান নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩; অনুরূপ সি. বো. ২৩, ১৯; চ. বো. ২২; য. বো. ২২; ম. বো. ২২]

(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটিকে যদি 1.7538 kms^{-1} বেগে চাঁদের পৃষ্ঠ থেকে উৎক্ষেপণ করা হয় তাহলে তার চূড়ান্ত পরিণতি গাণিতিক বিশ্লেষণসহ উপস্থাপন করো। [কু. বো. ২৩]

সমাধান:

ক জড়তা ভর বস্তুর এমন একটি ধর্ম যা ত্বরণকে বাধা দেয়। অর্থাৎ, জড়তা ভর জড়তার পরিমাপ এবং এর মান প্রযুক্ত বল এবং উৎপন্ন ত্বরণের অনুপাতের সমান।

খ আমরা জানি, $g_h = \frac{R^2}{(R+h)^2} g$

যেখানে, g = ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ

R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

h = পৃথিবী পৃষ্ঠে হতে উচ্চতা

যদি $h << R$ হয় তবে,

$$g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g = \left(\frac{1}{1+\frac{h}{R}}\right)^2 g$$

$$= g\left(1+\frac{h}{R}\right)^{-2}$$

$$= g\left[1 + (-2)\frac{h}{R} + \frac{(-2)(-2-1)}{2!} \cdot \frac{h^2}{R^2} + \cdots\right]$$

$\therefore g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$ [$h << R$ হওয়ায় $\frac{h}{R}$ এর উচ্চঘাত উপেক্ষা করে]

গ ধরি, চাঁদের ব্যাসার্ধ R_m

$\therefore 2\pi R_m = 10.048 \times 10^6$

$$R_m = \frac{10.048 \times 10^6}{2\pi}$$

$$= 1599188.86 \text{ m}$$

$$g_m = \frac{4}{3}\pi\rho G R_m$$

$$= \frac{4}{3} \times \pi \times 1742.3 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 1599188.86$$

$$= 0.778 \text{ ms}^{-2}$$

$$v = \sqrt{\frac{gR_m^2}{R_m + h}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.778 \times (1599185.12)^2}{2 \times 10^6}}$$

$$= 997.412 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ চাঁদের মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2g_m R_m}$

$$= \sqrt{2 \times 0.788 \times 1599188.86}$$

$$= 1587.56 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 1.5875 \text{ kms}^{-1}$$

$1.7538 \text{ kms}^{-1} > v_e$

$\therefore$ বস্তুটি পরাবৃত্ত পথে চাঁদ ছেড়ে চলে যাবে। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১২ পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে 3×10^4 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ $3\ kms^{-1}$ বেগে পৃথিবীকে আবর্তন করছে।
পৃথিবীর ভর, 6×10^{24} kg
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, 6.4×10^3 km
উপগ্রহটির ভর, 1×10^3 kg এবং $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$

(ক) স্প্রিং ধ্রুবক কী? [য. বো. ২৩]

(খ) বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটিকে উল্লিখিত উচ্চতায় তুলতে কত কাজ করতে হয়েছে? [য. বো. ২৩]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহটি স্থায়ী হবে কি? বিশ্লেষণ কর। [য. বো. ২৩]

সমাধান:

ক বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য একক পরিমাণ পরিবর্তন করলে স্প্রিং এর অভ্যন্তরে দৈর্ঘ্য পরিবর্তনের বিপরীতে যে প্রত্যয়নী বলের উদ্ভব হয়, তাকে স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

খ কাজ শক্তি উপপাদ্য অনুযায়ী, কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন
ধরা যাক, v_0 বেগে গতিশীল m ভরের কোন বস্তুর উপর F ধ্রুব বল ক্রিয়া করে। ফলে বস্তুটি v বেগ প্রাপ্ত হয় এবং ঐ বস্তুটি বলের দিকে x দূরত্ব অতিক্রম করে। সুতরাং বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = Fx$। বস্তুর ত্বরণ, a হলে $F = ma$.
অতএব, $W = max$

গতির সমীকরণ অনুযায়ী, $W = m\left(\frac{v^2 - v_0^2}{2}\right) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$

কিন্তু, $\frac{1}{2}mv_0^2$ হলো বস্তুর আদি গতিশক্তি K_0 এবং $\frac{1}{2}mv^2$ হলো বস্তুর শেষ গতিশক্তি K।

$$\therefore W = K - K_0 = \Delta K$$

অর্থাৎ বল দ্বারা কৃতকাজ = বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তন।

গ কৃতকাজ W হলে,

$$W = \int_R^{R+h} \frac{GMm}{r^2} dr$$

$$W = GMm\left[\frac{1}{R} - \frac{1}{R+h}\right]$$

$$\Rightarrow W = 6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 10^3 \times \left[\frac{1}{6.4 \times 10^6} - \frac{1}{6.4 \times 10^6 + 3 \times 10^7}\right]$$

$$\therefore W = 5.155 \times 10^{10}\ J$$

অতএব, কৃত্রিম উপগ্রহটি উল্লেখিত উচ্চতায় তুলতে 5.155×10^{10} J কাজ করতে হয়েছে। **(Ans.)**

ঘ কৃত্রিম উপগ্রহ স্থায়ী হতে হলে এর উপর ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বল ও কেন্দ্রমূখী বল সমান হতে হবে।
ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বল,

$$F = \frac{GMm}{(R+h)^2}$$

$$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 1000}{(6.4 \times 10^6 + 3 \times 10^7)^2} = 302.183\ N$$

আবার, কৃত্রিম উপগ্রহটি উল্লেখিত উচ্চতায় প্রদত্ত বেগে ঘুরার জন্য প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল,

$$F_c = \frac{mv^2}{R+h} = \frac{1000 \times (3000)^2}{6.4 \times 10^6 + 3 \times 10^7} = 247.253\ N$$

দেখা যাচ্ছে, $F \neq F_c$
অতএব, উল্লেখিত উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহটি স্থায়ী হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৩ 24 ঘণ্টায় নিজ অক্ষে আবর্তনরত এ পৃথিবীতে একটি বস্তুর ওজন সর্বত্র সমান হওয়া সম্ভব নয়।
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, 6.4×10^3 km
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $9.8\ ms^{-2}$

(ক) ভারকেন্দ্র কী? [য. বো. ২৩]

(খ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যতই নিচে যাওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

(গ) পৃথিবীর মেরু বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। [য. বো. ২৩]

(ঘ) উদ্দীপকে পৃথিবীর বিষুবীয় অঞ্চলে একটি বস্তুর ওজন শূন্য হতে হলে কৌণিক বেগের মান বৃদ্ধি করতে হবে।– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [য. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো. ১৭]

সমাধান:

ক একটি বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন বস্তুর ভেতরে অবস্থিত যে বিন্দুর মধ্য দিয়ে মোট ওজন ক্রিয়া করে সেই বিন্দুকে বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র বা ভারকেন্দ্র বলে।

খ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $g_h = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$

যেখানে,
R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ
g = ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ
সূত্র হতে দেখা যায় h এর মান বৃদ্ধি পেলে $\left(1 - \frac{h}{R}\right)$ এর মান হ্রাস পায়, ফলে g_h এর মানও হ্রাস পায়।

$$g_h = g - h \times \frac{g}{R}$$

$$\Rightarrow g_h = -\frac{g}{R}h + g$$

$$\therefore y = -mx + c$$

লেখচিত্র হতে স্পষ্ট যে, h এর মান বৃদ্ধি পেতে থাকলে g_h হ্রাস পায়।

গ $g_p = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$$= 9.8 - \left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \{\cos(90°)\}^2$$

$$= 9.8\ ms^{-2}\ \textbf{(Ans.)}$$

ঘ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$$= \frac{2\pi}{86400}$$

$$= 0.0000727\ rads^{-1}$$

আবার, $g' = g - \omega'^2 R\cos^2\lambda$ [$\because$ পৃথিবীর কেন্দ্রে, $g' = 0$]

$$\Rightarrow 0 = 9.8 - \omega'^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \cos^2(0)$$

$$\Rightarrow \omega' = 0.001237\ rads^{-1}$$

বা, $\frac{\omega'}{\omega} = \frac{0.001237}{0.0000727}$

$$= 17.015$$

$\therefore$ কৌণিক বেগ পূর্বের 17.015 গুণ করলে বিষুবীয় অঞ্চলে একটি বস্তুর ওজন শূন্য হবে। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৪ সূর্য ও পৃথিবীর ভর যথাক্রমে 2×10^{30} kg ও 6×10^{24} kg। পৃথিবী হতে সূর্যের দূরত্ব 1.5×10^{11} m।

(ক) কোনো মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের ২ টি বিন্দুর বিভব পার্থক্য কী নির্দেশ করে? [য. বো. ২৩]

(খ) ঘূর্ণনরত পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে গেলে এর বেগ কমে যায় কেনো? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২২]

(গ) সূর্য ও পৃথিবীর সংযোগরেখার মধ্যবিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের মান বের করো। [চ. বো. ২৩]

(ঘ) পৃথিবী ও সূর্যের সংযোগকারী সরলরেখার উপর একাধিক বিন্দুতে প্রাবল্যের মান শূন্য হওয়া সম্ভব কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [চ. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলতে বুঝায় একটি একক ভরের বস্তুকে এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে নিতে কোনো বাহ্যিক বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমান।

খ আমরা জানি, সূর্যকে প্রদক্ষিণকালে পৃথিবীর কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

অর্থাৎ, $L_1 = L_2$

$\Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2$

$\Rightarrow v_1r_1 = v_2r_2$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2}{r_1}$

$\therefore v \propto \frac{1}{r}$

অর্থাৎ, পৃথিবীর বেগ, সূর্য হতে এর দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক। পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে আসলে r এর মান বৃদ্ধি পাবে এবং সেক্ষেত্রে বেগ (v) হ্রাস পাবে।

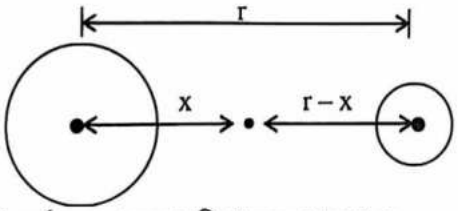
গ $V = V_S + V_E = -\frac{GM_S}{\frac{d}{2}} - \frac{GM_E}{\frac{d}{2}}$

$= -\frac{6.673 \times 10^{-11}}{\frac{1.5 \times 10^{11}}{2}} (2 \times 10^{30} + 6 \times 10^{24})$

$= -1.779 \times 10^9$ J

$\therefore$ সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের মান -1.779×10^9 J **(Ans.)**

ঘ



ধরি, সূর্য হতে x দূরত্বে লব্ধি প্রাবল্যের মান শূন্য।

$\therefore E_1 = E_2$

$\Rightarrow \frac{GM}{x^2} = \frac{Gm}{(r-x)^2}$ [যেখানে, সূর্যের ভর = M এবং পৃথিবীর ভর = m]

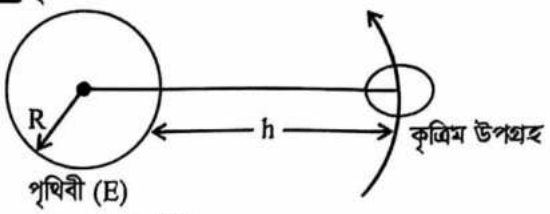
$\Rightarrow \frac{r-x}{x} = \sqrt{\frac{m}{M}}$

$\Rightarrow \frac{r}{x} = \sqrt{\frac{m}{M}} + 1$

$\Rightarrow x = \frac{r}{\sqrt{\frac{m}{M}} + 1} = \frac{1.5 \times 10^{11}}{\sqrt{\frac{6 \times 10^{24}}{2 \times 10^{30}}} + 1}$

$\Rightarrow x = 1.4974 \times 10^{11}$ m **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৫ দৃশ্যকল্প-১:



পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}

কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা, $h = 3.46 \times 10^6$ m

দৃশ্যকল্প-২: বাংলাদেশের প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহ বঙ্গবন্ধু-১, যা ১১ মে ২০১৮ কেনেডি স্পেস সেন্টার থেকে উৎক্ষেপণ করা হয়। 350 kg ভরের উপগ্রহটি পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 300 km উচ্চতায় স্থাপন করা হয়।

(ক) তল ভেক্টর কাকে বলে? [সি. বো. ২৩]

(খ) মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠ হতে বৃহস্পতির পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ বেশি– ব্যাখ্যা করো। [সি. বো. ২৩]

(গ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপগ্রহটিকে মুক্ত করতে কত শক্তির প্রয়োজন? [দৃশ্যকল্প-২ অনুযায়ী]

(ঘ) উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ সাহায্যে মতামত দাও। [দৃশ্যকল্প-১ অনুযায়ী]

[সি. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ২২; দি. বো. ২২; য. বো. ২২, ১৯]

সমাধান:

ক যেকোনো সমতলের উপর অঙ্কিত অভিলম্বকে ঐ তলের তল ভেক্টর বলে।

খ মুক্তিবেগ,

$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$v_e = \sqrt{\frac{2G\rho\frac{4}{3}\pi R^3}{R}}$

$v_e \propto R$

গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে, ব্যাসার্ধ পরিবর্তনের সাথে সাথে গ্রহের ঘনত্ব পরিবর্তন না হলে মুক্তিবেগ গ্রহের ব্যাসর্ধের সমানুপাতিক। অর্থাৎ সেক্ষেত্রে গ্রহের ব্যাসার্ধ বাড়লে মুক্তিবেগ বাড়বে।

যেহেতু বৃহস্পতি গ্রহের ব্যাসার্ধ মঙ্গল গ্রহের ব্যাসার্ধ অপেক্ষা বেশি। তাই বৃহস্পতি গ্রহের মুক্তিবেগ মঙ্গল গ্রহের তুলনায় বেশি।

গ পৃথিবীর মুক্তিবেগ, $v_e = 11.2$ kms^{-1}

$E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 350 \times (11.2 \times 1000)^2 = 2.19 \times 10^{10}$ J **(Ans.)**

ঘ $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$

$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{(6.4 \times 10^6 + 3.46 \times 10^6)^3}{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}}$

$\Rightarrow T = 9722.077$ s

$\Rightarrow T = 2.7$ hr

$\therefore T \neq 24$ hr

সুতরাং উপগ্রহটি ভূস্থির উপগ্রহ হবে না। কেননা ভূ-স্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 hr। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৬ পৃথিবীর ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $M = 6 \times 10^{24}$ kg এবং $R = 6.4 \times 10^{6}$ m। পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে 700 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ আবর্তন করছে। [$G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}]

(ক) টেনশন বল কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

(খ) চাঁদে মানুষ বসবাস করতে পারে কি না? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ নির্ণয় কর। [ব. বো. ২৩]

(ঘ) উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি মহাশূন্যে মিলিয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা আছে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সঠিক সিদ্ধান্ত দাও। [ব. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুকে যখন দড়ি বা তার দিয়ে টানা হয় তখন প্রযুক্ত বলের বিপরীতে যে বল ক্রিয়া করে তাকে টেনশন বল বা টান বল বলে।

খ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধ কম হওয়ায়, চাঁদের মুক্তিবেগের মানও কম। ফলে চাঁদ কোনো প্রকার বায়ুমন্ডলকে ধরে রাখতে পারে না। তাই মানুষের শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেন গ্যাস চাঁদে অনুপস্থিত। ফলে চাঁদে স্থায়ীভাবে মানুষ বসবাস করতে পারে না।

গ $$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$$
$$= \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^{6} + 700 \times 10^{3}}}$$
$$= 7509.43 \text{ ms}^{-1}$$

কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a_c = \frac{v^2}{r}$

$$= \frac{(7509.43)^2}{(6.4 \times 10^{6} + 700 \times 10^{3})}$$
$$= 7.94 \text{ ms}^{-2} \textbf{ (Ans.)}$$

ঘ উপগ্রহের বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^{6} + 700 \times 10^{3}}}$$
$$\Rightarrow v = 7509.43 \text{ ms}^{-1}$$
$$\therefore v = 7.509 \text{ kms}^{-1}$$

আবার, R + h উচ্চতায় মুক্তিবেগ,

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R+h}} = 10619.93 \text{ ms}^{-1}$$
$$\Rightarrow v_e = 10.62 \text{ kms}^{-1}$$

$\therefore v < v_e$ হওয়ায় উপগ্রহটির মহাশূন্যে মিলিয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা নেই। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৭ পৃথিবীর ভর 6×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.4×10^{6} m। 80 kg ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূ-পৃষ্ঠ হতে 200 km উচ্চতায় তুলে এর মধ্যে 4.5×10^{9} Joule গতিশক্তি সঞ্চারিত করা হলো।

[$G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}, $g = 9.8$ ms^{-2}]

(ক) মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কাকে বলে? [দি. বো. ২৩; য. বো. ১৭]

(খ) কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল 12 N বলতে কী বোঝায়? [দি. বো. ২৩]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল নির্ণয় করো। [দি. বো. ২৩; অনুরূপ য. বো. ১৯]

(ঘ) উদ্দীপকে উপগ্রহটিকে মহাশূন্যে পাঠানোর জন্য গতিশক্তির পরিবর্তন করতে হবে কিনা–গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [দি. বো. ২৩]

সমাধান:

ক মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ভর সম্পন্ন একটি বস্তু স্থাপন করলে বস্তুটি যে আকর্ষণ বল অনুভব করে তাই ঐ ক্ষেত্রের দরুন ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় প্রাবল্য।

খ কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল 12 N বলতে বোঝায় যে, 1 Kg ভরের কোনো বস্তুর উপর 12 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করতে যে বল ক্রিয়াশীল আছে। অন্যভাবে বলা যায়, 12 Kg ভরের বস্তুর উপর 1 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করতে যে বল ক্রিয়াশীল আছে তাকেই বোঝায়।

গ $$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$$
$$= 2\pi\sqrt{\frac{(6.4 \times 10^{6} + 200 \times 10^{3})^3}{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}}$$
$$= 5324.275 \text{ s } \textbf{(Ans.)}$$

ঘ উপগ্রহটিকে মহাশূন্যে পাঠানোর জন্য প্রয়োজনীয় গতিশক্তি,

$$E_K = GMm\left[\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right]$$
$$\Rightarrow E_K = 6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 80 \times \left[\frac{1}{6.4 \times 10^{6} + 200 \times 10^{3}} - \frac{1}{\infty}\right]$$
$$\therefore E_K = 4.85 \times 10^{9} \text{ J}$$

$\therefore$ মহাশূন্যে পাঠাতে গতিশক্তি বৃদ্ধি করতে হবে,

$$(4.85 - 4.5) \times 10^{9} \text{ J} = 3.5 \times 10^{8} \text{ J } \textbf{(Ans.)}$$

প্রশ্ন ▶ ১৮ পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 500 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.81 ms^{-2}।

(ক) মহাকর্ষীয় বিভব কাকে বলে? [রা. বো. কু. বো. ২২; য. বো. ১৯; ঢা. বো. ১৭]

(খ) পৃথিবীর ঘনত্বের পরিবর্তনে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হবে কী? [রা. বো. ২২; চ. বো. ১৯]

(গ) উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। [রা. বো. ২২; অনুরূপ ব. বো. ১৯]

(ঘ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূস্থির উপগ্রহে রূপান্তর সম্ভব কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। [রা. বো. ২২; অনুরূপ ব. বো. ১৯]

সমাধান:

ক একক ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব থেকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব।

খ আমরা জানি,

পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$ ..... (i)

আবার, $M = \rho V = \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3$

M এর মান (i) এ বসিয়ে পাই,

$$g = \frac{G \times \frac{4}{3}\pi R^3 \times \rho}{R^2}$$
$$= \frac{4}{3}\pi\rho GR$$

এখানে, $g \propto \rho$। অর্থাৎ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ ও ঘনত্বের একটি সমানুপাতিক সম্পর্ক রয়েছে। সুতরাং, পৃথিবীর ঘনত্বের পরিবর্তনের অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হবে।

গ কৃত্রিম উপগ্রহের h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_h = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = 9.81 \times \left(\frac{6.4 \times 10^{6}}{6.4 \times 10^{6} + 500 \times 1000}\right)^2$$
$$= 8.44 \text{ ms}^{-2} \textbf{ (Ans.)}$$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{(6.4\times10^6 + 500\times10^3)^3}{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}}$

$= 5681.18s$

$= 1.57\ hr$

কিন্তু ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল $T' = 24$ hr। অতএব, উপগ্রহটি ভূস্থির উপগ্রহের ন্যায় আচরণ করে না।

ভূস্থির উপগ্রহ হওয়ার ক্ষেত্রে,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$

$\Rightarrow 24\times3600 = 2\pi\sqrt{\frac{(6.4\times10^6+h)^3}{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}}$

$\Rightarrow h \approx 36000\ km$

$\therefore$ উপগ্রহটিকে আরো (36000 – 500) = 35500 km উপরে উঠালে উপগ্রহটি ভূস্থির উপগ্রহে পরিণত হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৯ সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর কক্ষপথ উপবৃত্তাকার। সূর্য হতে পৃথিবীর নিকটতম ও দূরতম দূরত্ব যথাক্রমে 1.47×10^{14} m এবং 1.52×10^{14} m। একজন শিক্ষার্থী হিসাব করে বলল পৃথিবীকে নিকটতম হতে দূরতম দূরত্বে সরাতে মহাকর্ষ বলের বিরুদ্ধে 1.8×10^{29}J কাজ সম্পাদন করতে হয়। সূর্য ও পৃথিবীর ভর যথাক্রমে 2×10^{30} kg এবং 5.96×10^{24} kg.

(ক) অভিকর্ষ কেন্দ্র কাকে বলে?

(খ) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে h বনাম t^2 লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২]

(গ) সূর্য হতে ন্যূনতম দূরত্বে পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখী বল নির্ণয় কর। [কু. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত শিক্ষার্থীর হিসাবের যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ২২]

সমাধান:

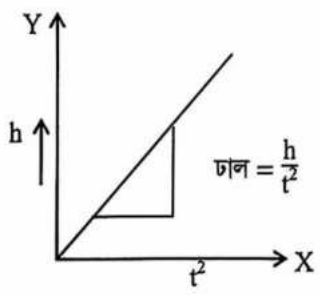
ক কোনো বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে বিশেষ বিন্দুর মধ্য দিয়ে বস্তুর উপর সর্বদা ক্রিয়া করে ঐ বিন্দুকে বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র বা ভারকেন্দ্রে বলে।

খ X অক্ষ বরাবর t^2 এবং Y অক্ষ বরাবর h নিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করলে মূল বিন্দুগামী একটি সরলরেখা পাওয়া যায়। এই সরলরেখার বিভিন্ন বিন্দুতে কয়েকটি ঢাল নির্ণয় করা হয়।

দেখা যায় যে, প্রতিক্ষেত্রে, $\frac{h}{t^2}$ = ঢাল = ধ্রুবক হয়

বা, h = ধ্রুবক $\times t^2$

বা, $h \propto t^2$



গ এখানে,

সূর্যের ভর, $M_s = 2\times10^{30}$ kg

পৃথিবীর ভর, $M_e = 5.96\times10^{24}$ kg

নিকটতম দূরত্ব, $h = 1.47\times10^{14}$ m

যেখানে,

$F_C = F_G$ [কেন্দ্রমুখী বলই মহাকর্ষ বল]

$= \frac{GM_sM_e}{h^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times2\times10^{30}\times5.96\times10^{24}}{(1.47\times10^{14})^2}$

$= 3.68\times10^{16}$ N **(Ans.)**

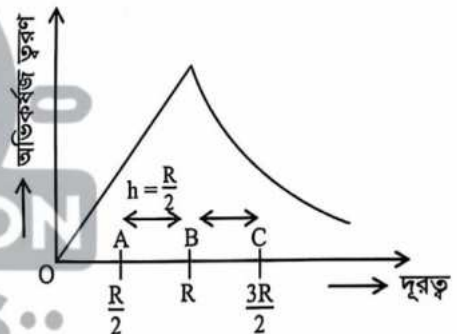
ঘ কৃতকাজ, $W = GMm\left[\frac{1}{r_i} - \frac{1}{r_f}\right]$

$\Rightarrow W = 6.673\times10^{-11}\times2\times10^{30}\times5.96\times10^{24}\times\left[\frac{1}{1.47\times10^{14}} - \frac{1}{1.52\times10^{14}}\right]$

$\Rightarrow W = 1.78\times10^{29}\ J \approx 1.8\times10^{29}\ J$

অর্থাৎ উদ্দীপকে উল্লিখিত শিক্ষার্থীর হিসাব যথার্থ। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২০ দূরত্বের সাপেক্ষে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র নিম্নে প্রদত্ত হলো:



পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4\times10^6$ m, পৃথিবীর ভর $M = 6\times10^{24}$ kg এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673\times10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$।

(ক) অশ্বক্ষমতা কী? [সি. বো. ২২]

(খ) একই কক্ষপথে স্থাপিত দুটি ভিন্ন ভরের স্যাটেলাইটের বেগ কি একই হবে না ভিন্ন হবে?– ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২২]

(গ) যখন কোনো বস্তু A বিন্দুতে অবস্থান করে তখন অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। [সি. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত A ও C বিন্দুর মধ্যে এবং কোথায় কোনো একটি বস্তু বেশি ওজন অনুভব করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [সি. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো যন্ত্র বা ব্যক্তি প্রতি সেকেন্ডে যদি 746 J কাজ সম্পাদন করতে পারে তবে তার ক্ষমতাকে 1 অশ্বক্ষমতা বলে।

খ পৃথিবী ও উপগ্রহের মধ্যবর্তী মহাকর্ষ বল, উপগ্রহের কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়।

$\therefore F_G = F_C$

$\Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

এখানে,
M = পৃথিবীর ভর
r = পৃথিবীর কেন্দ্র হতে উপগ্রহের দূরত্ব
m = উপগ্রহের ভর

উপগ্রহের বেগ-এর সমীকরণ হতে দেখা যায়, সমীকরণে উপগ্রহের ভর (m) অনুপস্থিত। অর্থাৎ, উপগ্রহের বেগ তার ভরের উপর নির্ভর করে না। সুতরাং, একই কক্ষপথে স্থাপিত সকল স্যাটেলাইটের বেগ সমান হবে।

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ লেখচিত্র অনুযায়ী A বিন্দুটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে গভীরে তাই,

$g_d = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$ '[যেখানে, $d = \frac{R}{2}$]

$g_d = g\left(1 - \frac{\frac{R}{2}}{R}\right) = 4.9\ m/s^2$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' থেকে প্রাপ্ত A বিন্দুতে $g_1 = 4.9\ ms^{-2}$

অর্থাৎ ওজন, $W_1 = mg_1 = 4.9\ m\ N$ [বস্তুটির ভর = m ধরে]

C বিন্দুতে, $g_2 = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$

$g_2 = \left(\frac{R}{R+\frac{R}{2}}\right)^2 \times g$ [চিত্রানুযায়ী, $h = \frac{3R}{2} - R = \frac{R}{2}$]

$= \left(\frac{2}{3}\right)^2 \times g = \frac{4}{9} \times 9.8 = 4.36\ ms^{-2}$

C বিন্দুতে, $W_2 = mg_2$

$= 4.36m\ N$

দেখা যাচ্ছে, $W_1 > W_2$

∴ C তে কম ওজন হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২১ A এবং B একই উপাদান এবং একই গড় ঘনত্ববিশিষ্ট দুটি গ্রহ (কাল্পনিক)। A এর ভর 5.93×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.93×10^6 m এবং B এর ব্যাসার্ধ 3×10^6 m।

(ক) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র কী? [ব. বো. ২২]

(খ) কখন বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২২]

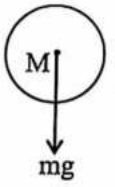
(গ) A গ্রহের পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। [ব. বো. ২২]

(ঘ) A এবং B উভয় গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান কি একই হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। [ব. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর চারপাশে যে অঞ্চলব্যাপী এর মহাকর্ষীর প্রভাব বজায় থাকে, অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু রাখলে সেটি আকর্ষণ বল লাভ করে, তাকে বস্তুর মহাকর্ষীর ক্ষেত্র বলে।

খ বস্তু কণাগুলোর সমস্ত ভরকে একটি মাত্র বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত মনে করলে ঐ বিন্দুর মধ্যে দিয়েই সমস্ত কণার উপর ক্রিয়ারত সমান্তরাল বলসমূহের লব্ধি ক্রিয়া করছে বলে বিবেচনা করা হয়। ঐ বিন্দুকেই বস্তুর ভরকেন্দ্র বলে। অন্যদিকে, কোন বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে নির্দিষ্ট বিন্দুর মধ্য দিয়ে বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে বস্তুর ভারকেন্দ্র বলে। বস্তুর আকৃতি সুষম হলে এবং বস্তুর বিভিন্ন বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ সমান হলে বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়।



M বিন্দুটি m ভরের বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র উভয়ই।

গ A গ্রহের পৃষ্ঠের কোন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব,

$V_A = -\frac{GM_A}{R_A}$

$= -\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 5.93 \times 10^{24}}{6.93 \times 10^6}$

$= -5.71 \times 10^7\ J/kg$ **(Ans.)**

এখানে,
গ্রহের ভর,
$M_A = 5.93 \times 10^{24}$
ব্যাসার্ধ,
$I_A = 6.93 \times 10^6$ m

ঘ A গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য,

$E_A = -\frac{GM_A}{R_A^2}$

$= -\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 5.93 \times 10^{24}}{(6.93 \times 10^6)^2}$

$= -8.24\ Nkg^{-1}$

এখানে, $\rho_A = \rho_B$

$\Rightarrow \frac{M_A}{V_A} = \frac{M_B}{V_B}$

$\Rightarrow \frac{M_A}{\frac{4}{3}\pi R_A^3} = \frac{M_B}{\frac{4}{3}\pi R_B^3}$

$\Rightarrow M_B = M_A \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3 = 5.93 \times 10^{24} \times \left(\frac{3 \times 10^6}{6.93 \times 10^6}\right)^3$

$\therefore M_B = 481.08 \times 10^{21}$ kg

B গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য,

$E_B = -\frac{GM_B}{R_B^2} = -\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 481.08 \times 10^{21}}{(3 \times 10^6)^2}$

$= -3.57\ Nkg^{-1}$

অর্থাৎ, $E_A \neq E_B$

∴ মহকর্ষীয় প্রাবল্যের মান সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২২ পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24} kg এবং 6400 km। এর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$। এর পৃষ্ঠ থেকে একটি উপগ্রহকে 700 km উচ্চতায় তোলা হলো।

(ক) অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে?

(খ) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে দূরত্বের সাপেক্ষে মহাকর্ষীয় বিভবের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।

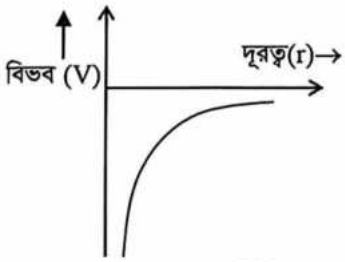
(গ) পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় উপগ্রহের ওজন পৃথিবী পৃষ্ঠের ওজনের 80% হবে? নির্ণয় কর। [চ. বো. ১৯]

(ঘ) উদ্দীপকের উৎক্ষেপিত উপগ্রহটি চাঁদের মতো উপগ্রহ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। [চ. বো. ১৯, ১৭]

সমাধান:

ক বস্তুতে অভিকর্ষ বল কর্তৃক যে ত্বরণ উৎপন্ন হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ আমরা জানি, মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -\frac{GM}{r}$



সুতরাং দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে $\frac{GM}{r}$ এর মান দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে কমে কিন্তু মহাকর্ষীয় বিভব ঋণাত্মক হওয়ায় মহাকর্ষীয় বিভব (V) এর মান বাড়ে। অসীম দূরত্বের জন্য $r = \infty$ হলে $V = 0$ অর্থাৎ বিভব শূন্য হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ ধরি, পৃথিবী থেকে h উচ্চতায় উপগ্রহের ওজন পৃথিবী পৃষ্ঠের ওজনের 80% হবে।

$W = mg$ ..... (i)

$W_h = mg_h$ ..... (ii)

(i) ÷ (ii) করে পাই,

$$\frac{W}{W_h} = \frac{g}{g_h}$$

$$\Rightarrow \frac{W}{W \times 80\%} = \frac{g}{g_h}$$

$$\Rightarrow \frac{100}{80} = \frac{g}{g_h}$$

আবার, $g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$

$$\Rightarrow 0.8\,g = \left(\frac{6.4 \times 10^6}{6.4 \times 10^6 + h}\right)^2 \times g$$

$\therefore h = 7.554 \times 10^5 \text{m}$ **(Ans.)**

ঘ উপগ্রহটির আবর্তনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$$

$$= 2 \times 3.1416 \sqrt{\frac{(6.4 \times 10^6 + 700 \times 10^3)^3}{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}}$$

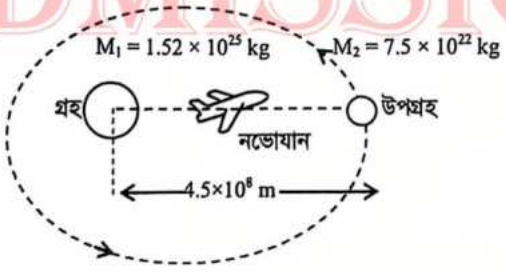
$= 5.94 \times 10^3$ সে.

= 1.65 ঘন্টা

= 1 ঘন্টা 39 মিনিট

যেহেতু চাঁদ প্রায় 27.321 দিনে পৃথিবীর চারিদিকে একটি পূর্ণ আবর্তন সম্পন্ন করে তাই উৎক্ষেপিত উপগ্রহটি চাঁদের মতো উপগ্রহ হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৩



উপরের উদ্দীপকটি লক্ষ কর।

(ক) কৌণিক ত্বরণ কাকে বলে? [সম্মিলিত বো. ১৮]

(খ) বাঁধাহীনভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে দূরত্ব বনাম সময় লেখচিত্রের প্রকৃতি কিরূপ হবে? [অনুরূপ কু. বো. ২২]

(গ) উপগ্রহটির বেগ নির্ণয় কর। [সম্মিলিত বো. ১৮; অনুরূপ সি. বো. ১৭]

(ঘ) গ্রহ থেকে উপগ্রহের দিকে যাওয়ার পথে কোনো স্থানে নভোযানটির উপর লব্ধি বল শূন্য হবে কিনা– গাণিতিকভাবে সিদ্ধান্ত দাও। [সম্মিলিত বো. ১৮]

সমাধান:

ক সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে সময়ের সাথে বস্তুর কৌণিক বেগের পরিবর্তনের হারকে কৌণিক ত্বরণ বলে।

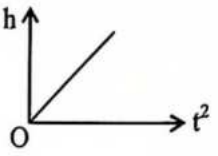
খ গ্যালিলিওর পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রানুসারে– "স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে, তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক"।

অর্থাৎ, $h \propto t^2$

$\Rightarrow h = kt^2$ [k = সমানুপাতিক ধ্রুবক]

$\therefore y = mx$ ধরণের লেখচিত্র।

এটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা যার ঢাল k = ধ্রুবক



গ দেওয়া আছে, গ্রহের ভর, $M_1 = 1.52 \times 10^{25}$ kg

উপগ্রহের ভর, $M_2 = 7.5 \times 10^{22}$ kg

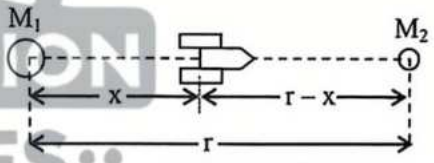
গ্রহের কেন্দ্র হতে উপগ্রহের কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বা উপগ্রহের কক্ষের ব্যাসার্ধ, $r = 4.5 \times 10^8$m

আমরা জানি, উপগ্রহের বেগ,

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 1.52 \times 10^{25}}{4.5 \times 10^8}}$$

$= 1501.33\ \text{ms}^{-1} = 1.5\ \text{kms}^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ



মনে করি, গ্রহ থেকে উপগ্রহের দিকে যাওয়ার পথে গ্রহ হতে x দূরত্বে কোনো স্থানে নভোযানটির উপর লব্ধি বল শূন্য হবে।

শর্তমতে, $F_{M_1} = F_{M_2}$

$$\Rightarrow \frac{GM_1m}{x^2} = \frac{GM_2m}{(r-x)^2}$$ [ধরি, নভোযানের ভর = m]

$$\Rightarrow \left(\frac{r-x}{x}\right)^2 = \frac{M_2}{M_1}$$

$$\Rightarrow \frac{r-x}{x} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\Rightarrow \frac{r}{x} - 1 = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$$

$$\Rightarrow \frac{r}{x} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} + 1$$

$$\Rightarrow x = \frac{r}{\sqrt{\frac{M_2}{M_1}} + 1}$$

$$\Rightarrow x = \frac{4.5 \times 10^8}{\sqrt{\frac{7.5 \times 10^{22}}{1.52 \times 10^{25}}} + 1}$$

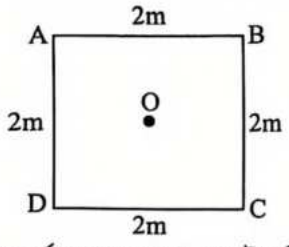
$\Rightarrow x = 4.2 \times 10^8$m

$\therefore$ গ্রহ থেকে উপগ্রহের দিকে যাওয়ার পথে গ্রহ হতে 4.2×10^8m দূরে নভোযানটির উপর লব্ধি বল শূন্য হবে। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২৪



2m বাহুবিশিষ্ট ABCD বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র O এবং উক্ত বিন্দুতে 1 kg ভরের বস্তু রাখা আছে। A, B, C ও D বিন্দুতে যথাক্রমে 4kg, 4kg, 2kg ও 2kg ভরের চারটি বস্তু রাখা আছে। [$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$]

(ক) মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা লিখ।

(খ) পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্বের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৭]

(গ) 'O' বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। [কু. বো. ১৭]

(ঘ) 'O' বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকবে কি না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ১৭]

সমাধান:

ক মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা: $[G] = [M^{-1}T^{-2}L^3]$

খ আমরা জানি,

অভিকর্ষজ ত্বরন, $g = \frac{GM}{R^2}$

এখানে, ভূপৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g' = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$$

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{R-h}{R} = \frac{d}{R} \quad [\text{যেখানে, } d = R - h = \text{ভূকেন্দ্র হতে দূরত্ব}]$$

$$\Rightarrow g' = \frac{d}{R} \times g$$

$\therefore g' \propto d$

অর্থাৎ, পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্বের সমানুপাতিক।

গ দেওয়া আছে, বর্গের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য, $a = 2m$

এবং ভর, $M_A = 4kg$

$M_B = 4kg$

$M_C = 2kg$

$M_D = 2kg$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$

কেন্দ্র O হতে A বিন্দুর দূরত্ব, $r_A = \frac{2\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2}\ m$

$\therefore r_A = r_B = r_C = r_D = \sqrt{2}\ m$

আমরা জানি, মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -\frac{GM}{r}$

$\therefore$ O বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব,

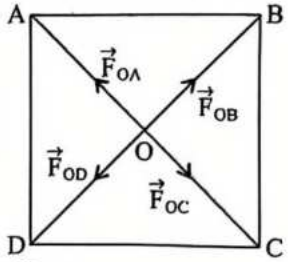
$$V = -\frac{Gm_A}{r_A} - \frac{Gm_B}{r_B} - \frac{Gm_C}{r_C} - \frac{Gm_D}{r_D}$$

$$= -\frac{G}{r}(m_A + m_B + m_C + m_D)$$

$$= -\frac{6.673 \times 10^{-11}}{\sqrt{2}} \times (4+4+2+2)$$

$$= -5.66 \times 10^{-10}\ JKg^{-1}$$ **(Ans.)**

ঘ O বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকবে যদি ঐ বিন্দুতে কার্যরত নীট বল শূন্য হয়।



AC কর্ণ বরাবর লব্ধি বল,

$$\Sigma F_1 = F_{OA} - F_{OC}$$

$$= \frac{Gm_Am}{r_A^2} - \frac{Gm_Cm}{r_C^2} \quad [\text{যেখানে, O বিন্দুতে ভর, } m = 1kg]$$

$$= \frac{Gm}{r^2}(m_A - m_C) = \frac{G \times 1}{(\sqrt{2})^2} \times (4-2) = G$$

BD কর্ণ বরাবর লব্ধি বল,

$$\Sigma F_2 = F_{OB} - F_{OD} = \frac{Gm_Bm}{r_B^2} - \frac{Gm_Dm}{r_D^2} = \frac{Gm}{r^2}(m_B - m_D)$$

$$= \frac{G \times 1}{(\sqrt{2})^2} \times (4-2) = G$$

$\therefore$ O বিন্দুতে লব্ধি বল,

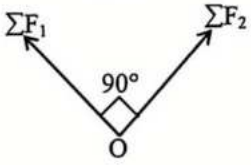
$$\Sigma F = \sqrt{(\Sigma F_1)^2 + (\Sigma F_2)^2}$$

$$= \sqrt{(G)^2 + (G)^2}$$

$$= \sqrt{2}\,G$$

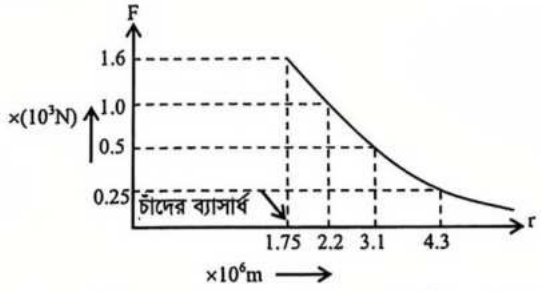
$$= \sqrt{2} \times 6.673 \times 10^{-11}$$

$$= 9.437 \times 10^{-11}\ N$$



যেহেতু O বিন্দুতে নীট বল কার্যরত ফলে ঐ বিন্দুতে 1kg বস্তুটি ভরের স্থির থাকবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৫ লেখচিত্রে দেখানো হল চন্দ্রের কেন্দ্র থেকে দূরত্ব r, চন্দ্র পৃষ্ঠের উপরের বিভিন্ন দূরত্বের সাথে 1000 kg ভরের একটি বস্তুর উপর চন্দ্রের অভিকর্ষজ বল F এর পরিবর্তন।



দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m, পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$, $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$.

(ক) গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি লিখ। [য. বো. ১৭]

(খ) পৃথিবীর ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে টর্ক না থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ১৭]

(গ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে চন্দ্রের ভর নির্ণয় কর। [য. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে পৃথিবীর পৃষ্ঠ ও চন্দ্র পৃষ্ঠ থেকে 2.55×10^6m উচ্চতায় ঐ বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বলের তুলনা কর। [য. বো. ১৭]

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সমাধান:

ক গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি হলো গ্রহ এবং সূর্যের সংযোজক সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

খ ঘূর্ণনগতিতে কৌণিক ত্বরনের সাথে সংশ্লিষ্ট রাশি হলো টর্ক। আমরা জানি, টর্ক, $\tau = I\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ অর্থাৎ, টর্ক কৌণিক বেগের পরিবর্তন ঘটায় বা কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করে। সমকৌণিক বেগের ক্ষেত্রে $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = 0$ ফলে $\tau = 0$। যেহেতু পৃথিবী সমকৌণিক বেগে ঘুরছে, সেহেতু এর উপর কোনো টর্ক ক্রিয়া করে না।

গ দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, m = 1000 kg
উদ্দীপকের লেখচিত্র হতে পাই,
চন্দ্রের ব্যাসার্ধ, $R_m = 1.75 \times 10^6$m
চন্দ্রের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ বল, $F = 1.6 \times 10^3$N
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2Kg^{-2}$
চন্দ্রের ভর, M_m = ?
আমরা জানি, $F = \frac{GM_m m}{(R_m)^2}$

$$\Rightarrow M_m = \frac{FR_m^2}{Gm} = \frac{1.6 \times 10^3 \times (1.75 \times 10^6)^2}{6.673 \times 10^{-11} \times 1000}$$
$$= 7.34 \times 10^{22}\ kg\ \textbf{(Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_e = 6.4 \times 10^6$m
পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_e = 9.8\ ms^{-2}$
চাঁদ বা পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে উচ্চতা , $h = 2.55 \times 10^6$ m
পৃথিবী পৃষ্ঠে হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_e' = \left(\frac{R_e}{R_e + h}\right)^2 \times g_e$$
$$= \left(\frac{6.4 \times 10^6}{6.4 \times 10^6 + 2.55 \times 10^6}\right)^2 \times 9.8$$
$$= 5.0112\ ms^{-2}$$

চন্দ্রে পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_m = \frac{F}{m}$$
$$= \frac{1.6 \times 10^3}{1000}$$ [উদ্দীপকের লেখ হতে]
$$= 1.6\ ms^{-2}$$

চন্দ্র পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরন,

$$g_m' = \left(\frac{R_m}{R_m + h}\right)^2 \times g_m$$
$$= \left(\frac{1.75 \times 10^6}{1.75 \times 10^6 + 2.55 \times 10^6}\right)^2 \times 1.6$$
$$= 0.265\ ms^{-2}$$

পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষ বল F_e ও চন্দ্র পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষ বল F_m হলে,

$$\frac{F_e}{F_m} = \frac{mg_e'}{mg_m'} = \frac{g_e'}{g_m'} = \frac{5.0112}{0.265} = 18.91$$

$\therefore F_e = 18.91\ Fm$

অতএব, 1000 kg ভরের বস্তুর ক্ষেত্রে উল্লিখিত উচ্চতার জন্য পৃথিবী কর্তৃক প্রযুক্তবল চাঁদ কর্তৃক প্রযুক্ত বলের প্রায় 18.91 গুণ হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৬ **দৃশ্যকল্প-১:** একদল বিজ্ঞানী 100 kg ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে 3.6×10^4 km উপরে উঠিয়ে 3.1 km/s রৈখিক বেগ প্রদান করে চাঁদ সদৃশ উপগ্রহে পরিণত করার চেষ্টা করল। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 81 ও 16 গুণ। পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব 3×10^5 km। পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}, মহাকর্ষ ধ্রুবকের মান $6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$.

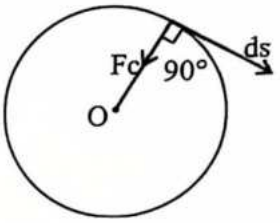
দৃশ্যকল্প-২: একটি মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ ও ভর যথাক্রমে 3.2×10^6 m এবং 4×10^{24} kg। একটি ধূমকেতুর আঘাতে মহাজাগতিক বস্তুটি আটটি সমান খণ্ডে বিভক্ত হল।

(ক) অশ্বক্ষমতা কাকে বলে? [চ. বো. ১৭]
(খ) কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ১৭]
(গ) দৃশ্যকল্প-১ এ পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী কোন বিন্দুতে মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে?
(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর প্রতিটি খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুটির মুক্তি বেগের এক অষ্টমাংশ হবে কি-না যাচাই কর। [দি. বো. ১৭]

সমাধান:

ক প্রতি সেকেন্ডে 746 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে 1 অশ্বক্ষমতা বলে।

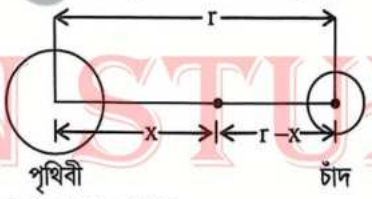
খ যখন কোনো বস্তু একটি বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন ঐ বৃত্তের কেন্দ্র অভিমুখে যে নিট বল ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল রাখে তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।



যেকোনো মুহূর্তে কেন্দ্রমুখী বল, $\vec{F_c}$ বৃত্তের কেন্দ্র বরাবর এবং ক্ষুদ্র সময়ে বস্তুর ক্ষুদ্র সরণ, $\vec{ds}$ হয় বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। ফলে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ হবে 90°।

$\therefore$ কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = \vec{F_c} \cdot \vec{ds} = F_c ds\cos 90° = 0$
অর্থাৎ, কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কোনো কাজ সম্পাদিত হয় না।

গ দেওয়া আছে, পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব, $r = 3 \times 10^5\ km = 3 \times 10^8$ m



এখানে, $M_e = 81M_m$
$R_e = 16\ R_m$
মনে করি, পৃথিবীর কেন্দ্র হতে x দূরত্বে পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে।
শর্তমতে, $E_e = E_m$

$$\Rightarrow \frac{GM_e}{x^2} = \frac{GM_m}{(r-x)^2}$$
$$\Rightarrow \frac{81\ M_m}{x^2} = \frac{M_m}{(3 \times 10^8 - x)^2}$$
$$\Rightarrow \left(\frac{x}{3 \times 10^8 - x}\right)^2 = 81$$
$$\Rightarrow \frac{x}{3 \times 10^8 - x} = 9$$
$$\Rightarrow x = 2.7 \times 10^9 - 9x$$
$$\Rightarrow 10x = 2.7 \times 10^9$$
$$\therefore x = 2.7 \times 10^8 m$$

অতএব, পৃথিবীর কেন্দ্র হতে 2.7×10^8m দূরে পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ দেওয়া আছে, মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ, $R = 3.2 \times 10^6 m$

ভর, $M = 4 \times 10^{24}$ kg

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

খন্ডের সংখ্যা, $N = 8$

মনে করি, প্রতিটি খন্ডের ভর, $m = \frac{M}{8}$

প্রতিটি খন্ডের ব্যাসার্ধ = r

আমরা জানি, N সংখ্যাক খন্ডের আয়তন = মূলখন্ডের আয়তন

$$N \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$\Rightarrow 8 \times r^3 = R^3$$

$$\Rightarrow \left(\frac{r}{R}\right)^3 = \left(\frac{1}{2}\right)^3$$

$$\therefore r = \frac{R}{2}$$

মূল বস্তুর মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ..... (i)

প্রতিটি খন্ডের মুক্তিবেগ, $v_e' = \sqrt{\frac{2Gm}{r}}$ ..... (ii)

$$(ii) \div (i) \Rightarrow \frac{v_e'}{v_e} = \sqrt{\frac{2Gm}{r}} \times \sqrt{\frac{R}{2GM}}$$

$$= \sqrt{\frac{M \times R \times 2}{8 \times M \times R}} = \sqrt{\frac{1}{4}}$$

$$\therefore v_e' = \frac{v_e}{2}$$

অতএব প্রতিটি খন্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুটির মুক্তিবেগের এক অষ্টমাংশ হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৭ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 500 gm ভরের এক খণ্ড পাথরকে খনির ভেতর মুক্তভাবে ছেঁড়ে দেয়া হলো। খনির তলদেশে পাথর খণ্ডটির ওজন পৃথিবীর পৃষ্ঠের দুই তৃতীয়াংশ। পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m, ভর $M = 6 \times 10^{24}$ kg এবং $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$.

(ক) অভিকর্ষ কী?

(খ) ওজনহীনতা বলতে কী বোঝায়?

(গ) উদ্দীপকের খনির গভীরতা নির্ণয় করো।

(ঘ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে খনির গভীরতার সমান উচ্চতায় g এর মান খনির তলদেশে এর মানের সমান হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

সমাধান:

ক পৃথিবী এবং অন্য যেকোনো বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ সর্বত্র বিরাজমান থাকে তাকে অভিকর্ষ বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলই বস্তুর ওজন। এই আকর্ষণ বল নির্ভর করে অভিকর্ষজ ত্বরণ g-এর মানের ওপর। কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল না থাকলে বস্তুটি ওজনহীন হবে। ভূকেন্দ্রে যেখানে $g = 0$ কিংবা পৃথিবী এবং চাঁদ বা অন্য কোনো গ্রহের মাঝামাঝি স্থান যেখানে কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল চাঁদ বা অন্য গ্রহের আকর্ষণ বল দ্বারা নিষ্ক্রিয় হয়ে যায়, এরূপ স্থানে ওজনহীনতার ঘটনা ঘটতে পারে।

গ দেওয়া আছে, পাথরের ভর, $m = 500\ g = 0.5$ kg

পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2Kg^{-2}$

পাথরের তলদেশে ওজন = $\frac{2}{3}$ × পৃথিবী পৃষ্ঠের ওজন

$$\Rightarrow mg' = \frac{2}{3} \times mg$$

$$\Rightarrow g' = \frac{2}{3}g$$

$$\therefore \frac{g'}{g} = \frac{2}{3}$$

আমরা জানি, h গভীরতা অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g' = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$$

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = 1 - \frac{h}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} = 1 - \frac{h}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{R} = 1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow h = \frac{R}{3} = \frac{6.4 \times 10^6}{3}$$

$$= 2.13 \times 10^6 m$$ **(Ans.)**

ঘ h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g' = \frac{2}{3}g$$ ['গ' নং হতে পাই]

$$= \frac{2}{3} \times \frac{GM}{R^2}$$

$$= \frac{2}{3} \times \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6)^2}$$

$$= 6.52\ ms^{-2}$$

ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, g'' নির্ণয়ের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, $g'' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$

$$= \left(\frac{R}{R+\frac{R}{3}}\right)^2 \times g$$

$$= \left(\frac{3R}{4R}\right)^2 \times g$$

$$= \frac{9}{16} \times g$$

$$= \frac{9}{16} \times 9.8$$

$$= 5.5\ ms^{-2}$$

$\therefore g' \neq g''$

অর্থাৎ, ভূপৃষ্ঠে হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, (g'') এর মান h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, (g') এর সমান হবে না। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২৮ দৃশ্যকল্প-১: পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 3.6×10^4 km উচ্চতায় বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট স্থাপিত। এটি U-19 বিশ্বকাপ ক্রিকেট খেলা সম্প্রচারের জন্য নির্ধারিত। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m এবং মহাকর্ষ ধ্রুবক, $G = 6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$।

দৃশ্যকল্প-২: মহাকাশের কোনো এক দূরতম প্রান্ত হতে ছুটে এলো একটি মহাজাগতিক বস্তুখন্ড। এসেই ধাক্কা দিলো পৃথিবীকে এবং পৃথিবী ছিটকে গেলো তার কক্ষপথ থেকে। সূর্য থেকে বর্তমান দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্বে এসে নিজ অক্ষের চতুর্দিকে ঘূর্ণন বন্ধ হয়ে গেলে। নতুন পরিস্থিতি মোকাবিলায় বিজ্ঞানীরা হিমশিম খেতে লাগলো।

(ক) নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র বিবৃত কর।

(খ) মহাকর্ষীয় বিভব অসীমে সর্বাধিক কিন্তু শূন্য– ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ হতে নতুন অবস্থানে এক বছরে দিনের সংখ্যা নির্ণয় কর।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ হতে উল্লিখিত উপগ্রহটি U-19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম কি না– ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২]

সমাধান:

ক মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষণ বলের মান বস্তু কণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল বস্তুকণাদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

খ মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $V = -\frac{GM}{r}$

এ ঋনাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ হবে অসীমে এবং অসীমে এর সর্বোচ্চ মান হচ্ছে শূন্য।

অর্থাৎ, $r = \infty$ হলে $V = 0$ হবে যা সর্বোচ্চ কারণ অসীম থেকে ক্ষেত্র সৃষ্টিকারী বস্তুটির দিকে এগোতে থাকলে মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে বাহ্যিক বল দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয় না। এক্ষেত্রে একমাত্র মহাকর্ষীয় বল কাজ করে যা আকষণধর্মী। ফলে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয়ে ঋণাত্মক চিহ্ন ব্যবহৃত হয়।

গ দেওয়া আছে,

$r_1 = r$ [যেখানে, r = সূর্যের কেন্দ্র হতে পৃথিবীর কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব]

$r_2 = 2r$

কেপলারের সূত্র হতে,

$$\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3$$

$$\Rightarrow \left(\frac{T_2}{365}\right)^2 = \left(\frac{2r}{r}\right)^3$$

$$\Rightarrow \left(\frac{T_2}{365}\right)^2 = 8$$

$\Rightarrow T_2 = \sqrt{8} \times 365$ [$\because$ এক বছরে দিনের সংখ্যা, T = 365 days]

$\therefore T_2 = 1032.37$ days.

$\therefore$ নতুন অবস্থানে এক বছরে দিনের সংখ্যা হবে 1032.37 days. **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$m

পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে উচ্চতা, $h = 3.6 \times 10^4$ km $= 3.6 \times 10^7$m

পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় পর্যায়কাল T হলে,

আমরা জানি, $T = \frac{2\pi(R+h)}{v}$

$$= \frac{2\pi(R+h)}{\sqrt{\frac{GM}{R+h}}}$$

$$= \frac{2\pi(6.4 \times 10^6 + 3.6 \times 10^7)}{\sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6 + 3.6 \times 10^7}}}$$

$= 86519.82$ sec

$= 24.03$ hr ≈ 24 hr

যা ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কালের সমান।

$\therefore$ বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট U-19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৯ ভূ-পৃষ্ঠ হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় আনুভূমিকভাবে একটি উড়োজাহাজ চলছিল। হঠাৎ উড়োজাহাজের উচ্চতামাপক যন্ত্রটি নষ্ট হওয়ায় পাইলট বিকল্পভাবে উচ্চতা নির্ণয়ের জন্য স্প্রিং নিক্তির সাহায্যে 1 kg ভরের একটি বাটখারা মেপে 9.70 N ওজন পেলেন। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$।

(ক) গ্যালিলিও ১ম সূত্র বিবৃত কর।

(খ) আম ভূ-পৃষ্ঠে আছড়ে পড়ে, তবে কৃত্রিম উপগ্রহ আছড়ে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৬]

(গ) উড়োজাহাজের উচ্চতা নির্ণয় করো।

(ঘ) উক্ত স্থানে উড়োজাহাজটি কত বেগে গতিশীল হলে যাত্রীরা ওজনহীনতা অনুভব করবে? গাণিতিকভাবে যাচাই করো।

সমাধান:

ক স্থির অবস্থান থেকে এবং একই উচ্চতা থেকে বিনাবাধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

খ আমের নিজস্ব কোনো বেগ নেই। পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের প্রভাবে এটি ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয়। অপরদিকে কৃত্রিম উপগ্রহকে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করার জন্য একটি বেগ দেওয়া হয়। কৃত্রিম উপগ্রহের এ বেগ তার কক্ষপথের স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। ফলে পৃথিবীর অভিকর্ষ বল এটিকে পৃথিবীর দিকে আকর্ষণ করলেও তার কক্ষপথ থেকে বের করে আনতে পারে না। এ কারণেই আম ভূ-পৃষ্ঠে আছড়ে পড়ে, কিন্তু কৃত্রিম উপগ্রহ আছড়ে পড়ে না।

গ দেওয়া আছে, বাটখারার ভর, m = 1kg

h উচ্চতায় বাটখারার ওজন, W = 9.70N

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$m

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

$\therefore$ h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \frac{W}{m} = \frac{9.70}{1} = 9.70\ ms^{-2}$

আমরা জানি, $g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{g'}{g}} = \frac{R}{R+h}$$

$$\Rightarrow R + h = \sqrt{\frac{g}{g'}} \times R$$

$$\therefore h = \left\{\sqrt{\frac{9.8}{9.7}} \times (6.4 \times 10^6)\right\} - (6.4 \times 10^6)$$

$= 32905.101$ m **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ উক্ত স্থানে উড়োজাহাজের যাত্রীরা নিজেদের ওজনহীন অনুভব করবেন যদি ওজনের সমপরিমান বল বিপরীতমুখী ক্রিয়াশীল হয়।

ওজনহীন অনুভবের ক্ষেত্রে, $F_G = F_c$

$$\Rightarrow mg' = \frac{mv^2}{R+h}$$

$$\Rightarrow v^2 = (R+h)g'$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{(R+h)g'}$$

$$= \sqrt{\{(6.4\times10^6) + (3.2905\times10^4)\}\times 9.7}$$

$$= 7899.31 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore v = 7.9 \text{ Kms}^{-1}$

$\therefore$ উড়োজাহাজটি 7.9 Kms^{-1} বেগে গতিশীল হলে যাত্রীরা ওজনহীন অনুভব করবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩০ দৃশ্যকল্প-১: মঙ্গল গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের 0.11 গুণ এবং ব্যাসার্ধ 0.532 গুণ। পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673\times10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m।

দৃশ্যকল্প-২: কোনো একটি গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের 318.3 গুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের 10.97 গুণ। গ্রহটির পৃষ্ঠ হতে 100 km এবং 300 km উচ্চতায় দুটি বিন্দু। পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি বলকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হয় এবং এটি 6 সেকেন্ডে ওঠা নামা করে।

(ক) গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের দ্বিতীয় সূত্রটি কী?

(খ) কখনও সমুদ্র সমতল থেকে কোনো বস্তুকে $v = 11.2$ km/s বেগে নিক্ষেপ করা সম্ভব?

(গ) দৃশ্যকল্প-১ হতে, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় একজন নভোচারী মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠে হাঁটা-চলা অনুসরণ করতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ, উল্লিখিত গ্রহে এবং পৃথিবীতে বস্তুটি একই উচ্চতায় উঠবে কি-না? গাণিতিকভাবে যাচাই করো।

সমাধান:

ক গ্রহ এবং সূর্যের সংযোজক সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

খ কোন বস্তুকে 11.2 km/s বেগে নিক্ষেপ করা হলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসবে না অর্থাৎ বস্তুটি মুক্তিবেগের সমান বেগে নিক্ষিপ্ত। আমরা জানি, কোনো গ্রহ বা উপগ্রহের মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$ এখানে, g = গ্রহ বা উপগ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং R = গ্রহ বা উপগ্রহের ব্যাসার্ধ

যেহেতু সমুদ্র সমতলে g ও R উভয়ের মান নির্ণয় সম্ভব। অতএব, সমুদ্র সমতল থেকে কোনো বস্তুকে $v = 11.2$ km/s বেগে নিক্ষেপ করা সম্ভব।

গ দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_e = 6.4\times10^6$m

পৃথিবীপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বর, $g_e = 9.87 \text{ ms}^{-2}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673\times10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$

$M_m = 0.11 \text{ Me}$

$R_m = 0.532 \text{ Re}$

মঙ্গল গ্রহের অভিকর্ষজ,

$$g_m = \frac{GM_m}{R_m^2} = \frac{G\times0.11M_e}{(0.532R_e)^2}$$

$$= \frac{6.67\times10^{-11}\times0.11\times6\times10^{24}}{(0.532\times6.4\times10^6)^2}$$

$$= 3.799 \text{ ms}^{-2}$$

পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, $g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$

$$\Rightarrow \frac{R}{R+h} = \sqrt{\frac{g'}{g}}$$

$$\Rightarrow h = \left(\sqrt{\frac{g}{g'}}\times R\right) - R$$

$$\therefore h = \left(\sqrt{\frac{9.8}{3.799}}\times6.4\times10^6\right) - (6.4\times10^6)$$

$$= 3.88\times10^6 \text{ m}$$

যেহেতু পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে $h = 3.88\times10^6$m উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরনের সমান হবে।

তাই বলা যায়, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 3.88×10^6 m উচ্চতায় একজন নভোচারী মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠে হাঁটা চলা অনুসরন করতে পারবে। **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, বিচরনকাল, T = 6 sec

$M_x = 318.3 M_e$

$R_x = 10.97 R_e$

আমরা জানি, উদ্দীপকে উল্লেখিত গ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_x = \frac{GM_x}{R_x^2} \quad \ldots\ldots (i)$$

আবার, পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_e = \frac{GM_e}{R_e^2}$ ..... (ii)

$$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{g_x}{g_e} = \frac{M_x}{M_e}\times\left(\frac{R_e}{R_x}\right)^2$$

$$= \frac{318.3\times M_e}{M_e}\times\left(\frac{R_e}{10.97R_e}\right)^2$$

$$\therefore g_x = \frac{318.3}{(10.97)^2}\times9.8$$

$$= 25.92 \text{ ms}^{-2}$$

আবার, পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে নিক্ষিপ্ত বেগ v_0 হলে,

আমরা জানি, $T = \frac{2v_0}{g_e}$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{g_eT}{2}$$

$$= \frac{9.8\times6}{2}$$

$$= 29.4 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$ পৃথিবীতে উচ্চতা, $H_e = \frac{v_0^2}{2g_e}$

$$= \frac{(29.4)^2}{2\times9.8}$$

$$= 44.1\text{m}$$

উদ্দীপকের গ্রহে উচ্চতা, $H_x = \frac{v_0^2}{2g_x}$

$$= \frac{(29.4)^2}{2\times25.92}$$

$$= 16.68\text{m}$$

$\because H_e \neq H_x$

সুতরাং, উদ্দীপকে উল্লিখিত গ্রহে এবং পৃথিবীতে বস্তুটি একই উচ্চতায় উঠবে না। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। ভূ-স্থির উপগ্রহ কী? [ঢা. বো. ২৪, ২২, ১৯; কু. বো. ২৪; চ. বো. ১৯; রা. বো. ১৯]

উত্তর: পৃথিবীর আবর্তনের দিকের সাথে মিলিয়ে যদি একই কৌণিক বেগে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ গতিশীল হয় তবে তা পৃথিবীকে 24 ঘণ্টায় একবার প্রদক্ষিণ করবে কিন্তু পৃথিবী থেকে একজন পর্যবেক্ষকের কাছে তা স্থির মনে হবে। এরূপ কৃত্রিম উপগ্রহকে ভূস্থির উপগ্রহ বলে।

২। মুক্তি বেগ কাকে বলে? [রা. বো. ২৪; চ. বো. ২৪, ২৩, ২২, ১৬; ম. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২; দি. বো. ২২, ১৬; কু. বো. ১৯; সি. বো. ১৯; ব. বো. ১৬]

উত্তর: সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে বস্তুটি আর পৃথিবীতে ফিরে আসেনা সেই বেগকে মুক্তিবেগ বলে।

৩। মহাকর্ষীয় বিভব কী?

[য. বো. ২৪, ১৯; ব. বো. ২৪; রা. বো. ২২; কু. বো. ২২; ঢা. বো. ১৭]

উত্তর: একক ভরের কোন বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সংঘঠিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে।

৪। মহাকর্ষ বল কাকে বলে? [সি. বো. ২৪]

উত্তর: মহাবিশ্বের সকল বস্তু পরস্পর পরস্পরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

৫। পার্কিং কক্ষপথ কাকে বলে?

[দি. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; য. বো. ২২; সি. বো. ১৯]

উত্তর: ভূ-স্থির উপগ্রহের নির্দিষ্ট কক্ষপথে স্থাপনের আগে সাময়িকভাবে যে কক্ষপথে ঘুরানো হয় সেই কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে। অর্থাৎ যে ভূ-উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘণ্টা তার কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

৬। মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও। [রা. বো. ২৩; চ. বো., দি. বো. ১৭; য. বো. ১৬]

উত্তর: একক ভরবিশিষ্ট দুইটি বস্তুকণা একক দূরত্বে থেকে যে পরিমাণ বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে তার সংখ্যাগত মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

৭। মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কাকে বলে? [দি. বো. ২৩; য. বো. ১৭]

উত্তর: মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ভর সম্পন্ন একটি বস্তু স্থাপন করলে বস্তুটি যে আকর্ষণ বল অনুভব করে তাই ঐ ক্ষেত্রের দরুন ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় প্রাবল্য।

৮। মহাকর্ষীয় বিভব কাকে বলে? [রা. বো. কু. বো. ২২; য. বো. ১৯; ঢা. বো. ১৭]

উত্তর: একক ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব থেকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাই ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব।

৯। অশ্বক্ষমতা কী? [সি. বো. ২২]

উত্তর: কোনো যন্ত্র বা ব্যক্তি প্রতি সেকেন্ডে যদি 746 J কাজ সম্পাদন করতে পারে তবে তার ক্ষমতাকে 1 অশ্বক্ষমতা বলে।

১০। মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র কী? [ব. বো. ২২]

উত্তর: কোনো বস্তুর চারপাশে যে অঞ্চলব্যাপী এর মহাকর্ষীয় প্রভাব বজায় থাকে, অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু রাখলে সেটি আকর্ষণ বল লাভ করে, তাকে বস্তুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র বলে।

১১। অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে?

উত্তর: বস্তুতে অভিকর্ষ বল কর্তৃক যে ত্বরণ উৎপন্ন হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

১২। গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি লিখ। [য. বো. ১৭]

উত্তর: গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি হলো গ্রহ এবং সূর্যের সংযোজক সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

১৩। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র বিবৃত কর।

উত্তর: মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজ দিকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষন বলের মান বস্তু কণাদ্বয়ের ভরের গুনফলের সমানুপাতিক এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তনুপাতিক এবং এ বল বস্তু কণাদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

১৪। গ্যালিলিও ১ম সূত্র বিবৃত কর।

উত্তর: স্থির অবস্থান থেকে এবং একই উচ্চতা থেকে বিনাবাধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

১৫। গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের উপবৃত্ত সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর: প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের নতিতে বা ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে।

১৬। গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের ক্ষেত্রফল সূত্রটি বিবৃত কর।

বা, গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি লিখ।

উত্তর: গ্রহ এবং সূর্যের সংযোগকারী ব্যাসার্ধ রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

১৭। গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ৩য় সূত্রটি লিখ।

উত্তর: প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

১৮। দুটি বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষন বল কী নির্দেশ করে?

উত্তর: দুটি বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষন বল মহাকর্ষ বল নির্দেশ করে।

১৯। অভিকর্ষ বা মাধ্যাকর্ষন বল কাকে বলে?

উত্তর: পৃথিবী এবং অন্য একটি বস্তু বা বস্তুকণার মধ্যকার আকর্ষন বলকে অভিকর্ষ বা মাধ্যাকর্ষন বল বলে।

২০। মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা লিখ।

উত্তর: মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা: $[G] = [M^{-1}T^{-2}L^{3}]$

২১। বস্তুর ওজন বা ভার কী?

উত্তর: কোনো একটি বস্তু যে পরিমাণ বল দ্বারা পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে আকৃষ্ট হয় তাকে তার ওজন বা ভার বলে।

২২। জড়তা ভর কী?

উত্তর: জড়তা ভর বস্তুর এমন একটি ধর্ম যা ত্বরণকে বাধা দেয়। অর্থাৎ, জড়তা ভর জড়তার পরিমাপ এবং এর মান প্রযুক্ত বল এবং উৎপন্ন ত্বরণের অনুপাতের সমান।

২৩। মহাকর্ষীয় ভর কী?

উত্তর: বস্তুর মহাকর্ষীয় ভর এমন একটি ভর যার ওপর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে মহাকর্ষীয় টান নির্ভর করে। বিভিন্ন পরীক্ষা থেকে প্রমাণ করা গেছে যে জড়তা ভর এবং মহাকর্ষীয় ভর সমতুল্য।

২৪। অভিকর্ষ কেন্দ্র বা ভারকেন্দ্র কী? [য. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে বিশেষ বিন্দুর মধ্য দিয়ে বস্তুর ওপর সর্বদা ক্রিয়া করে ওই বিন্দুকে বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র বা ভারকেন্দ্র বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৫। ভরকেন্দ্র কাকে বলে?

উত্তর: বস্তু কণাগুলোর সমস্ত ভরকে একটি মাত্র বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত মনে করলে ওই বিন্দুর মধ্য দিয়েই সমস্ত কণার ওপর তাদের ভরের সমানুপাতিক ক্রিয়ারত সমান্তরাল বলসমূহের লব্ধি ক্রিয়া করে বলে বিবেচিত হয়। ওই বিন্দুকে বস্তুর ভরকেন্দ্র বলে।

২৬। কোনো মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের ২ টি বিন্দুর বিভব পার্থক্য কী নির্দেশ করে?

উত্তর: কোনো মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলতে বুঝায় একটি একক ভরের বস্তুকে এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে নিতে কোনো বাহ্যিক বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমান।

২৭। প্রাবল্য ও বিভবের মধ্যে সম্পর্ক লিখ।

উত্তর: দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের হারকে প্রাবল্য বলে।

২৮। স্বাভাবিক উপগ্রহ কাকে বলে?

উত্তর: যেসব উপগ্রহ প্রাকৃতিক কারনে সৃষ্ট তাদেরকে স্বাভাবিক উপগ্রহ বলে।

২৯। মেরু বা পোলার উপগ্রহ কাকে বলে?

উত্তর: এটি এক ধরনের কৃত্রিম উপগ্রহ যা নিরক্ষীয় মধ্যতলের পরিবর্তে মেরু মধ্যতলে ভূপৃষ্ঠ হতে 700-800 km ওপরে পৃথিবীকে প্রদক্ষিন করে। এই উপগ্রহগুলোকে মেরু বা পোলার উপগ্রহ বলে। এই উপগ্রহগুলোর আর্বতনকাল প্রায় 110 মিনিট।

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল নয় কেন? [ঢা. বো. ২৪; য. বো. ২২]

উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠ হতে কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্বে সরাতে কৃতকাজ,

$$W = \int_R^\infty F dr$$

$$= \int_R^\infty \frac{GMm}{r^2} dr$$

$$= GMm\left[-\frac{1}{r}\right]_R^\infty$$

$$= \frac{GMm}{R}$$

গ্রহের আকর্ষণের বাইরে পাঠাতে বস্তুর প্রাথমিক গতিশক্তি W এর সমান হতে হবে।

$$\therefore \frac{1}{2}mv_e^2 = \frac{GMm}{R}$$

$$\Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$ [যেখানে, M = গ্রহের ভর]

মুক্তিবেগের সমীকরণে বস্তুর ভর (m) না থাকায় বলা যায়, মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

২। সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে গেলে বছরে দিনের সংখ্যা একই থাকে না– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

উত্তর: কেপলারের গ্রহ সম্পর্কীয় গতিসূত্র সমূহের ৩য় সূত্র হতে পাই, $T^2 \propto a^3$।

যেখানে, গ্রহের পর্যায়কাল T এবং সূর্য হতে গ্রহের গড় দূরত্ব a।

সূর্য ও পৃথিবীর গড় দূরত্বে যে সময় লাগে তাকে এক বছর ধরা হয়। পৃথিবীর পর্যায়কাল কমে গেলে পৃথিবী বর্তমানের চেয়ে কম সময়ে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করবে। তাই সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে গেলে বছরে দিনের সংখ্যা কমে যাবে।

৩। কোনো স্থানের অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান ঐ স্থানে খনিজ সম্পদ পাওয়ার সম্ভাবনা নির্দেশ করে? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

উত্তর: পৃথিবীর আকৃতি, আহ্নিক গতি এবং ঘনত্বের পরিবর্তনের কারণে বিভিন্ন স্থানে g এর মানের পরিবর্তন হয়। প্রাকৃতিক সম্পদ অনুসন্ধানের কাজে ভূ-পৃষ্ঠে g এর মানের এ তারতম্যকে ব্যবহার করা যায়।

সাম্প্রতিক সময়ে g এর পরিবর্তন লক্ষ্য করে তেল গ্যাস অনুসন্ধানে কার্যকর ভূমিকা রাখা হচ্ছে। ভূ-অভ্যন্তরে কোনো স্থানের ঘনত্ব কাঙ্ক্ষিত ঘনত্বের চেয়ে বেশি হলে সেখানে ভারী পদার্থের উপস্থিতি আশা করা যায় এবং সেখানে g এর মান স্থানীয় মানের চেয়ে বেশি হবে। আবার, তেল গ্যাস জাতীয় পদার্থ থাকলে g এর মান কম হয়।

৪। পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ অভিকর্ষ প্রাবল্যের সমান- ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪]

উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

আবার, ভূ-পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,

$$E_G = \frac{F}{m} = \frac{GM}{R^2}$$

অর্থাৎ কোনো বিন্দুতে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ একই। সুতরাং $g = 9.8\ ms^{-2}$ হলে $E_G = 9.8\ Nkg^{-1}$। অনুরূপভাবে, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যেকোনো উচ্চতায় অভিকর্ষ ত্বরণ $g' = 4.6\ ms^{-2}$ হলে, সেখানে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য $E_G = 4.6\ Nkg^{-1}$। সুতরাং, সাধারণভাবে বলা যায়, কোনো বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g\ ms^{-2}$ হলে ঐ বিন্দুতে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E_G = g\ Nkg^{-1}$।

৫। রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয় কেন? [সি. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো বস্তুকে সর্বনিম্ন যে বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে মহাশূন্যে চলে যায়, আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না সেই বেগকে মুক্তিবেগ বলে।

পৃথিবীতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$। রকেটের বেগ অনেক বেশি হলেও তা এই মুক্তিবেগের চেয়ে কম হয়। মুক্তিবেগের সমান বা তার চেয়ে বেশি হলে রকেট মহাশূন্যে বিলীন হয়ে যেত। কিন্তু বাস্তবে রকেট পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে চলে যেতে পারে না এবং প্রয়োজনে এটিকে পৃথিবীতে ফিরিয়ে আনা যায়। তাই রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয়।

৬। কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল 12 N বলতে কী বোঝায়? [দি. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল 12 N বলতে বোঝায় যে, 1 Kg ভরের কোনো বস্তুর উপর $12\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে যে বল ক্রিয়াশীল আছে।

অন্যভাবে বলা যায়, 12 Kg ভরের বস্তুর উপর $1\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে যে বল ক্রিয়াশীল আছে তাকেই বোঝায়।

৭। "কোনো নির্দিষ্ট স্থানে ওজন ভরের সমানুপাতিক"– ব্যাখ্যা করো। [ম. বো. ২৩]

উত্তর: আমরা জানি, m ভরের কোনো বস্তুর ওজন, W = mg

যেখানে, g = ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং একটি নির্দিষ্ট স্থানে g এর মান ধ্রুবক হয়।

$\therefore W \propto m$

অর্থাৎ বস্তুর ওজন তার ভরের সমানুপাতিক।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮। চাঁদে মানুষ বসবাস করতে পারে কি না? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩]

উত্তর: চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধ কম হওয়ায়, চাঁদের মুক্তিবেগের মানও কম। ফলে চাঁদ কোনো প্রকার বায়ুমন্ডলকে ধরে রাখতে পারে না। তাই মানুষের শ্বাস-প্রশ্বাসের জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেন গ্যাস চাঁদে অনুপস্থিত। ফলে চাঁদে স্থায়ীভাবে মানুষ বসবাস করতে পারে না।

৯। চন্দ্র ও পৃথিবীর মধ্যে কোন ক্ষেত্রে মুক্তিবেগ বেশি? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪]

উত্তর: আমরা জানি,

মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

অর্থাৎ মুক্তিবেগ গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে।

$$\therefore \frac{v_{e_E}}{v_{e_M}} = \sqrt{\frac{M_E}{M_M} \times \frac{R_M}{R_E}}$$

$$= \sqrt{\frac{81M_M}{M_M} \times \frac{R_M}{4R_M}}$$

$$= \frac{9}{2}$$

$$\therefore v_{e_E} = 4.5\, v_{e_M}$$

[চন্দ্র অপেক্ষা পৃথিবীর ভর 81 গুণ এবং ব্যাসার্ধ 4 গুণ।]

সুতরাং চন্দ্র ও পৃথিবীর মধ্যে পৃথিবীর মুক্তিবেগ বেশি।

১০। পৃথিবীর অভ্যন্তরে ও উপরে সমান দূরত্বে 'g' এর মান সমান নয় কেন? [ম. বো. ২৪]

উত্তর: পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_h = \left(1 - \frac{2h}{R}\right)g$

এবং h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g$$

$$= \left(1 - \frac{2h}{R}\right)g \qquad [\text{যখন } h << R]$$

$$\therefore \frac{g_d}{g_h} = \frac{R-h}{R-2h}$$

স্পষ্টত: $g_d > g_h$

সুতরাং পৃথিবীর অভ্যন্তরে ও উপরে সমান দূরত্বে g এর মান সমান নয়।

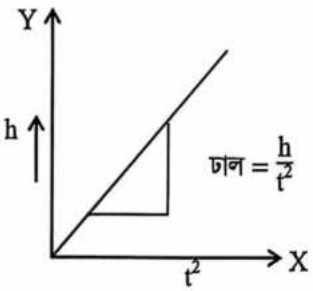
১১। মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে সরণ বনাম সময় লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২]

উত্তর: X অক্ষ বরাবর t^2 এবং Y অক্ষ বরাবর h নিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করলে মূল বিন্দুগামী একটি সরলরেখা পাওয়া যায়। এই সরলরেখার বিভিন্ন বিন্দুতে কয়েকটি ঢাল নির্ণয় করা হয়। দেখা যায় যে,

প্রতিক্ষেত্রে, $\frac{h}{t^2}$ = ঢাল = ধ্রুবক হয়

বা, $h = \text{ধ্রুবক} \times t^2$

বা, $h \propto t^2$



১২। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যতই নিচে যাওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে– ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠ থেকে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $g_h = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$

যেখানে, R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

g = ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ

সূত্র হতে দেখা যায় h এর মান বৃদ্ধি পেলে $\left(1 - \frac{h}{R}\right)$ এর মান হ্রাস পায়, ফলে g_h এর মানও হ্রাস পায়।

$$g_h = g - h \times \frac{g}{R}$$

$$\Rightarrow g_h = -\frac{g}{R}h + g$$

$$\therefore y = -mx + c$$

লেখচিত্র হতে স্পষ্ট যে, h এর মান বৃদ্ধি পেতে থাকলে g_h হ্রাস পায়।

১৩। পৃথিবীর ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে টর্ক না থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ১৭]

উত্তর: ঘূর্ণনগতিতে কৌণিক ত্বরনের সাথে সংশ্লিষ্ট রাশি হলো টর্ক। আমরা জানি,

টর্ক, $\tau = I\alpha = \frac{d\omega}{dt}$ অর্থাৎ, টর্ক কৌণিক বেগের পরিবর্তন ঘটায় বা কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করে। সমকৌণিক বেগের ক্ষেত্রে $\alpha = \frac{d\omega}{dt} = 0$ ফলে $\tau = 0$। যেহেতু পৃথিবী সমকৌণিক বেগে ঘুরছে, সেহেতু এর উপর কোনো টর্ক ক্রিয়া করে না।

১৪। মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠ হতে বৃহস্পতির পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ বেশি– ব্যাখ্যা করো। [সি. বো. ২৩]

উত্তর: মুক্তিবেগ,

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2G\rho\frac{4}{3}\pi R^3}{R}}$$

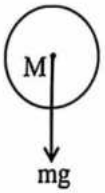
$$v_e \propto R$$

গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে, ব্যাসার্ধ পরিবর্তনের সাথে সাথে গ্রহের ঘনত্ব পরিবর্তন না হলে মুক্তিবেগ গ্রহের ব্যাসর্ধের সমানুপাতিক। অর্থাৎ সেক্ষেত্রে গ্রহের ব্যাসার্ধ বাড়লে মুক্তিবেগ বাড়বে।

যেহেতু বৃহস্পতি গ্রহের ব্যাসার্ধ মঙ্গল গ্রহের ব্যাসার্ধ অপেক্ষা বেশি। তাই বৃহস্পতি গ্রহের মুক্তিবেগ মঙ্গল গ্রহের তুলনায় বেশি।

১৫। কখন বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২২]

উত্তর: বস্তু কণাগুলোর সমস্ত ভরকে একটি মাত্র বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত মনে করলে ঐ বিন্দুর মধ্যে দিয়েই সমস্ত কণার উপর ক্রিয়ারত সমান্তরাল বলসমূহের লব্ধি ক্রিয়া করছে বলে বিবেচনা করা হয়। ঐ বিন্দুকেই বস্তুর ভরকেন্দ্র বলে। অন্যদিকে, কোন বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে নির্দিষ্ট বিন্দুর মধ্য দিয়ে বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে বস্তুর ভারকেন্দ্র বলে। বস্তুর আকৃতি সুষম হলে এবং বস্তুর বিভন্ন বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ সমান হলে বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়।



M বিন্দুটি m ভরের বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র উভয়ই।

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৬। ওজনহীনতা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলই বস্তুর ওজন। এই আকর্ষণ বল নির্ভর করে অভিকর্ষজ ত্বরণ g-এর মানের ওপর। কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল না থাকলে বস্তুটি ওজনহীন হবে। ভূকেন্দ্রে যেখানে $g = 0$ কিংবা পৃথিবী এবং চাঁদ বা অন্য কোনো গ্রহের মাঝামাঝি স্থান যেখানে কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল চাঁদ বা অন্য গ্রহের আকর্ষণ বল দ্বারা নিষ্ক্রিয় হয়ে যায়, এরূপ স্থানে ওজনহীনতার ঘটনা ঘটতে পারে।

১৭। পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন যে সূত্র মেনে চলে তা ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৩]

উত্তর: আমরা জানি, $g_h = \frac{R^2}{(R+h)^2} g$

যেখানে, g = ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ

R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

h = পৃথিবী পৃষ্ঠে হতে উচ্চতা

যদি $h << R$ হয় তবে,

$$g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g = \left(\frac{1}{1+\frac{h}{R}}\right)^2 g$$

$$= g\left(1+\frac{h}{R}\right)^{-2}$$

$$= g\left[1 + (-2)\frac{h}{R} + \frac{(-2)(-2-1)}{2!}\cdot\frac{h^2}{R^2} + \cdots\right]$$

$\therefore g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$ [$h << R$ হওয়ায় $\frac{h}{R}$ এর উচ্চঘাত উপেক্ষা করে]

১৮। কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ঐ গ্রহের ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল কি না– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৯; অনুরূপ ব. বো. ১৯]

উত্তর: আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

অর্থাৎ, ভর ধ্রুব থাকলে মুক্তিবেগ গ্রহের ব্যাসার্ধের বর্গমূলের ব্যাস্তানুপাতিক। যার অর্থ ব্যাসার্ধ বাড়লে মুক্তিবেগ কমবে এবং ব্যাসার্ধ কমলে মুক্তিবেগ বাড়বে।

আবার, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$$= \sqrt{\frac{2G \times \frac{4}{3}\pi R^3 \rho}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{8G\pi R^2 \rho}{3}}$$

$\therefore v_e \propto R$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, ব্যাসার্ধ পরিবর্তনের সাথে সাথে গ্রহের ভর পরিবর্তন না হলে মুক্তিবেগ গ্রহের ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক অর্থাৎ সেক্ষেত্রে গ্রহের ব্যাসার্ধ বাড়লে মুক্তিবেগ বাড়বে, ব্যাসার্ধ কমলে মুক্তিবেগ কমবে। অতএব, এটি স্পষ্ট যে, কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ঐ গ্রহের ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল।

১৯। মহাকর্ষীয় বিভব অসীমে সর্বাধিক কিন্তু শূন্য– ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২]

উত্তর: মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $V = -\frac{GM}{r}$

এ ঋনাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ হবে অসীমে এবং অসীমে এর সর্বোচ্চ মান হচ্ছে শূন্য।

অর্থাৎ, $r = \infty$ হলে $V = 0$ হবে যা সর্বোচ্চ কারণ অসীম থেকে ক্ষেত্র সৃষ্টিকারী বস্তুটির দিকে এগোতে থাকলে মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে বাহ্যিক বল দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয় না। এক্ষেত্রে একমাত্র মহাকর্ষীয় বল কাজ করে যা আকষণধর্মী। ফলে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয়ে ঋণাত্মক চিহ্ন ব্যবহৃত হয়।

২০। আম ভূ-পৃষ্ঠে আছড়ে পড়ে, তবে কৃত্রিম উপগ্রহ আছড়ে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৬]

উত্তর: আমের নিজস্ব কোনো বেগ নেই। পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের প্রভাবে এটি ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয়। অপরদিকে কৃত্রিম উপগ্রহকে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করার জন্য একটি বেগ দেওয়া হয়। কৃত্রিম উপগ্রহের এ বেগ তার কক্ষপথের স্পর্শক বরাবর ক্রিয়া করে। ফলে পৃথিবীর অভিকর্ষ বল এটিকে পৃথিবীর দিকে আকর্ষণ করলেও তার কক্ষপথ থেকে বের করে আনতে পারে না। এ কারণেই আম ভূ-পৃষ্ঠে আছড়ে পড়ে, কিন্তু কৃত্রিম উপগ্রহ আছড়ে পড়ে না।

২১। কখনও সমুদ্র সমতল থেকে কোনো বস্তুকে $v = 11.2$ km/s বেগে নিক্ষেপ করা সম্ভব?

উত্তর: কোন বস্তুকে 11.2 km/s বেগে নিক্ষেপ করা হলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসবে না অর্থাৎ বস্তুটি মুক্তিবেগের সমান বেগে নিক্ষিপ্ত।

আমরা জানি, কোনো গ্রহ বা উপগ্রহের মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$

এখানে, g = গ্রহ বা উপগ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ

R = গ্রহ বা উপগ্রহের ব্যাসার্ধ

যেহেতু সমুদ্র সমতলে g ও R উভয়ের মান নির্ণয় সম্ভব। অতএব, সমুদ্র সমতল থেকে কোনো বস্তুকে $v = 11.2$ km/s বেগে নিক্ষেপ করা সম্ভব।

২২। অভিকর্ষ এক ধরণের মহাকর্ষ বল- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৬]

উত্তর: মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে। আবার পৃথিবী এবং অন্য যেকোনো বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে অভিকর্ষ বলে। পৃথিবী এ মহাবিশ্বেরই অংশ। তাই পৃথিবীর সাথে অন্য কোনো বস্তুর আকর্ষণ বলকেও মহাকর্ষ বল বলা হয়। সুতরাং, অভিকর্ষ এক ধরণের মহাকর্ষ বল।

২৩। বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুর ওজন হ্রাস পাওয়ার কারন ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আমরা জানি, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

$\therefore g \propto \frac{1}{R^2}$ অর্থাৎ ব্যাসার্ধ যত বাড়বে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান তত কম হবে। বিষুবীয় অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে বেশি হওয়ায় g এর মান সবচেয়ে কম 9.78039 ms^{-1}। আবার, অভিকর্ষজ ত্বরণ, g এর উপর পৃথিবীর আহ্নিক গতির প্রভাব রয়েছে। সেক্ষেত্রে,

$g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

বিষুবরেখা বরাবর, $\lambda = 0°$ ফলে $\cos\lambda = 1$

$\therefore g_0 = g - \omega^2 R$ যা g এর সর্বনিম্ন মান।

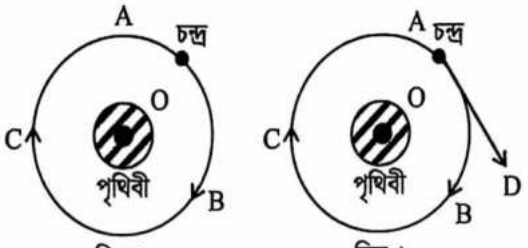
অতএব, বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কম থাকার দরুন বস্তুর ওজন স্বাভাবিক অবস্থান থেকে হ্রাস পায়।

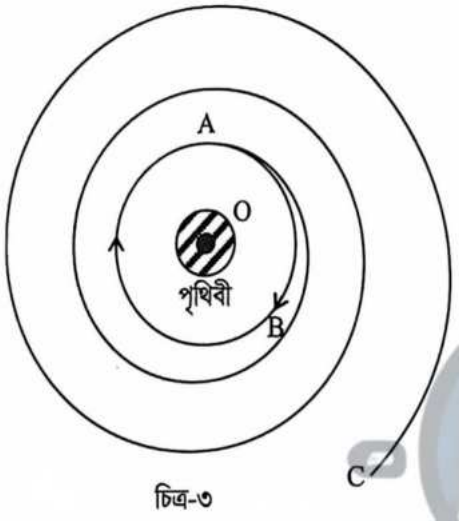
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৪। যদি মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G এর মান ধীরে ধীরে কমতে থাকে তবে তা চন্দ্রের গতিতে কী প্রভাব ফেলবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর:



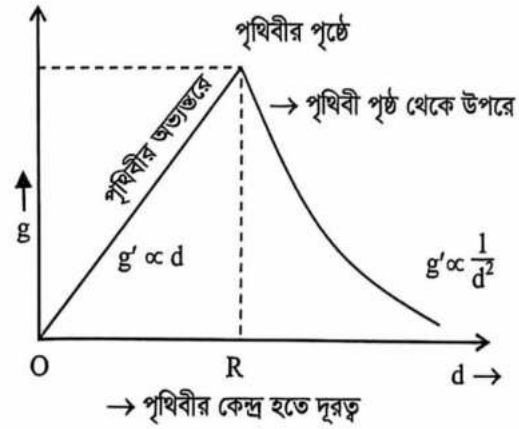


চিত্র-৩

মনে করি, কেন্দ্র O বিন্দুতে পৃথিবী অবস্থিত। O কে কেন্দ্র করে চন্দ্র ABC বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। (চিত্র-১)। যদি G এর মান শূন্য হয় তবে চন্দ্রের উপর পৃথিবীর আকর্ষণ শূণ্য হবে এবং চন্দ্র কক্ষপথের স্পর্শক বরাবর AD পথে ছিটকে যাবে (চিত্র-২)। কিন্তু G এর মান খুব ধীরে ধীরে কমতে থাকলে চন্দ্রের গতিপথ আস্তে আস্তে বাড়তে থাকবে অর্থাৎ গতিপথটি হবে সর্পিলাকার।

২৫। পৃথিবী কেন্দ্র হতে অভিকর্ষজ ত্বরনের মান এবং দূরত্বের লেখচিত্রটি কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর:



→ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব

ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতা অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$\Rightarrow g' = \frac{R^2}{(R+h)^2} \times g$$

$$\Rightarrow g' = \frac{R^2}{d^2} \times g \qquad [\because d = R + h]$$

$$\therefore g' \propto \frac{1}{d^2}$$

অর্থাৎ পৃথিবী পৃষ্ঠের উপরে অভিকর্ষজ ত্বরণ দূরত্বের (d) বর্গের ব্যাস্তানুপাতিক।

আবার h গভীরতার ক্ষেত্রে, $\frac{g'}{g} = \frac{\frac{4}{3}G\pi(R-h)\rho}{\frac{4}{3}G\pi R\rho} = \frac{R-h}{R}$

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{d}{R} \qquad [\because d = R - h]$$

$$\Rightarrow g' = \frac{d}{R} \times g$$

$$\therefore g' \propto d$$

অর্থাৎ অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভ্যন্তরে কেন্দ্র থেকে দূরত্বের সমানুপাতিক।

২৬। কোনো কারণে পৃথিবীর আবর্তন বন্ধ হলে নিরক্ষীয় রেখায় অবস্থিত কোনো বস্তুর ওজনের কীরূপ পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আমরা জানি, পৃথিবীর ঘূর্ণন ক্রিয়া বা আহ্নিক গতির ক্রিয়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

বিষুবরেখায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান, $g_0 = g - \omega^2 R$

যেখানে, g = পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ

ω = পৃথিবীর কৌণিক বেগ

অতএব, পৃথিবীর আহ্নিক গতির জন্য নিরক্ষীয় রেখায় অবস্থিত কোনো বস্তুর ওজন, $W' = W - m\omega^2 R$

এখন, পৃথিবীর আবর্তন বন্ধ হয়ে গেলে, ω = 0 হয়।

অতএব, W′ = W

এক্ষেত্রে বস্তুর ওজন বৃদ্ধি, $\Delta W = W - (W - m\omega^2 R)$

$$\therefore \Delta W = m\omega^2 R$$

২৭। পৃথিবীর নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২]

উত্তর: পৃথিবী সূর্যকে প্রদক্ষিণ করার সময় ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে।

অর্থাৎ, $L_1 = L_2$

$$\Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2$$

$$\therefore v_1r_1 = v_2r_2$$

এক্ষেত্রে প্রদক্ষিনকালে বিভিন্ন সময় সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব ভিন্ন ভিন্ন হয়। ফলে সমীকরণ অনুযায়ী বেগও ভিন্ন ভিন্ন হয়। তাই সমীকরণ হতে বলা যায় যে, সূর্যের চারদিকে পৃথিবী সমদ্রুতিতে আবর্তনরত নয়।

২৮। পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কোনো স্থির বস্তুর মুক্তিবেগ এবং পৃথিবীর চারদিকে আর্বতনরত কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ কী একই হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: পৃথিবী পৃষ্ঠে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$

পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত কোনো বস্তুর

মোট শক্তি, E = বস্তুর স্থিতিশক্তি + বস্তুর গতিশক্তি

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

$$= -\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}mv^2$$

$$= -\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}m\left(\frac{GM}{R}\right)$$

$$= -\frac{1}{2}\frac{GMm}{R}$$

পৃথিবীর চারিদিকে আবর্তনরত বস্তুর বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

যেখানে, $R + h \approx R$ স্বল্প উচ্চতায় আবর্তনরত ধরে

পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ, v_e' হলে, $\frac{1}{2}m(v_e')^2 = \frac{1}{2}\frac{GMm}{R}$

$$\Rightarrow v_e' = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

$$\therefore v_e = \sqrt{2} \times v_e'$$

তাই, পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে কোনো স্থির বস্তুর মুক্তিবেগ এবং পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ সমান হবে না।

২৯। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হঠাৎ অর্ধেক হয়ে গেল কিন্তু ভর অপরিবর্তিত রইল, সেক্ষেত্রে ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: মনে করি, পৃথিবীর ভর M

এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R

ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

এখন ভর, M কে অপরিবর্তিত রেখে ব্যাসার্ধ অর্ধেক $\left(R' = \frac{R}{2}\right)$ করলে

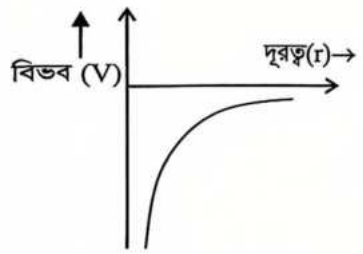
ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ হবে, $g' = \frac{GM}{R'^2} = \frac{GM}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = \frac{4GM}{R^2}$

$$\therefore g' = 4g$$

সুতরাং, পরিবর্তিত অবস্থায় অভিকর্ষজ ত্বরণ পূর্বের 4 গুণ হবে।

৩০। মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে দূরত্বের সাপেক্ষে মহাকর্ষীয় বিভবের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আমরা জানি, মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -\frac{GM}{r}$



সুতরাং দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে $\frac{GM}{r}$ এর মান দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে কমে কিন্তু মহাকর্ষীয় বিভব ঋণাত্মক হওয়ায় মহাকর্ষীয় বিভব (V) এর মান বাড়ে। অসীম দূরত্বের জন্য $r = \infty$ হলে $V = 0$ অর্থাৎ বিভব শূন্য হবে।

৩১। সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান হবে কি? ব্যাখ্যা করো। [রা. বো. ২৩]

উত্তর: সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান নয়।

আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

যেখানে M ও R যথাক্রমে গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধ। মুক্তিবেগের সমীকরণ হতে দেখা যায়, কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে। সূর্যের প্রতিটি গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ ভিন্ন হওয়ায় এদের পৃষ্ঠের মুক্তিবেগও ভিন্ন হয়। সুতরাং, সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান নয়।

৩২। অন্যান্য বিভবের সাথে মহাকর্ষীয় বিভবের তফাৎ কোথায়? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: মহাকর্ষ বিভবের ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$$V = -\frac{GM}{r}$$

মহাকর্ষ বিভব সর্বদা আকর্ষনধর্মী বলে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বদা ঋণাত্মক। কিন্তু তড়িৎ এবং চৌম্বক বল আকর্ষণ ও বিকর্ষণ উভধর্মী হওয়ায় বিভব ঋণাত্মক বা ধনাত্মক দুইই হতে পারে। আবার মহাকর্ষীয় বিভব মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না। কিন্তু অন্য বিভবগুলো মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

৩৩। ঘূর্ণনরত পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে গেলে এর বেগ কমে যায় কেনো? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২২]

উত্তর: আমরা জানি, সূর্যকে প্রদক্ষিণকালে পৃথিবীর কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

অর্থাৎ, $L_1 = L_2$

$$\Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2$$

$$\Rightarrow v_1r_1 = v_2r_2$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

$$\therefore v \propto \frac{1}{r}$$

অর্থাৎ, পৃথিবীর বেগ সূর্য হতে এর দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক। পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে আসলে r এর মান বৃদ্ধি পাবে এবং সেক্ষেত্রে বেগ (v) হ্রাস পাবে।

৩৪। একই কক্ষপথে স্থাপিত দুটি ভিন্ন ভরের স্যাটেলাইটের বেগ কি একই হবে না ভিন্ন হবে?– ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২২]

উত্তর: পৃথিবী ও উপগ্রহের মধ্যবর্তী মহাকর্ষ বল, উপগ্রহের কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়।

$$\therefore F_G = F_C$$

$$\Rightarrow \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

এখানে,
M = পৃথিবীর ভর
r = পৃথিবীর কেন্দ্র হতে উপগ্রহের দূরত্ব
m = উপগ্রহের ভর

উপগ্রহের বেগ এর সমীকরণ হতে দেখা যায়, সমীকরণে উপগ্রহের ভর (m) অনুপস্থিত। অর্থাৎ, উপগ্রহের বেগ তার ভরের উপর নির্ভর করে না। সুতরাং, একই কক্ষপথে স্থাপিত সকল স্যাটেলাইটের বেগ সমান হবে।

t.me/admission_stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে গ্যালিলিওর সূত্র

১। পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে নিচের কোন তথ্যটি সঠিক নয়?
ক বস্তু বিনা বাধায় পড়বে
খ বস্তু স্থির অবস্থান থেকে পড়বে
গ মুক্তভাবে পড়বে
ঘ অভিকর্ষজ বল ছাড়াও অন্য বল ক্রিয়া করবে
উত্তর: ঘ অভিকর্ষজ বল ছাড়াও অন্য বল ক্রিয়া করবে
ব্যাখ্যা: পড়ন্ত বস্তু স্থির অবস্থান হতে বিনা বাধায় মুক্তভাবে পড়ে। এর উপর একমাত্র ক্রিয়াশীল বল অভিকর্ষ বল।

২। পড়ন্ত বস্তুর সূত্র প্রদান করেন কে?
ক নিউটন খ গ্যালিলিও
গ প্লাঙ্ক ঘ কেপলার
উত্তর: খ গ্যালিলিও
ব্যাখ্যা: ১ম সূত্র: বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুসমূহ সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে।
২য় সূত্র: প্রাপ্ত বেগ সময়ের সমানুপাতিক বা $v \propto t$
৩য় সূত্র: অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক বা $h \propto t^2$

৩। পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রানুসারে কোনটি সঠিক?
ক $h \propto t$ খ $h \propto \sqrt{t}$
গ $h \propto t^2$ ঘ $h \propto \frac{1}{t^2}$
উত্তর: গ $h \propto t^2$

৪। মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর 1s, 2s ও 3s এ অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত– [চ. বো. ১৫]
ক 1 : 2 : 3 খ 1 : 4 : 9
গ 1 : 3 : 9 ঘ 1 : 3 : 5
উত্তর: খ 1 : 4 : 9
ব্যাখ্যা: গ্যালিলিওর ৩য় সূত্র হতে, $h \propto t^2$
$\therefore h_1 : h_2 : h_3 = 1^2 : 2^2 : 3^2$
$= 1 : 4 : 9$

কেপলারের সূত্র

৫। কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র কোন ভৌত রাশির নিত্যতা সূত্র থেকে প্রমাণ করা যায়? [য. বো. ২৪]
ক কৌণিক ভরবেগ খ রৈখিক ভরবেগ
গ শক্তি ঘ যান্ত্রিক শক্তি
উত্তর: ক কৌণিক ভরবেগ
ব্যাখ্যা: কেপলারের ২য় সূত্র: গ্রহ ও সূর্যের সংযোগকারী ব্যাসার্ধ রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে। এক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে।
অর্থাৎ, $L_1 = L_2$
$\Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2$
$\Rightarrow v_1r_1 = v_2r_2$
$\therefore v \propto \frac{1}{r}$
সূর্য হতে গ্রহের দূরত্ব বেড়ে গেলে বেগ কমে যাবে।

৬। "পৃথিবী সূর্যের চারদিকে উপবৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করছে"– এই সূত্র কে প্রদান করেন? [দি. বো. ২৪, ১৫; রা. বো. ১৭]
ক কেপলার খ নিউটন
গ গ্যালিলিও ঘ কোপারনিকাস
উত্তর: ক কেপলার
ব্যাখ্যা: কেপলারের ১ম সূত্র: প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে।

৭। উপগ্রহ মহাশূন্যে কোন নীতি মেনে চলে?
ক নিউটনের তৃতীয় সূত্র খ অভিকর্ষ সূত্র
গ কেপলারের সূত্র ঘ কোনটিই নয়
উত্তর: গ কেপলারের সূত্র

৮। গ্রহের পর্যায়কাল T এবং সূর্য থেকে গ্রহের গড় দূরত্ব r হলে কেপলারের তৃতীয় সূত্রানুসারে– [চ. বো. ২৩; সি. বো. ২২, ১৬; কু. বো. ১৭, ১৮; ঢা. বো. ১৬; রা. বো. ১৬; য. বো. ১৫; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩]
ক $T \propto r$ খ $T \propto r^2$
গ $T^2 \propto r$ ঘ $T^2 \propto r^3$
উত্তর: ঘ $T^2 \propto r^3$
ব্যাখ্যা: কেপলারের ৩য় সূত্র: প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

৯। যদি সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব হ্রাস পায়, তবে বছরের দৈর্ঘ্য– [সি. বো. ২৩; ঢা. বো. ১৫; অনুরূপ ব. বো. ১৭]
ক স্থির থাকবে খ বৃদ্ধি পাবে
গ অসীম হবে ঘ হ্রাস পাবে
উত্তর: ঘ হ্রাস পাবে
ব্যাখ্যা: $T^2 \propto r^3$
$\therefore$ r হ্রাস পেলে, T (বছরের দৈর্ঘ্য) হ্রাস পাবে।

১০। পৃথিবী 365 দিনে এবং বুধ 88 দিনে সূর্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে, সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব 1.5×10^{11} m হলে সূর্য থেকে বুধের গড় দূরত্ব কত? [রা. বো. ২৩; য. বো. ২০]
ক 128.2×10^{10} m খ 38.68×10^{10} m
গ 5.81×10^{10} m ঘ 1.77×10^{10} m
উত্তর: গ 5.81×10^{10} m
ব্যাখ্যা: $\frac{T_1^2}{R_1^3} = \frac{T_2^2}{R_2^3}$
$\Rightarrow \frac{(365)^2}{(1.5 \times 10^{11})^3} = \frac{(88)^2}{R_2^3}$
$\Rightarrow R_2 = 5.81 \times 10^{10}$ m

১১। যদি পৃথিবী হতে সূর্যের দূরত্ব বর্তমান দূরত্বের অর্ধেক করা হয় তাহলে এক বছরে দিনের সংখ্যা হবে প্রায়–
ক 730 খ 182
গ 365 ঘ 129
উত্তর: ঘ 129
ব্যাখ্যা: $\left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3$
$\Rightarrow T_2 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{3}{2}} \times 365 = 129$ দিন

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২। একই কক্ষপথে আবর্তনরত দুটি উপগ্রহের একটির ভর অন্যটির দ্বিগুণ হলে ভারী উপগ্রহের আবর্তনকাল অন্যটির– [ব. বো. ১৫]

ক সমান খ অর্ধেক
গ দ্বিগুণ ঘ চারগুণ

উত্তর: ক সমান

ব্যাখ্যা: যেহেতু, $T^2 \propto r^3$

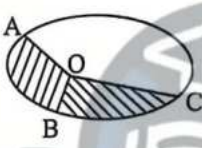
অর্থাৎ, আবর্তনকাল কেবল উপগ্রহের ঘূর্ণন ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে। কিন্তু ভরের উপর নির্ভর করে না। $\therefore T_2 = T_1$

১৩। একটি গ্রহ O বিন্দুকে কেন্দ্র করে ABC উপবৃত্তাকার পথে ঘোরে। ΔBOC এর ক্ষেত্রফল ΔAOB এর ক্ষেত্রফলের দ্বিগুণ। CB পথ অতিক্রম করতে গ্রহটির 4 ঘন্টা সময় লাগলে BA পথ অতিক্রম করতে গ্রহটির কত ঘন্টা সময় লাগবে? [চ. বো. ১৬]

ক 16 খ 8
গ 4 ঘ 2

উত্তর: ঘ 2

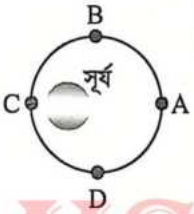
ব্যাখ্যা: কেপলারের ২য় সূত্রানুযায়ী, $A \propto t$



$\therefore \frac{\Delta BOC}{\Delta AOB} = \frac{t_{CB}}{t_{BA}}$

$\Rightarrow t_{BA} = 4 \times \frac{1}{2} = 2$ ঘন্টা।

১৪। চিত্রে কোন অবস্থানে পৃথিবীর বেগ সবচেয়ে কম? [চ. বো. ১৫]



ক A খ B
গ C ঘ D

উত্তর: ক A

ব্যাখ্যা: গ্রহগুলো কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতি মেনে চলে।

$\therefore mvr = const$

$\Rightarrow v \propto \frac{1}{r}$ [$\therefore$ r সর্বোচ্চ হলে v সর্বনিম্ন হবে]

অতএব, A বিন্দুতে পৃথিবীর ঘূর্ণনের ব্যাসার্ধ সর্বোচ্চ বলে, A বিন্দুতে বেগ সর্বনিম্ন হবে।

নিউটনের মহাকর্ষীয় সূত্র

১৫। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G = ? [ব. বো. ২২]

ক $66.7 \times 10^{-12}\ Nmkg^{-2}$
খ $6.67 \times 10^{-11}\ Nm^{-2}\ kg^{-2}$
গ $0.667 \times 10^{-10}\ Nm^2\ kg^{-2}$
ঘ $0.0667 \times 10^{-9}\ Nm^{-2}\ kg^2$

উত্তর: গ $0.667 \times 10^{-10}\ Nm^2\ kg^{-2}$

ব্যাখ্যা: মহাকর্ষীয় ধ্রুবক একটি সর্বজনীন ধ্রুবক যা সর্বত্র সমান।

১৬। একক ভরের দুটি বস্তুকণা একক দূরত্বে থেকে যে বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে তাকে কী বলা হয়?

ক একক বল খ এক নিউটন বল
গ মহাকর্ষীয় ধ্রুবক ঘ অভিকর্ষীয় ত্বরণ

উত্তর: গ মহাকর্ষীয় ধ্রুবক

ব্যাখ্যা: মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$

১৭। মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি? [ম. বো. ২৩]

ক $[M^{-1}L^3T^{-2}]$ খ $[M^{-1}L^{-3}T^{1}]$
গ $[M^{-1}L^{-2}T^3]$ ঘ $[M^{-1}L^{-3}T^{-2}]$

উত্তর: ক $[M^{-1}L^3T^{-2}]$

ব্যাখ্যা: $G = \frac{Fr^2}{m^2}$

$\therefore [G] = \frac{[MLT^{-2}]\,[L^2]}{[M^2]}$

$\Rightarrow [G] = [M^{-1}L^3T^{-2}]$

১৮। মহাকর্ষীয় বল কার্যকর হয় কোন ধরনের কণার বিনিময়ে?

ক ফোটন খ মেসন
গ গ্রাভিটন ঘ বোসন

উত্তর: গ গ্রাভিটন

ব্যাখ্যা: মহাকর্ষ বল → গ্রাভিটন।
তাড়িত চৌম্বক বল → ফোটন।
সবল নিউক্লীয় বল → মেসন।
দূর্বল নিউক্লীয় বল → বোসন।

১৯। মহাকর্ষ সূত্রের ভেক্টর রূপ নিচের কোনটি?

ক $\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1m_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$ খ $\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1m_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{21}$
গ $\vec{F}_{21} = G\frac{m_1m_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$ ঘ $\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1m_2}{r_{12}^2}\vec{r}_{12}$

উত্তর: ক $\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1m_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$

২০। গাছের একটি আপেল পৃথিবীকে f বলে আকর্ষণ করছে। পৃথিবী আপেলকে F বলে আকর্ষণ করছে। সুতরাং–

ক $F >> f$ খ $F > f$
গ $F = f$ ঘ $F < f$

উত্তর: গ $F = f$

ব্যাখ্যা: নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বলের মান সমান।

$\therefore F = f$

২১। একটি পাথর খণ্ডকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে খাড়া উপরের দিকে তুলতে থাকলে এর উপর কয়টি বল ক্রিয়া করে? [সি. বো. ১৫]

ক 1 খ 2
গ 3 ঘ 4

উত্তর: খ 2

ব্যাখ্যা: পাথর খন্ডকে উপরে তুলা হলে এর উপর বাহ্যিক বল তথা অভিকর্ষের বিপরীতমুখী বল এবং অভিকর্ষীয় বল ক্রিয়া করবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২২। দুটি বস্তুর মধ্যে দূরত্ব তিনগুণ হলে মহাকর্ষীয় বল হবে– [রা. বো. ২৩; অনুরূপ দি. বো. ১৫]

ক $\frac{1}{9}$ গুণ খ $\frac{1}{3}$ গুণ

গ 3 গুণ ঘ 9 গুণ

উত্তর: ক $\frac{1}{9}$ গুণ

ব্যাখ্যা: $F \propto \frac{1}{r^2}$

$F_2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 F_1 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 F_1$

$\Rightarrow F_2 = \frac{1}{9} F_1$

২৩। 1 kg ভরের দুটি বস্তুকে পরস্পর হতে 1 m দূরে স্থাপন করলে তারা পরস্পরকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে তার মান হলো– [রা. বো. ১৭]

ক 1 N খ $6.67 \times 10^{-7}\ Nm^2kg^{-2}$

গ $6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ ঘ 6.6×10^{-11} N

উত্তর: ঘ 6.6×10^{-11} N

ব্যাখ্যা: $F = G\frac{m_1m_2}{r^2}$

$\Rightarrow F = 6.67 \times 10^{-11} \times \frac{1 \times 1}{1^2}$

$\Rightarrow F = 6.67 \times 10^{-11}$ N

$\approx 6.6 \times 10^{-11}$ N

২৪। একই রকম দুটি বস্তুর মধ্যকার মহাকর্ষ বল হলো F_0। যদি বস্তু দুটির প্রতিটির ভর দ্বিগুণ করা হয় এবং দূরত্ব অর্ধেক করা হয়, তবে বস্তু দুটির মধ্যকার মহাকর্ষ বল হবে–

ক F_0 খ $\frac{F_0}{2}$

গ $4F_0$ ঘ $16F_0$

উত্তর: ঘ $16F_0$

ব্যাখ্যা: $F_0 = G\frac{m_1m_2}{r^2}$

$\therefore F = G\frac{2m_1 \times 2m_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}$

$\Rightarrow F = 16 \times G\frac{m_1m_2}{r^2} = 16F_0$

২৫। মহাকর্ষ সূত্র ব্যবহার করে যে সমস্ত কাজ করা সম্ভব– [য. বো. ২২]

(i) প্রাকৃতিক গ্যাস উত্তোলন

(ii) বিভিন্ন খনিজ পদার্থ উত্তোলন

(iii) ভূ-গর্ভস্থ তাপঘটিত শক্তি উত্তোলন

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: মহাকর্ষ সূত্র ব্যবহার করে প্রাকৃতিক সম্পদ ও বিভিন্ন শক্তির উৎস অনুসন্ধান করা যায়।

অভিকর্ষজ ত্বরণ

২৬। পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে পৃথিবীপৃষ্ঠে G/g এর অনুপাত হবে– [কু. বো. ২২; অনুরূপ চ. বো. ২৪]

ক $\frac{R^2}{M}$ খ $\frac{M}{R^2}$

গ $\frac{R}{M}$ ঘ $\frac{M}{R}$

উত্তর: ক $\frac{R^2}{M}$

ব্যাখ্যা: $g = \frac{GM}{R^2}$

$\Rightarrow \frac{G}{g} = \frac{R^2}{M}$

২৭। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হ্রাস পেলে g এর মান– [দি. বো. ১৫]

ক হ্রাস পাবে খ বৃদ্ধি পাবে

গ অপরিবর্তিত থাকবে ঘ শূন্য হবে

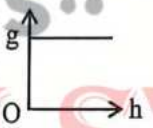
উত্তর: খ বৃদ্ধি পাবে

ব্যাখ্যা: $g = \frac{GM}{R^2}$

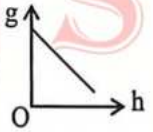
$\therefore g \propto \frac{1}{R^2}$

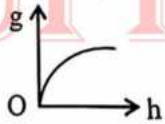
R এর মান হ্রাস পেলে g এর মান বৃদ্ধি পাবে।

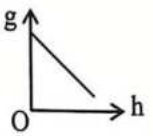
২৮। পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কেন্দ্রের দিকে গেলে বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর লেখচিত্র নিচের কোনটি? [চ. বো. ২৩; ব. বো. ২২; অনুরূপ ঢা. বো. ১৭; চ. বো. ১৫]

ক 

খ

গ 

ঘ 

উত্তর: গ 

ব্যাখ্যা: $g = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g_0$

$\Rightarrow g = -\frac{g_0}{R}h + g_0$

$\therefore y = -mx + c$ সরলরেখার অনুরূপ।

২৯। পৃথিবীর কোন স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণকে আদর্শমান ধরা হয়? [ব. বো. ১৬]

ক কেন্দ্রে খ 45° অক্ষাংশে

গ মেরু অঞ্চলে ঘ বিষুব অঞ্চলে

উত্তর: খ 45° অক্ষাংশে

ব্যাখ্যা: পৃথিবীর 45° অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.81 ms^{-2}

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩০। পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের এবং পৃথিবীর ভরের সমান ভরের একটি কাল্পনিক গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের– [য. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ২২]

ক 4 গুণ খ 2 গুণ
গ অর্ধেক ঘ $\frac{1}{4}$ গুণ

উত্তর: ঘ $\frac{1}{4}$ গুণ

ব্যাখ্যা: $g \propto \frac{M}{R^2}$

$\therefore \frac{g_p}{g_e} = \frac{M_p}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R_p}\right)^2$

$\Rightarrow g_p = 1 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times g_e = \frac{1}{4} g_e$

৩১। পৃথিবীর আকার হঠাৎ ছোট হয়ে এর ব্যাসার্ধ পূর্বের অর্ধেক হলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন হবে। পরিবর্তিত মান পূর্বমানের কতগুণ হবে? [রা. বো. ১৯]

ক 2 গুণ খ 4 গুণ
গ 6 ঘ 8 গুণ

উত্তর: খ 4 গুণ

ব্যাখ্যা: $g \propto \frac{1}{R^2}$

$\Rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$

$\Rightarrow g_2 = \left(\frac{2}{1}\right)^2 g_1 = 4g_1$

৩২। একটি বস্তুর ভর 12 mg। পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে বস্তুটি কত বলে আকর্ষিত হবে? [সি. বো. ১৫]

ক 1.18×10^{-4} N
খ 0.1178 N
গ 117.6×10^{-6} N
ঘ 1.18×10^{-4} N

উত্তর: গ 117.6×10^{-6} N

ব্যাখ্যা: $F = mg = 12 \times 10^{-6} \times 9.8$

$\Rightarrow F = 117.6 \times 10^{-6}$ N

৩৩। পৃথিবীতে কোনো বস্তুর ওজন 20 N হলে চাঁদে কত? [সি. বো. ১৯]

ক 100 N খ 39.2 N
গ 20 N ঘ 4 N

উত্তর: ঘ 4 N

ব্যাখ্যা: $g_{moon} = \frac{1}{6} g_{earth}$

$\therefore W_{moon} = \frac{1}{6} \times W_{earth}$

$= \frac{1}{6} \times 20$

$= 3.33$ N [$\because W \propto g$]

$\therefore W_{moon} \approx 4$ N

৩৪। একজন ব্যক্তির ওজন পৃথিবী পৃষ্ঠে 785 N এবং মঙ্গল গ্রহ পৃষ্ঠে 298 N। মঙ্গল পৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা কত? (পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 9.8 ms^{-2}) [কু. বো. ২৪]

ক 2.63 Nkg^{-1} খ 3.72 Nkg^{-1}
গ 6.09 Nkg^{-1} ঘ 9.81 Nkg^{-1}

উত্তর: খ 3.72 Nkg^{-1}

ব্যাখ্যা: $W \propto g$

$\Rightarrow \frac{g_m}{g_e} = \frac{W_m}{W_e}$

$\Rightarrow g_m = \frac{298}{785} \times 9.8$

$\Rightarrow g_m = 3.72\ ms^{-2}$ [$\because$ তীব্রতা = অভিকর্ষজ ত্বরণ = $\frac{GM}{R^2}$]

$\therefore E_m = 3.72\ Nkg^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন

৩৫। ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত km উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের মানের 25% হবে? [R = 6400 km] [ঢা. বো. ২৪, ১৫; অনুরূপ কু. বো. ২২; সি. বো. ২২]

ক 6400 খ 640
গ 250 ঘ 100

উত্তর: ক 6400

ব্যাখ্যা: $g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g$

$\Rightarrow \frac{25}{100} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$

$\Rightarrow \left(\frac{R+h}{R}\right)^2 = 4$

$\Rightarrow \frac{R+h}{R} = 2$

$\Rightarrow h = R = 6400$ km

৩৬। পৃথিবীর কেন্দ্র হতে কোনো বিন্দুর দূরত্ব x হলে (x < R), অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর সাথে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R) [য. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২৩]

ক $g \propto \frac{1}{x}$ খ $g \propto x$
গ $g \propto \frac{1}{x^2}$ ঘ $g \propto x^2$

উত্তর: খ $g \propto x$

ব্যাখ্যা: x < R হলে, $g = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g_0 = \frac{x}{R} g_0$ [$\because x = R - h$]

$\therefore g \propto x$

৩৭। পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব r(r > R) ও অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মধ্যে সম্পর্ক– [ব. বো. ২৪]

ক $g \propto r$ খ $g \propto \frac{1}{r}$
গ $g \propto r^2$ ঘ $g \propto \frac{1}{r^2}$

উত্তর: ঘ $g \propto \frac{1}{r^2}$

ব্যাখ্যা: r > R হলে, $g = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g_0 = \left(\frac{R}{r}\right)^2 g_0$

$\therefore g \propto \frac{1}{r^2}$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৮। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R, পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে কোনো বিন্দুর দূরত্ব r এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মধ্যে সম্পর্ক– [ম. বো. ২২]

(i) $g \propto r$, যখন $r < R$ হয়

(ii) $g \propto \frac{1}{r^2}$, যখন $r > R$ হয়

(iii) $g \propto \frac{1}{r}$, যখন $r = R$ হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: $r \le R$ হলে, $g = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g_0$

$= \frac{r}{R} g_0$ $[\because r = R - h]$

$\therefore g \propto r$

$r \ge R$ হলে,

$g = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g_0$

$= \left(\frac{R}{r}\right)^2 g_0$

$\therefore g \propto \frac{1}{r^2}$

৩৯। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) বরাবর কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের এক-চতুর্থাংশ হবে? [দি. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ১৭]

ক $\frac{4}{3}R$ খ $\frac{3}{4}R$

গ $\frac{1}{3}R$ ঘ $\frac{1}{4}R$

উত্তর: খ $\frac{3}{4}R$

ব্যাখ্যা: $g' = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g$

$\Rightarrow \frac{1}{4} = 1 - \frac{h}{R}$

$\therefore h = \frac{3}{4}R$

৪০। অভিকর্ষীয় ত্বরণ 'g' এর তারতম্য এর ক্ষেত্রে কোনটির কোনো ভূমিকা নেই? [ম. বো. ২৪; ঢা. বো. ২২]

ক পৃথিবীর আকার

খ সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর ঘূর্ণনগতি

গ নিজ অক্ষের চারিদিকে পৃথিবীর ঘূর্ণন গতি

ঘ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা

উত্তর: খ সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর ঘূর্ণনগতি

ব্যাখ্যা: g এর তারতম্য হয়–

i. পৃথিবীর আকৃতির জন্য।

ii. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতর কোনো স্থানে।

iii. পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো স্থানে।

iv. পৃথিবীর আহ্নিক গতির জন্য।

৪১। 80 kg ভরের একজন নভোচারীর চন্দ্রে ভর কত? [সি. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ২৪; দি. বো. ১৫]

ক 784 kg খ 784 N

গ 80 kg ঘ 80 N

উত্তর: গ 80 kg

ব্যাখ্যা: বস্তুর ভর সকল স্থানে একই থাকে।

৪২। ভূপৃষ্ঠ হতে যে গভীরতায় ও উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হবে সেই গভীরতা ও উচ্চতার অনুপাত হবে প্রায়– [বি. বো. ২০]

ক 1 : 1 খ 1 : 2

গ 2 : 1 ঘ 3 : 1

উত্তর: গ 2 : 1

ব্যাখ্যা: $g_{depth} = g_{height}$

$\Rightarrow g\left(1 - \frac{d}{R}\right) = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$

$\Rightarrow \frac{d}{R} = \frac{2h}{R}$

$\therefore \frac{d}{h} = \frac{2}{1}$

৪৩। পৃথিবীপৃষ্ঠে কোনো বস্তুর ওজন 500 N, পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে অর্ধেক গভীরতায় ওজন কত হবে?

ক 1000 N খ 250 N

গ 500 N ঘ 125 N

উত্তর: খ 250 N

ব্যাখ্যা: $\frac{W'}{W} = \frac{g'}{g}$

$\Rightarrow \frac{W'}{W} = \left(1 - \frac{\frac{R}{2}}{R}\right)$

$\Rightarrow W' = 500\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 250 \text{ N}$

৪৪। অভিকর্ষজ ত্বরণ–

ক বস্তু নিরপেক্ষ খ স্থান নিরপেক্ষ

গ সময় নিরপেক্ষ নয় ঘ কোনোটিই নয়

উত্তর: ক বস্তু নিরপেক্ষ

ব্যাখ্যা: $g = \frac{GM}{R^2}$

$\therefore$ অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।

৪৫। g এর মান কোথায় সর্বাধিক? [দি. বো. ১৫]

ক মেরু খ বিষুব

গ ভূ-কেন্দ্রে ঘ পাহাড়ের চূড়ায়

উত্তর: ক মেরু

ব্যাখ্যা: $g_\lambda = g - \omega^2 R \cos^2\lambda$

$\Rightarrow \lambda = 90°$ হলে, $g_\lambda = g$ হবে

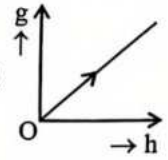
$\therefore$ g এর সর্বাধিক মান মেরুতে।

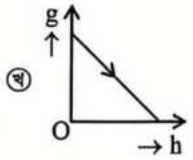
Rhombus Publications

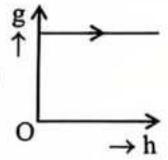
t.me/admission_stuffs

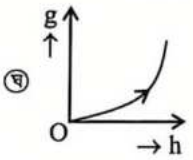
PDF Credit - Admission Stuffs

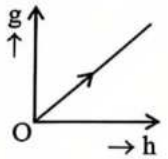
৪৬। পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে পৃথিবীর পৃষ্ঠের দিকে গতিশীল বস্তুর উপর অভিকর্ষীয় ত্বরণের লেখচিত্র কোনটি? [রা. বো. ২৩; কু. বো. ২৩; য. বো. ২৩]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: ক 

ব্যাখ্যা: $g_h = \frac{4}{3}\pi G h \rho$

$\therefore g_h \propto h$ [h = কেন্দ্র থেকে দূরত্ব]

৪৭। পৃথিবী পৃষ্ঠ, পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় ও পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ যথাক্রমে g, g_h ও g_{bh} হলে– [সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

ক $g_{bh} < g_h < g$ খ $g_h > g_{bh} > g$

গ $g_h < g_{bh} < g$ ঘ $g_h < g < g_{bh}$

উত্তর: গ $g_h < g_{bh} < g$

ব্যাখ্যা: h স্বল্প উচ্চতায়, $g_h = \left(1 - \frac{2h}{R}\right) g$

h গভীরতায়, $g_{bh} = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g$

$\therefore g_h < g_{bh} < g$

৪৮। মহাশূন্যযানে ওজনহীন অনুভবের কারণ–

ক জড়তাহীনতা

খ মাধ্যাকর্ষণ হীনতা

গ ত্বরান্বিত বলের অনুপস্থিতির জন্য

ঘ মহাকাশযানের মুক্তভাবে পতিত হওয়ার জন্য

উত্তর: গ ত্বরান্বিত বলের অনুপস্থিতির জন্য

ব্যাখ্যা: মহাশূন্যযানে নিট বল শূন্য হওয়ার কারণে কোনো ত্বরণ সৃষ্টিকারী বল থাকে না। ফলে ব্যক্তি ওজনহীন অনুভব করেন।

৪৯। পৃথিবীর ঘূর্ণন বন্ধ হলে বিষুব রেখায় g এর মান– [দি. বো. ১৭]

ক বৃদ্ধি পাবে খ হ্রাস পাবে

গ একই থাকবে ঘ শূন্য হবে

উত্তর: ক বৃদ্ধি পাবে

ব্যাখ্যা: ঘূর্ণনশীল অবস্থায়, $g_{eq} = g - \omega^2 R$

ঘূর্ণন বন্ধ হলে, $g'_{eq} = g - 0^2 \times R = g > g_{eq}$

$\therefore$ g এর মান বৃদ্ধি পাবে।

৫০। কত অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে কম? [চ. বো. ২২]

ক 0° খ 30°

গ 45° ঘ 90°

উত্তর: ক 0°

ব্যাখ্যা: $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$\lambda = 0°$ হলে, $\cos^2\lambda = 1$

$\therefore g_\lambda = g - \omega^2 R$ যা g এর সর্বনিম্ন মান।

৫১। পৃথিবী পৃষ্ঠে λ অক্ষাংশের জন্য 'g' এর সমীকরণ হবে– [পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রম M ও R] [দি. বো. ১৯]

ক $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\lambda$ খ $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos\lambda$

গ $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega R\cos^2\lambda$ ঘ $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega R\cos\lambda$

উত্তর: ক $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\lambda$

ব্যাখ্যা: $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\lambda$

৫২। নিরক্ষরেখায় অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান g′ হলে– [কু. বো. ২২]

ক $g' = 1 + \omega^2 R$ খ $g' = 1 - \omega^2 R$

গ $g' = g - \omega^2 R$ ঘ $g' = g + \omega^2 R$

উত্তর: গ $g' = g - \omega^2 R$

ব্যাখ্যা: নিরক্ষরেখায়, $\lambda = 0°$

$\therefore g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda\ (0°)$

$\Rightarrow g' = g - \omega^2 R$

৫৩। মেরু অঞ্চল অপেক্ষা বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত কম? [সি. বো. ২৩; কু. বো. ১৭]

ক $\omega^2 R\cos\theta$ খ $\omega^2 R$

গ $\omega^2 R\cos^2\theta$ ঘ $\omega R\cos\theta$

উত্তর: খ $\omega^2 R$

ব্যাখ্যা: মেরু অঞ্চলে, $g_p = g$

বিষুবীয় অঞ্চলে, $g_{eq} = g - \omega^2 R$

$\therefore g_p - g_{eq} = \omega^2 R$

৫৪। পৃথিবীর ঘূর্ণন না থাকলে পৃথিবীপৃষ্ঠের কোনো স্থানে বস্তুর ওজন– [চ. বো. ১৭]

ক বৃদ্ধি পাবে খ শূন্য হবে

গ অসীম হবে ঘ অপরিবর্তিত থাকবে

উত্তর: ক বৃদ্ধি পাবে

ব্যাখ্যা: $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$\Rightarrow mg_\lambda = mg - m\omega^2 R\cos^2\lambda$

$\Rightarrow W_\lambda = W - m\omega^2 R\cos^2\lambda$

ঘূর্ণন বন্ধ হলে, $W'_\lambda = W - 0 = W$

$\therefore W'_\lambda > W_\lambda$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৫৫। ভর ধ্রুব রেখে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করা হলে কোনো বস্তুর ওজন হবে– [রা. বো. ২২]

ক এক-চতুর্থাংশ　　খ অর্ধেক
গ দ্বিগুণ　　ঘ চারগুণ

উত্তর: ক এক-চতুর্থাংশ

ব্যাখ্যা: $W \propto g \propto \frac{1}{R^2}$

$\Rightarrow W_2 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 W_1$

$= \left(\frac{1}{2}\right)^2 W_1$

$= \frac{1}{4} W_1$

৫৬। পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ $\frac{g}{4}$ হলে কোনো বস্তু সেখানে তার ওজন হারাবে– [ম. বো. ২২]

ক 25%　　খ 75%
গ 85%　　ঘ 90%

উত্তর: খ 75%

ব্যাখ্যা: $W = mg$

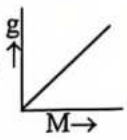
$W' = m\frac{g}{4}$

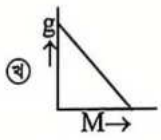
$\therefore$ হারানো ওজন, $\frac{W - W'}{W} \times 100\% = \frac{mg - m\frac{g}{4}}{mg} \times 100\%$

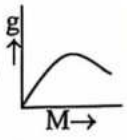
$= \frac{3}{4} \times 100\%$

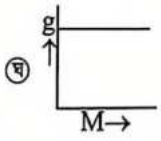
$= 75\%$

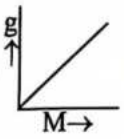
৫৭। কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ ঠিক রেখে যদি এর ভর বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণ ও ভরের মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোন লেখচিত্র সমর্থন করে? [চ. বো. ২২]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: ক 

ব্যাখ্যা: $g = \frac{GM}{R^2}$

$\Rightarrow g = kM \quad \left[\because k = \frac{G}{R^2} = \text{ধ্রুবক}\right]$

$\therefore$ এটি $y = mx$ এর অনুরূপ মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

৫৮। পৃথিবীর নিজ অক্ষের ঘূর্ণনের জন্য জাতীয় স্মৃতিসৌধের কৌণিক বেগ কত? [দি. বো. ২২]

ক 7.27×10^5 rads^{-1}　　খ 0.2618 rads^{-1}
গ 1.818×10^{-4} rads^{-1}　　ঘ 7.27×10^{-5} rads^{-1}

উত্তর: ঘ 7.27×10^{-5} rads^{-1}

ব্যাখ্যা: কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$= \frac{2\pi}{86400}$

$\therefore \omega = 7.27 \times 10^{-5}$ rads^{-1}

৫৯। 20 kg ভরের একটি বালক 10 m উচ্চতার ব্রিজ থেকে নদীর পানিতে লাফ দিচ্ছে, পানি থেকে 5 m উঁচুতে পৌঁছানোর পর তার ওজন–

ক 198 N　　খ 99 N
গ 20 N　　ঘ 0 N

উত্তর: ঘ 0 N

ব্যাখ্যা: 5m উঁচুতে বালকের উপর কোনো প্রতিক্রিয়া বল ক্রিয়াশীল নেই, তাই পানি থেকে 5m উঁচুতে তার ওজন শূন্য। অবাধে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে প্রতিটি ক্রিয়াবল, $R = m(g - g) = 0$ N। অর্থাৎ বালকটি নিজেকে ওজনহীন অনুভব করবে।

৬০। পৃথিবীর ঘূর্ণন বেগ বর্তমান অপেক্ষা প্রায় কত বেশি বৃদ্ধি পেলে বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুসমূহ ঘূর্ণায়মান পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে ছিটকে চলে যেত?

ক 11 গুণ　　খ 17 গুণ
গ 25 গুণ　　ঘ 27 গুণ

উত্তর: খ 17 গুণ

ব্যাখ্যা: পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে ছিটকে যেতে হলে, $g_\lambda = 0$

$\therefore g - \omega_2^2 R = 0$

$\Rightarrow \omega_2 = \sqrt{\frac{g}{R}}$

$\therefore \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{\frac{g}{R}} \times \frac{86400}{2\pi}$

$= \sqrt{\frac{9.8}{6.4 \times 10^6}} \times \frac{86400}{2\pi}$

$= 17$

$\therefore \omega_2 = 17\,\omega_1$

৬১। পৃথিবীর গড় ঘনত্ব–

ক g এর সমানুপাতিক
খ g এর উপর নির্ভর করে না
গ g এর জটিল ফাংশন
ঘ g এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: খ g এর উপর নির্ভর করে না

ব্যাখ্যা: পৃথিবীর গড় ঘনত্ব ধ্রুব রাশি। অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনে গড় ঘনত্বের কোন পরিবর্তন হয় না।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬২। g এর মান– [সি. বো. ১৯]

(i) পৃথিবী পৃষ্ঠে বেশি

(ii) পৃথিবীর কেন্দ্রে শূন্য হয়

(iii) পৃথিবী পৃষ্ঠে ও চাঁদের পৃষ্ঠে অনুপাত 16:81

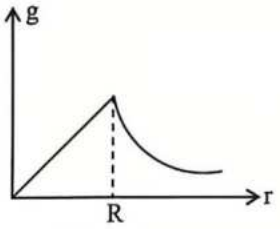
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: g বনাম r (পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব) এর লেখচিত্র–



(i) g এর সর্বোচ্চ মান পৃথিবীর পৃষ্ঠে

(ii) পৃথিবীর কেন্দ্রে $g = 0$

(iii) $g_{earth} > g_{moon}$

$\Rightarrow \frac{g_{earth}}{g_{moon}} > 1$ [কিন্তু, $\frac{16}{81} \not> 1$]

$\therefore \frac{g_{earth}}{g_{moon}} \neq \frac{16}{81}$

বিভব ও প্রাবল্য

৬৩। মহাকর্ষীয় বিভবের একক হলো– [ঢা. বো. ২৪; ২৩]

ক Volt খ Jkg^{-1}

গ $N\text{-}kg^{-1}$ ঘ $N\text{-}m^{-1}$

উত্তর: খ Jkg^{-1}

ব্যাখ্যা: অসীম হতে কোনো একক ভরের বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে। একক: Jkg^{-1}

৬৪। কোনো বৃহদাকার বস্তুর জন্য মহাকর্ষীয় বিভবের সর্বোচ্চ মান কোথায় পাওয়া যাবে? [য. বো. ২৪]

ক বস্তুর কেন্দ্রে

খ বস্তুর পৃষ্ঠে

গ পৃষ্ঠের বাইরে যে কোনো বিন্দুতে

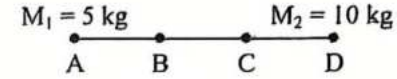
ঘ অসীম দূরত্বে

উত্তর: ঘ অসীম দূরত্বে

ব্যাখ্যা: মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -\frac{Gm}{r}$

এখানে ঋণাত্মক চিহ্নের কারণে r এর মান বৃদ্ধি পেলে বিভব বৃদ্ধি পায়। সুতরাং, $r = \infty$ তে বিভবের মান সর্বোচ্চ এবং সর্বোচ্চ মান হয় শূন্য।

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৬৫ ও ৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



$AB = BC = CD = 1m$

৬৫। B বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান– [ব. বো. ২৪]

ক 15 G খ 10 G

গ 5 G ঘ $\frac{5}{2}$ G

উত্তর: ঘ $\frac{5}{2}$ G

ব্যাখ্যা: $E_1 = \frac{G \times 5}{1^2} = 5G$

$E_2 = \frac{G \times 10}{2^2} = 2.5G$

$\therefore E_{net} = E_1 - E_2$

$= \frac{5}{2} G$

৬৬। B ও C বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের অনুপাত– [ব. বো. ২৪]

ক 5 : 2 খ 5 : 4

গ 2 : 5 ঘ 4 : 5

উত্তর: ঘ 4 : 5

ব্যাখ্যা: B বিন্দুতে মোট বিভব, $V_B = V_{1B} + V_{2B}$

$= \frac{-GM_1}{AB} + \frac{-GM_2}{BD}$

$= \frac{-G \times 5}{1} + \frac{-G \times 10}{2}$

$= -10\ G$

C বিন্দুতে মোট বিভব, $V_C = V_{1C} + V_{2C}$

$= \frac{-GM_1}{AC} + \frac{-GM_2}{CD}$

$= \frac{-G \times 5}{2} + \frac{-G \times 10}{1} = \frac{-25}{2} G$

$\therefore V_B : V_C = (-10\ G) : \left(\frac{-25}{2} G\right)$

$= 4 : 5$

৬৭। মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের দিক কোন দিকে হয়– [ব. বো. ১৯]

ক পৃথিবীর কেন্দ্র বরাবর

খ মহাকর্ষ বলের দিকে

গ মহাকর্ষ বলের বিপরীত দিকে

ঘ পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে বাহিরের দিকে

উত্তর: খ মহাকর্ষ বলের দিকে

ব্যাখ্যা: $\vec{F} = \vec{E}.m$

$\therefore \vec{E}$ ও $\vec{F}$ এর দিক একই।

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬৮। মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মাত্রার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [য. বো. ২২]

ক $[LT^{-1}]$ খ $[LT^{-2}]$
গ $[MLT^{-1}]$ ঘ $[MLT^{-2}]$

উত্তর: খ $[LT^{-2}]$

ব্যাখ্যা: E এর মাত্রা = g এর মাত্রা

$\Rightarrow [E] = [LT^{-2}]$

৬৯। নিচের কোনটির পৃষ্ঠের মহাকর্ষ প্রাবল্য সবচেয়ে বেশী? (সকল গ্রহের ঘনত্ব সমান)– [ব. বো. ১৬]

ক চন্দ্র খ বুধ
গ পৃথিবী ঘ বৃহস্পতি

উত্তর: ঘ বৃহস্পতি

ব্যাখ্যা: $g = \frac{4}{3}\pi\rho gR$

$\therefore g \propto R$

বৃহস্পতি গ্রহের ব্যাসার্ধ সর্বাধিক হওয়ায়, এর পৃষ্ঠে মহাকর্ষ প্রাবল্য সর্বাধিক।

৭০। সর্বোচ্চ মহাকর্ষীয় বিভব এর মান কত?

ক $\propto V$ খ 6.67×10^{-11} V
গ 0 V ঘ –1 V

উত্তর: গ 0 V

ব্যাখ্যা: $V = -\frac{GM}{r}$ [$\therefore$ r এর মান অসীম হলে V সর্বোচ্চ হবে]

$\therefore V_{max} = -\frac{GM}{\infty} = 0$

৭১। R ব্যাসার্ধের পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষ বিভব V হলে পৃষ্ঠ হতে R উচ্চতায় বিভবের মান কত?

ক V/4 খ V/2
গ V ঘ 2V

উত্তর: খ V/2

ব্যাখ্যা: $V = \frac{-GM}{R}$

$V' = \frac{-GM}{(R+R)} = \frac{1}{2}\left(\frac{-GM}{R}\right)$

$\therefore V' = \frac{V}{2}$

৭২। 2 kg ভরের কোনো বস্তু হতে 2 m দূরে কোনো বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব কত? ($G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$) [চ. বো. ১৫]

ক $-6.673 \times 10^{-11}\ Jkg^{-1}$
খ $-3.3365 \times 10^{-11}\ Jkg^{-1}$
গ $6.673 \times 10^{-11}\ Jkg^{-1}$
ঘ $3.3365 \times 10^{-11}\ Jkg^{-1}$

উত্তর: ক $-6.673 \times 10^{-11}\ Jkg^{-1}$

ব্যাখ্যা: $V = -\frac{GM}{r}$

$= -\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 2}{2}$

$\therefore V = -6.673 \times 10^{-11}\ Jkg^{-1}$

৭৩। একটি নিরেট গোলকের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় বিভব V হলে এর কেন্দ্রে বিভব কত হবে?

ক V খ 1.5 V
গ 2 V ঘ শূন্য

উত্তর: খ 1.5 V

ব্যাখ্যা: পৃষ্ঠ বিভব, $V = -\frac{GM}{a}$

গোলকের কেন্দ্রে, $V' = -\frac{GM(3a^2 - r^2)}{2a^3}$

$\Rightarrow V' = \frac{3}{2} \times \frac{-GM}{a}$ [$\because$ কেন্দ্রে r = 0]

$\Rightarrow V' = 1.5$ V

৭৪। পৃথিবীর ভর M ও ব্যাসার্ধ R। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে m ভরের বস্তুকে অসীমে নেওয়া হলে সম্পাদিত কাজের রাশিমালা কোনটি? (অভিকর্ষজ ত্বরণ = g) [কু. বো. ২৪]

ক $W = \frac{GMm}{R^2}$
খ $W = \frac{-GM}{R}$
গ W = GmR
ঘ W = gmR

উত্তর: ঘ W = gmR

ব্যাখ্যা: $W = GMm\left[\frac{1}{R_i} - \frac{1}{R_f}\right]$

$= gR^2m\left[\frac{1}{R} - \frac{1}{\infty}\right]$

$\Rightarrow W = mgR$

৭৫। মহাকর্ষীয় বিভব– [ম. বো. ২০]

(i) স্কেলার রাশি
(ii) এর সর্বোচ্চ মান অসীম
(iii) এর মান মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের যে কোনো বিন্দুতে ঋণাত্মক হতে পারে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও iii

৭৬। মহাকর্ষীয় বিভবের মান– [ঢা. বো. ২২]

(i) সর্বোচ্চ হয় অসীমে
(ii) সর্বোচ্চ পরিমাণ শূন্য
(iii) ঋণাত্মক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৭৭। মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে– [সম্মিলিত বোর্ড-২০১৮]
(i) এটি স্কেলার রাশি
(ii) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে এটি ঋণাত্মক
(iii) এর মাত্রা সমীকরণ L^2T^{-2}
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

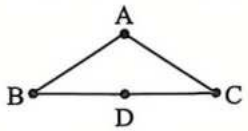
উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: $E = -\frac{dV}{dr}$

$\Rightarrow [V] = \frac{[ML^2T^{-2}]}{[M]}$

$\Rightarrow [V] = [L^2T^{-2}]$

❖ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ৭৮ ও ৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



B ও C বিন্দুতে যথাক্রমে $m_1 = 1kg$ ও $m_2 = 2kg$ ভরের দুটি বস্তু আছে। AB = AC = l m এবং BC = 2 m এবং BD = CD

৭৮। D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান– [রা. বো. ১৬]
ক G খ 2G
গ 3G ঘ 4G

উত্তর: ক G

ব্যাখ্যা: B বিন্দুর জন্য প্রাবল্য,

$E_1 = \frac{G \times 1}{1} = G$

C বিন্দুর জন্য প্রাবল্য,

$E_2 = \frac{G \times 2}{1} = 2G$

∴ D বিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য,
$E = E_2 - E_1 = G$

৭৯। A ও D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের অনুপাত– [রা. বো. ১৬]
ক 1 : 1 খ 1 : 2
গ 2 : 1 ঘ 3 : 1

উত্তর: ক 1 : 1

ব্যাখ্যা: A বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব,

$V_A = \frac{-G \times 1}{1} - \frac{G \times 2}{1} = -3G$

D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব,

$V_D = \frac{-G \times 1}{1} - \frac{G \times 2}{1} = -3G$

$\therefore V_A : V_D = 1 : 1$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৮১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
A এবং B দুটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 8000 kg এবং 6000 kg। বস্তুদ্বয় 0.25 m ব্যবধানে অবস্থিত। A এবং B থেকে যথাক্রমে 0.20 m এবং 0.05 m দূরে অবস্থিত P একটি বিন্দু।
$G = 6.7 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$

৮০। P তে উভয় বস্তুর জন্য সৃষ্ট মহাকর্ষীয় বিভব কত?
ক $-1.72 \times 10^{-6} Jkg^{-1}$ খ $-3.72 \times 10^{-6} Jkg^{-1}$
গ $-10.72 \times 10^{-6} Jkg^{-1}$ ঘ $-7.72 \times 10^{-6} Jkg^{-1}$

উত্তর: গ $-10.72 \times 10^{-6} Jkg^{-1}$

ব্যাখ্যা: $V_P = V_{AP} + V_{BP}$

$= -\frac{Gm_A}{r_{AP}} - \frac{Gm_B}{r_{BP}}$

$= -6.7 \times 10^{-11}\left(\frac{8000}{0.20} + \frac{6000}{0.05}\right)$

$\therefore V_P = -10.72 \times 10^{-6} Jkg^{-1}$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৮১ ও ৮২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
O বিন্দুতে 1 kg ভরের একটি বস্তু রাখা আছে। O বিন্দু হতে যথাক্রমে 1m, 2m ও 3m দূরে অবস্থিত A, B, C বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যকে যথাক্রমে E_A, E_B ও E_C দ্বারা সূচিত করা হয়।

৮১। E_B = ?
ক $3.3365 \times 10^{-11} N kg^{-1}$ খ $6.67 \times 10^{-11} N kg^{-1}$
গ $1.668 \times 10^{-11} N kg^{-1}$ ঘ $2.6692 \times 10^{-11} N kg^{-1}$

উত্তর: গ $1.668 \times 10^{-11} N kg^{-1}$

ব্যাখ্যা: $E_B = \frac{GM}{r^2}$

$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 1}{2^2}$

$= 1.668 \times 10^{-11} Nkg^{-1}$

৮২। উদ্দীপকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
ক $E_A > E_B > E_C$ খ $E_A > E_B < E_C$
গ $E_A < E_B < E_C$ ঘ $E_A < E_B > E_C$

উত্তর: ক $E_A > E_B > E_C$

ব্যাখ্যা: $E = \frac{GM}{r^2}$

$\therefore E \propto \frac{1}{r^2}$

$r_A < r_B < r_C$ হলে, $E_A > E_B > E_C$

মুক্তিবেগ

৮৩। মুক্তিবেগের সমীকরণ হচ্ছে– [সি. বো. ১৯; য. বো. ১৫]
ক $v_e = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ খ $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$
গ $v_e = \sqrt{2gR}$ ঘ $v_e = \sqrt{2gh}$

উত্তর: গ $v_e = \sqrt{2gR}$

৮৪। মুক্তি বেগের রাশিমালায় কোনটি অনুপস্থিত? [য. বো. ১৬]
ক গ্রহের ব্যাসার্ধ খ অভিকর্ষজ ত্বরণ
গ গ্রহের ভর ঘ বস্তুর ঘনত্ব

উত্তর: ঘ বস্তুর ঘনত্ব

ব্যাখ্যা: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$= \sqrt{2gR}$

$= \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho GR^2}$

এখানে বস্তুর ঘনত্ব অনুপস্থিত।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮৫। পৃথিবীতে মুক্তিবেগ নির্ভর করে– [চ. বো. ২২; অনুরূপ রা. বো. ২২]

ক বস্তুর ভরের উপর খ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর
গ বস্তুর ব্যাসার্ধের উপর ঘ পৃথিবী ও বস্তুর দূরত্বের উপর

উত্তর: খ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর

ব্যাখ্যা: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

∴ মুক্তিবেগ পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে।

৮৬। সর্বনিম্ন কত বেগে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কোনো বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর কখনো ফিরে আসবে না? [দি. বো. ২৩]

ক $2gR$ খ gR
গ $\sqrt{2gR}$ ঘ $\sqrt{2gR^2}$

উত্তর: গ $\sqrt{2gR}$

ব্যাখ্যা: সর্বনিম্ন যে বেগ কোনো বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর কখনো ফিরে আসে না, তাকে মুক্তিবেগ বলে।

৮৭। পৃথিবীতে মুক্তিবেগের মান কত? [ঢা. বো., দি. বো., কু. বো. ১৫]

ক $11.2\ ms^{-1}$ খ $1120\ ms^{-1}$
গ $11.2\ kms^{-1}$ ঘ $112\ kms^{-1}$

উত্তর: গ $11.2\ kms^{-1}$

৮৮। আকাশের দিকে ন্যূনতম কত বেগে একটি প্রস্তর খণ্ড ছুঁড়লে এটি আর পৃথিবীতে ফিরে আসবে না?

ক 10000 mile/sec খ 34.67 mile/sec
গ 6.95 mile/sec ঘ None of them

উত্তর: গ 6.95 mile/sec

ব্যাখ্যা: $v_e = 11.2\ km/s = 6.95\ mile/s$

৮৯। অভিকর্ষীয় ত্বরণ ধ্রুবক হলে, কোনো বস্তুর মুক্তিবেগের সাথে ঐ গ্রহের ব্যাসার্ধের সম্পর্ক হচ্ছে– [চ. বো. ১৯]

ক সমানুপাতিক খ ব্যস্তানুপাতিক
গ বর্গমূলের সমানুপাতিক ঘ বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: গ বর্গমূলের সমানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $v_e = \sqrt{2gR}$

∴ g ধ্রুবক হলে, $v_e \propto \sqrt{R}$

৯০। যদি কোনো গ্রহের ভর 2×10^{27} kg ও ব্যাসার্ধ 7×10^7m হয় তবে ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ কত? [$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$] [য. বো. ২২; অনুরূপ দি. বো. ১৯]

ক $30.8\ kms^{-1}$ খ $43.66\ kms^{-1}$
গ $61.7\ kms^{-1}$ ঘ $5.17 \times 10^6\ kms^{-1}$

উত্তর: গ $61.7\ kms^{-1}$

ব্যাখ্যা: মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$= \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{27}}{7 \times 10^7}}$

∴ $v_e = 61.7\ km/s$

৯১। একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ 3200 km এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ $4.1\ ms^{-2}$। ঐ গ্রহে মুক্তি বেগের মান কত? [সি. বো. ২৪]

ক $11.2\ kms^{-1}$ খ $7.92\ kms^{-1}$
গ $6.45\ kms^{-1}$ ঘ $5.122\ kms^{-1}$

উত্তর: ঘ $5.122\ kms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $v_e = \sqrt{2gR}$

$\Rightarrow v_e = \sqrt{2 \times 4.1 \times 3.2 \times 10^6} = 5.122\ kms^{-1}$

৯২। পৃথিবী এবং অন্য একটি গ্রহের মুক্তিবেগ যথাক্রমে v_e এবং v_m। গ্রহটির ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ এবং গ্রহটির গড় ঘনত্ব পৃথিবীর গড় ঘনত্বের সমান হলে, নিচের কোনটি সঠিক?

ক $v_e = \frac{v_m}{4}$ খ $v_e = \frac{v_m}{2}$
গ $v_e = v_m$ ঘ $v_e = 2v_m$

উত্তর: খ $v_e = \frac{v_m}{2}$

ব্যাখ্যা: $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho GR^2}$

∴ গড় ঘনত্ব সমান হলে, $v_e \propto R$

$\therefore \frac{v_m}{v_e} = \frac{R_m}{R_e} = 2$

$\Rightarrow v_m = 2v_e$

$\Rightarrow v_e = \frac{v_m}{2}$

৯৩। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে যদি কোন বস্তুকে v বেগে নিক্ষেপ করা হয় তবে বস্তুটি কোন শর্তে পৃথিবীকে উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করবে? v_e মুক্তিবেগ।

ক $v_2 < \frac{v_e^2}{2}$ খ $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$
গ $v^2 > \frac{v_e^2}{2}$ ঘ $v = v_e$

উত্তর: ক $v_2 < \frac{v_e^2}{2}$

ব্যাখ্যা: i. $v^2 < \frac{v_e^2}{2}$ হলে উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে পৃথিবীতে ফিরে আসবে।

ii. $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$ হলে বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে।

iii. $\frac{v_e^2}{2} > v^2 < v_e^2$ হলে উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে।

iv. $v = v_e$ হলে অধিবৃত্তাকার পথে পৃথিবী ছেড়ে যাবে।

v. $v > v_e$ হলে পরাবৃত্তাকার পথে পৃথিবী ছেড়ে যাবে।

৯৪। কোনো বস্তুকে মুক্তিবেগের কতগুণ বেগে নিক্ষেপ করলে কৃত্রিম উপগ্রহে পরিণত হবে? [ব. বো. ১৭]

ক $\frac{1}{\sqrt{2}}$ খ $\frac{1}{2}$
গ $\sqrt{2}$ ঘ 2

উত্তর: ক $\frac{1}{\sqrt{2}}$

ব্যাখ্যা: $v = \frac{v_e}{\sqrt{2}}$ হলে কৃত্রিম উপগ্রহে পরিণত হবে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৯৫। ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণরত কোনো উপগ্রহকে অতিরিক্ত কত বেগ দিলে সেটি পৃথিবীর আকর্ষণ ছাড়িয়ে চলে যাবে? [রা. বো. ২২]

ⓚ $10.8\ kms^{-1}$ ⓚ $9.2\ kms^{-1}$
ⓖ $7.8\ kms^{-1}$ ⓖ $3.25\ kms^{-1}$

উত্তর: ⓖ $3.25\ kms^{-1}$

ব্যাখ্যা: ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি, $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$

$$= \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^{6}}}$$

$$= 7.909\ kms^{-1}$$

পৃথিবীর আকর্ষণ ছাড়াতে প্রয়োজনীয় অতিরিক্ত বেগ $= v_e - v$

$$= (11.2 - 7.909)\ kms^{-1}$$

$$\approx 3.25\ kms^{-1}$$

৯৬। একটি উপগ্রহ পৃথিবীর তলের কাছ দিয়ে ঘুরছে। এটিকে অসীমে পাঠাতে হলে এর গতি বাড়াতে হবে–

ⓚ 20% ⓚ 30%
ⓖ 40% ⓖ 60%

উত্তর: ⓖ 40%

ব্যাখ্যা: পৃথিবীর তলের কাছে, $v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.909\ km/s$

অসীমে পাঠাতে হলে,

$$\frac{v_e - v}{v_e} \times 100\% = \frac{11.2 - 7.909}{7.909} \times 100\%$$

$\approx 40\%$ গতি বাড়াতে হবে।

৯৭। মুক্তিবেগ– [ঢা. বো. ১৯]

(i) বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে
(ii) এর মান পৃথিবীপৃষ্ঠে $11.2\ kms^{-1}$
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii

উত্তর: ⓖ ii ও iii

ব্যাখ্যা: মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।

৯৮। কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি করলে উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগ– [চ. বো. ১৭]

(i) বাড়তে পারে
(ii) কমতে পারে
(iii) অপরিবর্তিত থাকতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii

উত্তর: ⓖ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$$\therefore v_e \propto \sqrt{\frac{M}{R}}$$

অর্থাৎ, $\frac{M}{R}$ অনুপাতের উপর নির্ভর করে মুক্তিবেগ বৃদ্ধি, হ্রাস বা অপরিবর্তিত থাকতে পারে।

৯৯। যদি কোনো বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ v এবং মুক্তিবেগ v_e হয়, তবে– [য. বো. ১৫]

(i) $v > v_e$ হলে, বস্তুটি পরাবৃত্ত পথে পৃথিবী পৃষ্ঠ ছেড়ে যাবে
(ii) $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$ হলে, বস্তুটি বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে
(iii) $v = v_e$ হলে, বস্তুটি চাঁদের মতো পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii

উত্তর: ⓖ i, ii ও iii

❖ **উদ্দীপকটির আলোকে ১০০ ও ১০১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
পৃথিবীর মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$। পৃথিবীর সমভরের একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ এবং অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান পৃথিবীর মানের যথাক্রমে অর্ধেক এবং দ্বিগুণ।

১০০। ঐ গ্রহটির মুক্তিবেগ পৃথিবীর মানের কতগুণ? [দি. বো. ২৩]

ⓚ দ্বিগুণ ⓚ সমান
ⓖ অর্ধেক ⓖ এক চতুর্থাংশ

উত্তর: ⓚ সমান

ব্যাখ্যা: $v = \sqrt{2 \times (2g_e) \times \left(\frac{R_e}{2}\right)} = \sqrt{2g_eR_e}$

$\therefore v = v_e$

১০১। যদি গ্রহটিকে একটি সুষম গোলক ধরা হয় তবে এর– [দি. বো. ২৩]

(i) পৃষ্ঠ সমবিভব তল হবে
(ii) অভিকর্ষীয় ত্বরণ হবে $19.6\ ms^{-2}$
(iii) পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য পৃথিবীর মানের চেয়ে বেশি হবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓖ i, ii ও iii

উত্তর: ⓖ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: (i) সুষম গোলকের পৃষ্ঠ একটি সমবিভব তল।
(ii) কাল্পনিক গ্রহের অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g_p = 2g_e = 19.6\ ms^{-2}$
(iii) পৃষ্ঠে প্রাবল্য, $E = g$
$\therefore E_p = 2E_e$

❖ **উদ্দীপকটির আলোকে ১০২ ও ১০৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
M ভর এবং R ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে m ভরের একটি বস্তুকে শূন্যে নিক্ষেপ করা হলো।
[এখানে, g = অভিকর্ষজ ত্বরণ; G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক।]

১০২। মুক্তিবেগ হলো– [সি. বো. ২৩]

ⓚ $v_e = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ ⓚ $v_e = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)^2}}$
ⓖ $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ⓖ $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$

উত্তর: ⓖ $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

১০৩। যদি নিক্ষিপ্ত বস্তুর বেগ $v = \frac{v_e}{\sqrt{2}}$ হয় তবে বস্তুটি– [সি. বো. ২৩]

ⓚ পৃথিবীতে ফিরে আসবে
ⓚ ভূ-স্থির উপগ্রহে পরিণত হবে
ⓖ চাঁদের মত উপগ্রহে পরিণত হবে
ⓖ উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে

উত্তর: ⓖ চাঁদের মত উপগ্রহে পরিণত হবে

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

অভিকর্ষ কেন্দ্র

১০৪। সুষম আয়তাকার বস্তুর ভরকেন্দ্র থাকে– [রা. বো. ২৪]

ক জ্যামিতিক কেন্দ্রে খ মধ্যবিন্দুতে
গ কর্ণদ্বয়ের ছেদ বিন্দুতে ঘ মধ্যমাত্রয়ের ছেদ বিন্দুতে

উত্তর: গ কর্ণদ্বয়ের ছেদ বিন্দুতে

ব্যাখ্যা: i. সুষম দণ্ড → মধ্যবিন্দুতে।
ii. বৃত্ত ও আংটি → জ্যামিতিক কেন্দ্রে।
iii. সামান্তরিক/ আয়ত/ বর্গ → কর্ণদ্বয়ের ছেদ বিন্দুতে।
iv. বেলনাকৃতি বস্তু → অক্ষের মধ্যবিন্দুতে।

১০৫। বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে বিশেষ বিন্দুর মধ্যে দিয়ে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করে তাকে কী বলে? [য. বো. ২২]

ক অভিকর্ষ কেন্দ্র খ অভিকর্ষ ত্বরণ
গ মহাকর্ষ বল ঘ মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য

উত্তর: ক অভিকর্ষ কেন্দ্র

ব্যাখ্যা: অভিকর্ষ কেন্দ্র/ ভরকেন্দ্রে বস্তুর সমস্ত ভর কেন্দ্রীভূত থাকবে।

কৃত্রিম উপগ্রহ ও কক্ষপথ সংক্রান্ত

১০৬। পার্কিং কক্ষপথে আবর্তনরত কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তন কাল হত? [চ. বো. ২৪; য. বো., ম. বো. ২৩]

ক 2h খ 24h
গ 30d ঘ 365d

উত্তর: খ 24h

ব্যাখ্যা: ভূস্থির উপগ্রহ যে কক্ষপথে পৃথিবীকে আবর্তন করে তাকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

১০৭। ভূকেন্দ্র হতে 8×10^3 km দূরে অবস্থান করে এরূপ একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে পৃথিবীর চারদিকে কত বেগে ঘুরতে হবে? [য. বো. ২৪]

ক 2518 ms^{-1} খ 5810 ms^{-1}
গ 7089 ms^{-1} ঘ 8905 ms^{-1}

উত্তর: গ 7089 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

$= \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{8 \times 10^6}}$

$\Rightarrow v = 7074\ ms^{-1}$ $[r = R + h = 8 \times 10^3\ km]$

$\approx 7089\ ms^{-1}$

১০৮। একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 10600 km উপরে অবস্থান করে ঘুরছে। এক্ষেত্রে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km ও ভূ-পৃষ্ঠে g এর মান 9.8 m/s^2 হলে এর বেগ কত? [ম. বো. ২৪]

ক 3.13 km/s খ 4.85 km/s
গ 9.8 km/s ঘ 16.18 km/s

উত্তর: খ 4.85 km/s

ব্যাখ্যা: $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{9.8 \times (6.4 \times 10^6)^2}{(6400 + 10600) \times 10^3}}$

$\therefore v = 4.85$ km/s

১০৯। সূর্য ও গ্রহের গড় দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে গ্রহের গতি কতগুণ হবে? [কু. বো. ২৪]

ক 2 গুণ খ $2\sqrt{2}$ গুণ
গ 4 গুণ ঘ 8 গুণ

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ $\left[v \propto \frac{1}{\sqrt{r}}\right]$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} v_1 = \sqrt{\frac{1}{2}} v_1$

$\therefore v_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} v_1$

১১০। সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 1.5×10^{11} m এবং আবর্তনকাল 3.14×10^7 সে। পৃথিবীর দ্রুতি কত? [ব. বো. ২৪; অনুরূপ ম. বো. ২৪; ব. বো. ১৫]

ক 3.13 km/s খ 4.85 km/s
গ 9.8 km/s ঘ 16.18 km/s

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: $v = \frac{2\pi r}{T}$

$\Rightarrow v = \frac{2\pi \times 1.5 \times 10^{11}}{3.14 \times 10^7}$

$\therefore v = 30.015$ km/s

১১১। একটি কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষপথের উচ্চতার সমীকরণ– [দি. বো. ২২]

ক $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ খ $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^3 - R$
গ $h = \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ ঘ $h = \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^3 - R$

উত্তর: ক $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$

$\Rightarrow \frac{T^2GM}{4\pi^2} = (R+h)^3$

$\Rightarrow R + h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$

$\therefore h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১২। ভূ-স্থির উপগ্রহের ক্ষেত্রে– [দি. বো. ১৯]

(i) এর কক্ষপথ পৃথিবীর নিরক্ষীয় তলে অবস্থিত
(ii) পশ্চিম দিক থেকে পূর্বদিকে আবর্তন করে
(iii) পৃথিবীর মুক্তি বেগের সমান বেগে আবর্তন করে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: i. বৃত্তাকার কক্ষপথে পৃথিবীকে আবর্তন করে।
ii. কক্ষপথ পৃথিবীর নিরক্ষীয় তলে অবস্থান করে।
iii. পশ্চিম থেকে পূর্ব দিকে আবর্তন করে।
iv. ভূমি হতে উচ্চতা প্রায় 36000 km
v. বেগ প্রায় 3.08 km/s

১১৩। একটি সরলদোলককে ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহের ভেতরে নিলে– [সি. বো. ১৫]

(i) অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' শূন্য হবে
(ii) দোলনকাল অসীম হবে
(iii) দোলকটি স্থির থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

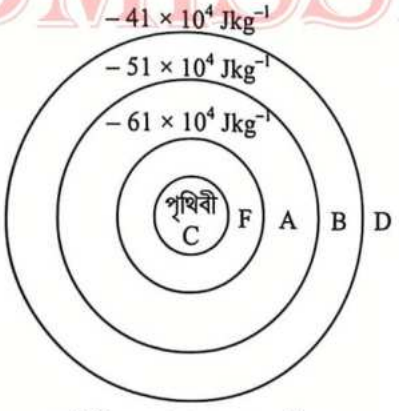
উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: কৃত্রিম গ্রহের অভ্যন্তরে, $g = 0$

দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \infty$

অতএব, দোলকটি স্থির থাকবে।

❖ **উদ্দীপকটির আলোকে ১১৪ ও ১১৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**



পৃথিবীর ভর $M = 6 \times 10^{24}$ kg

১১৪। B ও D কক্ষপথের দূরত্ব কত?

ক 1.914×10^5 m খ 1.02×10^6 m
গ 1.02×10^5 m ঘ 1.914×10^8 m

উত্তর: ঘ 1.914×10^8 m

ব্যাখ্যা: $V = \frac{-GM}{r}$

$\Rightarrow r = -\frac{GM}{V}$

$\therefore r_B = -\frac{GM}{V_B} = -\frac{-6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{-51 \times 10^4}$

$= 784.7 \times 10^6$ m

$\therefore r_D = \frac{-6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{-41 \times 10^4} = 976.1 \times 10^6$ m

$\therefore r_D - r_B = 191.4 \times 10^6$ m

১১৫। সকল কক্ষপথে বস্তুর কৌণিক বেগ সুষম হলে উদ্দীপকের কোন কক্ষপথে কোনো বস্তুর কেন্দ্রবিমুখী বল সর্বাধিক হবে?

ক F খ A
গ B ঘ D

উত্তর: ঘ D

ব্যাখ্যা: $F_c = m\omega^2 r$

$\Rightarrow \omega$ ধ্রুবক হলে, $F \propto r$

$\therefore$ r সর্বোচ্চ হলো (D বিন্দুতে)। অতএব, D বিন্দুতে বস্তুর কেন্দ্রবিমুখী বল সর্বাধিক হবে।

❖ **উদ্দীপকটির আলোকে ১১৬ ও ১১৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
মহাশূন্যযান ভস্টক-১ এ করে প্রথম মহাশূন্যচারী ইউরি গ্যাগরিন 89 মিনিট 6 সেকেন্ডে একবার পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করেন।
[পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.371 \times 10^6$ m, পৃথিবীর ভর, $M = 5.975 \times 10^{24}$ kg ও $G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}।]

১১৬। তিনি কত উচ্চতায় থেকে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করেছেন?

ক 237.66 km খ 247.66 km
গ 257.66 km ঘ 267.66 km

উত্তর: ক 237.66 km

ব্যাখ্যা: $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

$= \left\{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 5.975 \times 10^{24} \times (89 \times 60 + 6)^2}{4\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - (6.371 \times 10^6)$

$\therefore h = 237.66$ km

১১৭। তার মহাশূন্যযানের–

(i) কৌণিক বেগ ছিল 0.00118 rad s^{-1}
(ii) রৈখিক দ্রুতি ছিল 7.79 km s^{-1}
(iii) কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ছিল 6608.66 km
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{(89 \times 60 + 6)} = 0.00118$ $rads^{-1}$

রৈখিক দ্রুতি, $v = \omega(R + h)$
$= 0.00118\ (6.371 \times 10^6 + 237.66 \times 10^3)$
$= 7.79$ kms^{-1}

এবং কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $= 6.371 \times 10^6 + 237.66 \times 10^3$
$= 6608.66$ km

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। ভর অপরিবর্তিত রেখে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ n গুণ করলে ভূ-পৃষ্ঠে একটি বস্তুর ওজন কত হবে? [আদি ওজন W]

ক W খ nW গ $\frac{W}{n^2}$ ঘ n^2W

২। কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ 5 km/s। ঐ গ্রহের পৃষ্ঠ থেকে উলম্বের সাথে 25° কোণে কোনো বস্তুকে নিক্ষেপ করলে মুক্তিবেগ হবে–

ক 5 sin25° km/s খ 5 cos25° km/s

গ $\frac{5}{\sin25°}$ km/s ঘ 5 km/s

৩। গ্যালিলিওর তৃতীয় সূত্র কোনটি?

ক $T^2 \propto r^2$ খ $v \propto t$ গ $h \propto t^2$ ঘ None

৪। একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের 0.315 গুণ এবং ভর 0.095 গুণ হলে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? (পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g)

ক 9.38 g খ 0.301 g গ 1.04 g ঘ 0.957 g

৫। পৃথিবীর ভর ধ্রুব রেখে ব্যাসার্ধ 5% বাড়াতে মুক্তিবেগের শতকরা পরিবর্তন–

ক 2.3% হ্রাস পাবে খ 2.4% বৃদ্ধি পাবে

গ 2.3% বৃদ্ধি পাবে ঘ 2.4% হ্রাস পাবে

৬। সকল গ্রহের ঘনত্ব সমান হলে কোন গ্রহের পৃষ্ঠে প্রাবল্য সর্বনিম্ন হবে?

ক পৃথিবী খ বৃহস্পতি গ বুধ ঘ মঙ্গল

৭। কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের প্রকৃত মান 9.81 ms^{-2}। সরল দোলকের পরীক্ষার মাধ্যমে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 9.76 ms^{-2} পাওয়া গেলে শতকরা ত্রুটি কত?

ক 0.51% খ 2% গ 9.76% ঘ 0.99%

৮। 3 kg ভরের কোনো বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 8000 km উচ্চতায় উঠাতে কৃতকাজ–

ক 3.75×10^8 J খ 1.04×10^8 J

গ 2.35×10^8 J ঘ 4.23×10^8 J

৯। পৃথিবীর খুব নিকটবর্তী একটি কৃত্রিম উপগ্রহের গতিশক্তি শতকরা কত বৃদ্ধি করলে কৃত্রিম উপগ্রহটি পৃথিবী থেকে মুক্ত হয়ে যেতে পারে?

ক 41.42% খ 50% গ 67% ঘ 100%

১০। পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত একটি কৃত্রিম উপগ্রহের গতিশক্তি 2 MJ হলে মোট যান্ত্রিক শক্তি কত?

ক 2 MJ খ –2 MJ গ 4 MJ ঘ –4 MJ

১১। প্লুটো গ্রহ থেকে সূর্যের গড় দূরত্ব পৃথিবী থেকে সূর্যের গড় দূরত্বের 40 গুণ। প্লুটোর আবর্তনকাল কত?

ক 6.32 years খ 64 years গ 253 years ঘ 153 years

১২। কক্ষপথে আবর্তনরত কৃত্রিম উপগ্রহ–

(i) সমদ্রুতিতে গতিশীল

(ii) মুক্তভাবে পতনশীল

(iii) ওজনহীন

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৩। কোনো বস্তুকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে ভূ-পৃষ্ঠে উত্তোলনে, g বনাম d (কেন্দ্র হতে দূরত্ব) গ্রাফের ঢাল কত?

[$g = 10\ ms^{-2}$, $R = 6400$ km]

ক $-\frac{1}{6.4} \times 10^{-5}$ খ $\frac{1}{64} \times 10^{-5}$ গ $\frac{1}{6.4} \times 10^{5}$ ঘ $\frac{1}{6.4} \times 10^{-5}$

১৪। ভূ-পৃষ্ঠের কোনো সেকেন্ড দোলককে ভূ-পৃষ্ঠ হতে 2R উচ্চতায় উঠানো হলে পরিবর্তিত দোলনকাল–

ক 2 s খ 4 s গ 6 s ঘ 8 s

১৫। একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি শীর্ষে m ভরের তিনটি বস্তুকে স্থাপন করা হলো। ত্রিভুজের বাহুর দৈর্ঘ্য a হলে সিস্টেমটির মোট বিভবশক্তি–

ক $\frac{-Gm^2}{a}$ খ $\frac{Gm^2}{3a}$ গ $\frac{3Gm^2}{a}$ ঘ $\frac{-3Gm^2}{a}$

১৬। R ব্যাসার্ধের কোনো গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় বিভব V হলে, পৃষ্ঠ হতে 2R উচ্চতায় বিভবের মান কত?

ক –3 V খ $-\frac{1}{3}$ V গ 3 V ঘ $\frac{1}{3}$ V

১৭। মহাকর্ষীয় বিভব ও প্রাবল্যের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক?

ক $E = \frac{dV}{dr}$ খ $E = \frac{-dV}{dr}$ গ $V = \frac{dE}{dr}$ ঘ $V = -\frac{dE}{dr}$

১৮। পৃথিবীর ঘূর্ণন বন্ধ হয়ে গেলে মেরু অঞ্চলে g এর মান–

ক বৃদ্ধি পাবে খ হ্রাস পাবে

গ একই থাকবে ঘ কোনোটিই নয়

১৯। পৃথিবী পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হলে কেন্দ্র হতে $\frac{R}{2}$ দূরত্বে g এর মান–

ক 2.45 ms^{-2} খ 19.6 ms^{-2}

গ 1.225 ms^{-2} ঘ 4.9 ms^{-2}

২০। কোনো গ্রহের ভর 2.4×10^{25} kg ও ব্যাস 4×10^8 m হলে মুক্তিবেগ কত?

ক 4000 kms^{-1} খ 2829.13 ms^{-1}

গ 4 kms^{-1} ঘ 28.2913 kms^{-1}

২১। পৃথিবীর ঘনত্ব–

ক 5.5×10^{-3} kgm^{-3} খ 5.5×10^3 kgm^3

গ 5.5×10^3 kgm^{-3} ঘ 5.5×10^3 $kg^{-3}m$

২২। মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট সরল দোলকের কম্পাঙ্ক?

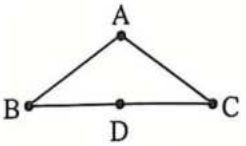
ক 2 Hz খ 0 Hz

গ ∞ Hz ঘ কোনোটিই নয়

২৩। m ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তু পৃথিবীর চারিদিকে কোনো কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান থাকলে তার আনুভূমিক বেগ সমানুপাতিক–

ক m^0 খ m^1 গ m^2 ঘ $m^{\frac{1}{2}}$

❖ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



A ও C বিন্দুতে যথাক্রমে $m_1 = 3$kg ও $m_2 = 5$kg ভরের দুটি বস্তু আছে। AB = AC = 2m এবং BC = 6 m এবং BD = CD

২৪। D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান–

ক $\frac{9}{2}$G খ $\frac{8}{9}$G গ $\frac{2}{9}$G ঘ $\frac{9}{8}$G

২৫। A ও D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের অনুপাত–

ক 3 : 2 খ 1 : 1 গ 8 : 3 ঘ 2 : 1

উত্তরপত্র	১	গ	২	ঘ	৩	গ	৪	ঘ	৫	ঘ	৬	গ	৭	ক	৮	খ	৯	ঘ	১০	খ	১১	গ	১২	খ
	১৩	ঘ	১৪	গ	১৫	ঘ	১৬	ঘ	১৭	খ	১৮	গ	১৯	ঘ	২০	গ	২১	গ	২২	খ	২৩	ক	২৪	গ	২৫	ক

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সপ্তম অধ্যায়

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম
Structural Properties of Matter

Board Questions Analysis

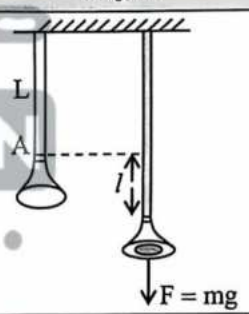
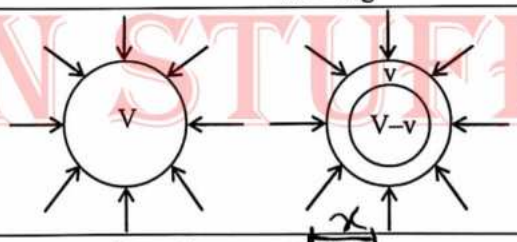
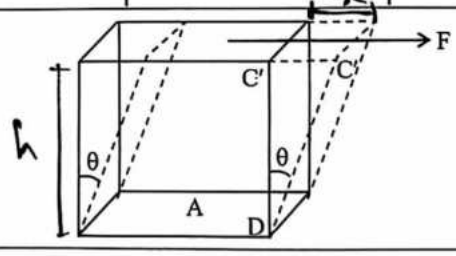
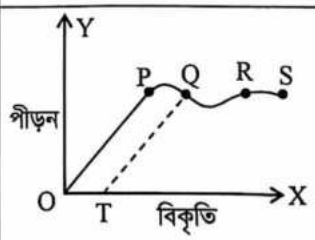
সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	১	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২৩	১	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	২	২	২	৩	৩	৩	৩	৩	৩
২০২৩	৩	৩	৩	৩	২	৩	৩	৪	৩
২০২২	৩	১	৩	২	২	৩	২	২	২

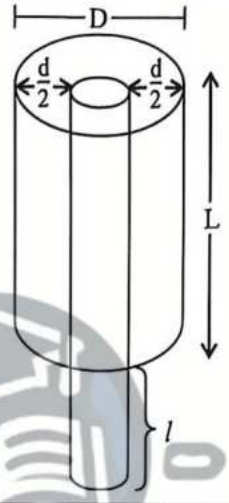
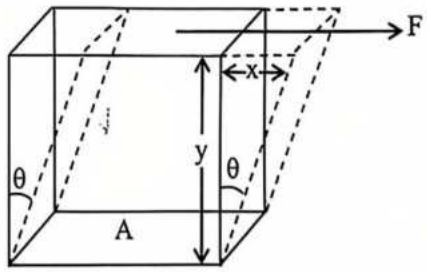
গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ দৈর্ঘ্য বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য পীড়ন • দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$ • দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \frac{F}{A}$ $= \frac{mg}{\pi r^2}$	
■ আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়ন • আয়তন বিকৃতি $= \frac{v}{V}$ • আয়তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$	
■ আকার বা ব্যবর্তন বা মোচড় বিকৃতি এবং পীড়ন • ব্যবর্তন বিকৃতি $= \theta$ (রেডিয়ান) $= \tan\theta = \frac{CC'}{CD} \simeq \frac{x}{h}$ • ব্যবর্তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$ [যেখানে, তলের ক্ষেত্রফল A]	
■ ইয়ং বা দৈর্ঘ্য গুণাঙ্ক (Young's Modulus) • $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ $= \frac{FL}{Al}$ $= \frac{mgL}{\pi r^2 l}$	 OP পর্যন্ত পীড়ন ∝ বিকৃতি [হুকের সূত্র] Q বিন্দুতে স্থায়ী বিকৃতি হয় R বিন্দু নতিবিন্দু S সহন সীমা যেখানে তার ছিঁড়ে যায়

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ **আয়তন গুণাঙ্ক (Bulk modulus):** • $K = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{FV}{Av}$ $= \frac{PV}{v}$ [∵ চাপ, $P = \frac{F}{A}$]	সংনম্যতা $= \frac{1}{\text{আয়তন গুনাঙ্ক}} = \frac{1}{K}$ আয়তন গুনাঙ্ককে অসংনম্যতা (Incompressibility) ও বলে।
■ **দৃঢ়তার গুনাঙ্ক (Modulus of rigidity):** • $\eta = \frac{\text{ব্যবর্তন পীড়ন}}{\text{ব্যবর্তন বিকৃতি}} = \frac{\frac{F}{A}}{\theta} = \frac{F}{A\theta}$	যেখানে, θ আকার বিকৃতি θ (রেডিয়ান) $= \frac{\text{আপেক্ষিক সরণ}}{\text{তলের মধ্যবর্তী দূরত্ব}}$
■ **পয়সনের অনুপাত:** • $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ $= \frac{d/D}{l/L} = \frac{dL}{Dl}$ • দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$ • পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{d}{D}$	 D = তারের প্রাথমিক ব্যাস L = তারের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য তাত্ত্বিকভাবে পয়সনের অনুপাতের সীমা, $-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$ ব্যবহারিক ক্ষেত্রে σ কখনও ঋণাত্মক হতে পারেনা, $0 \le \sigma \le \frac{1}{2}$ (ধাতব পদার্থের ক্ষেত্রে)
■ **স্থিতিস্থাপকতার স্থিতি শক্তির রাশিমালা:** • দৈর্ঘ্য বিকৃতির জন্য স্থিতিশক্তি বা সঞ্চিত বিভবশক্তি $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$	➤ একক আয়তনে বিভবশক্তি বা কৃতকাজ $U = \frac{W}{V} = \frac{1}{2}\frac{Yl^2}{L^2}$ $= \frac{1}{2} \times$ দৈর্ঘ্য পীড়ন × দৈর্ঘ্য বিকৃতি
• আয়তন বিকৃতির ক্ষেত্রে শক্তি, $W = \frac{1}{2}\frac{Bv^2}{V}$	➤ একক আয়তনে সঞ্চিতশক্তি, $U = \frac{\frac{1}{2}\frac{Bv^2}{V}}{V} = \frac{1}{2}\left(\frac{Bv}{V}\right)\left(\frac{v}{V}\right) = \frac{1}{2} \times P\left(\frac{v}{V}\right)$ $= \frac{1}{2} \times$ আয়তন পীড়ন × আয়তন বিকৃতি
• ব্যবর্তন বিকৃতির ক্ষেত্রে স্থিতিশক্তি, $W = \frac{1}{2}\frac{\eta Ax^2}{y}$ যেখানে, θ (রেডিয়ান) $= \tan\theta = \frac{x}{y}$	➤ একক আয়তনে সঞ্চিতশক্তি, $U = \frac{1}{2} \times$ ব্যবর্তন পীড়ন × ব্যবর্তন বিকৃতি 
■ **স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক:** • $Y = 3K(1-2\sigma)$ • $Y = 2\eta(1+\sigma)$ • $\sigma = \frac{3K-2\eta}{6K+2\eta}$ • $\frac{9}{Y} = \frac{1}{K} + \frac{3}{\eta}$	যেখানে, Y = ইয়ং গুনাঙ্ক η = দৃঢ়তা গুনাঙ্ক K = আয়তন গুনাঙ্ক σ = পয়সনের অনুপাত

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ➤ ১ একটি পরীক্ষণে 1 cm এবং 3 cm ব্যাসার্ধের ভিন্ন উপাদানের দুটি তার একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো হলো। তার দুটির দৈর্ঘ্য অভিন্ন। তার দুটিতে একই ভর ঝুলানোতে দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অর্ধেক হলো। প্রথম তারটির পয়সনের অনুপাত 0.3।

(ক) পীড়ন কী? [ঢা. বো. ২৪]

(খ) তাপমাত্রা বাড়ালে স্থিতিস্থাপক গুণাংকের মান কমে কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৪; কু. বো. ২২]

(গ) প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য 10% বাড়ালে এর ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে? [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২৪, ২৩; রা. বো. ২৩; ম. বো. ২৩; চ. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটির ভার বহনের সক্ষমতা বেশি হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ঢা. বো. ২৪, ২২; অনুরূপ ম. বো. ২৪, ২৩; দি. বো. ২৪, ২৩, ২২, ১৯; কু. বো. ২৪; চ. বো. ২৪, ১৭; সি. বো. ২৪, ২৩, ১৯; রা. বো. ২৩; য. বো. ২৩, ২২; ব. বো. ২৩]

সমাধান:

ক বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর আকার বা দৈর্ঘ্য বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে এ বলকে বাধাদানকারী একটি বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে উদ্ভূত এ বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলের মানকে পীড়ন বলে।

খ আমরা জানি,

$$\text{স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক} = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} \text{ এবং বিকৃতি} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$$

অর্থাৎ, $\text{স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক} \propto \frac{1}{\text{বিকৃতি}}$

তাপমাত্রা বাড়লে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয়। অর্থাৎ বিকৃতি ঘটে। আবার বিকৃতি স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের ব্যস্তানুপাতিক। তাই বলা যায় যে, তাপমাত্রা বাড়লে যেহেতু দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয় তথা বিকৃতি ঘটে এজন্য স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান কমে যায়।

গ ১ম তারের ব্যাসার্ধ, $r = 1$ cm

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\frac{\Delta L}{L} = 10\% = \frac{10}{100} = 0.1$

ব্যাসার্ধ হ্রাস, $\Delta r = ?$

আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত $\sigma = -\frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta L}{L}}$

বা, $\Delta r = -\sigma r \frac{\Delta L}{L}$

বা, $\Delta r = -0.3 \times 1 \times 0.1$

$\therefore \Delta r = -0.03$ cm

এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে তারের ব্যাসার্ধ হ্রাস পেয়েছে। অতএত, ব্যাসার্ধ হ্রাস 0.03 cm। **(Ans.)**

ঘ ১ম তারের ক্ষেত্রে, $Y_1 = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1}$

এবং ২য় তারের ক্ষেত্রে, $Y_2 = \frac{F_2 L_2}{A_2 l_2}$

যেহেতু উভয় তারের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য অভিন্ন এজন্য $L_1 = L_2$ এবং একই ভর ঝুলালে, $F_1 = F_2$

$$\therefore \frac{Y_1}{Y_2} = \frac{\frac{F_1 L_1}{A_1 l_1}}{\frac{F_2 L_2}{A_2 l_2}} = \frac{A_2 l_2}{A_1 l_2} = \frac{\pi r_2^2 \frac{l_1}{2}}{\pi r_1^2 l_1}$$

$$= \frac{r_2^2}{2r_1^2} = \frac{3^2}{2 \times 1^2} = \frac{9}{2}$$

[যেহেতু, ২য় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথমটির অর্ধেক এজন্য, $l_2 = \frac{l_1}{2}$]

বা, $Y_1 = \frac{9}{2} Y_2$

$\therefore Y_1 > Y_2$

অতএব, ১ম তারটির ইয়ং এর গুণাংক ২য় তার অপেক্ষা বেশি। সুতরাং ১ম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক। এজন্য ১ম তারের ভর বহনের সক্ষমতা বেশি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ➤ ২ 10 cm বাহুবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তৈরি ঘনকের উপরিতলে 2.48×10^7 N আকার পীড়ন সৃষ্টিকারী স্পর্শক বল প্রয়োগ করলে বিপরীত স্থির তলের সাপেক্ষে তলটির 2.95 mm সরণ ঘটে। অপরদিকে 3 cm বাহুবিশিষ্ট একটি অ্যালুমিনিয়াম ঘনকের বিপরীত তলে সমান ও বিপরীত স্পর্শকীয় বল প্রয়োগে তলের কৌণিক সরণ হয় 0.01°। অ্যালুমিনিয়ামের আকার গুণাঙ্ক 2.6×10^{10} Nm^{-2}।

(ক) স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে? [রা. বো. ২৪, ২৩; দি. বো. ২৩, ২২; ম. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২; সি. বো. ১৭]

(খ) পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব কি-না? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২২]

(গ) অ্যালুমিনিয়ামের ঘনকের উপর প্রযুক্ত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন উপাদানের তৈরি ঘনকের দৃঢ়তা বেশি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [রা. বো. ২৪]

সমাধান:

ক সর্বাধিক যে মানের বল পর্যন্ত কোন বস্তু পূর্ণস্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

খ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = -\frac{L\Delta r}{r\Delta L}$

যেকোনো বল প্রয়োগে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করলে ব্যাস হ্রাস পায় অর্থাৎ ΔL ধনাত্মক হলে Δr ঋণাত্মক হয়। আবার, ব্যাস বৃদ্ধি করলে দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়। অর্থাৎ ব্যাস ধনাত্মক হলে ΔL ঋণাত্মক হয়। অতএব, বাস্তব ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য বা ব্যাস বৃদ্ধি পেলে পয়সনের অনুপাত সবসময় ধনাত্মক হয় এবং এর মান ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব না। তাই σ এর বাস্তব মানের সীমা $0 < \sigma < \frac{1}{2}$।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ দেওয়া আছে,

অ্যালুমিনিয়ামের আকার গুণাঙ্ক, $\eta = 2.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য, $a = 3\ cm = 0.03\ m$

$\therefore$ তলের ক্ষেত্রফল, $A = a^2 = (0.03)^2\ m^2 = 9 \times 10^{-4}\ m^2$

কৌণিক সরণ, $\theta = 0.01°$

$$= 0.01 \times \frac{\pi}{180}\ rad$$

$$= 5.56 \times 10^{-5}\ \pi\ rad$$

অ্যালুমিনিয়াম ঘনকের উপর প্রযুক্ত বল F হলে,

আকার গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{\frac{F}{A}}{\theta}$

বা, $\eta = \frac{F}{A\theta}$

বা, $F = \eta A\theta$

বা, $F = 2.6 \times 10^{10} \times 9 \times 10^{-4} \times 5.56 \times 10^{-5}\ \pi$

$\therefore F = 4087.34\ N$

সুতরাং, অ্যালুমিনিয়াম ঘনকের উপর প্রযুক্ত বল, $F = 4087.34\ N$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, ইস্পাতের ঘনকের ক্ষেত্রে,

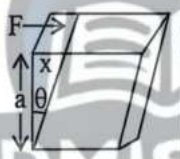
বাহু দৈর্ঘ্য, $a = 10\ cm = 0.1\ m$

তলের ক্ষেত্রফল, $A = a^2 = (0.1)^2 = 0.01\ m^2$

স্পর্শকীয় বল, $F = 2.48 \times 10^7\ N$

আপেক্ষিক সরণ, $x = 2.95\ mm$

$= 0.295\ cm$



কৃন্তন বিকৃতি, $\theta = \frac{\text{সরণ}}{\text{বাহুর দৈর্ঘ্য}} = \frac{x}{a} = \frac{0.295\ cm}{10\ cm} = 0.0295$

এখন, ইস্পাতের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক η' হলে,

$\eta' = \frac{\frac{F}{A}}{\theta}$

বা, $\eta' = \frac{F}{A\theta}$

বা, $\eta' = \frac{2.48 \times 10^7}{0.01 \times 0.0295}$

$\therefore \eta' = 8.41 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

দেওয়া আছে, অ্যালুমিনিয়ামের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, $\eta = 2.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

অর্থাৎ, $\eta' > \eta$

অতএব, ইস্পাতের তৈরি ঘনকের দৃঢ়তা বেশি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩ একটি তারের আদি দৈর্ঘ্য 826 cm এবং তারের ব্যাস 4 mm, তারের ইয়ং এর গুণাংক $Y = 2 \times 10^{11}\ N/m^2$, তারটির দৈর্ঘ্য 2 mm বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় ভর যুক্ত করা হলো।

(ক) ইয়ং এর গুণাংক কাকে বলে? [ব. বো. ২৪]

(খ) একটি স্টিল তারের ওপর প্রযুক্ত বল এবং ব্যাসার্ধ যদি দ্বিগুণ করা হয় তবে ইয়ং এর গুণাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো., দি. বো., ম. বো. ২৩]

(গ) কী পরিমাণ ভর যুক্ত করা হয়েছিল নির্ণয় কর। [ব. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করাতে ব্যাস 0.02 mm হ্রাস পাওয়া সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ব. বো. ২৪]

সমাধান:

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে

খ ইয়ং এর গুনাঙ্ক, $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$। অর্থাৎ যে হারে পীড়ন ঘটে সে হারেই বিকৃতি ঘটবে।

বস্তুর ইয়ং এর গুণাঙ্ক প্রযুক্ত বল বৃদ্ধি বা হ্রাস কিংবা তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল তথা ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে না। বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ স্টিলের তৈরি তার এবং তামার তৈরি তার দুইটির ইয়ং এর গুনাঙ্ক ভিন্ন হবে। কিন্তু একই উপাদানেরই স্টিলের দুইটি ভিন্ন ব্যাসার্ধের তার কিংবা প্রযুক্ত বলের ভিন্নতার জন্য ইয়ং এর গুনাংকের কোন পরিবর্তন হয় না।

গ দেওয়া আছে, তারের দৈর্ঘ্য, $L = 826\ cm = 8.26\ m$

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 2mm = 2 \times 10^{-3}\ m$

তারের ব্যাস, $D = 4\ mm = 4 \times 10^{-3}\ m$

তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}\ N/m^2$

ঝুলানো ভর, $m = ?$

আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al}$

বা, $FL = YAl$

বা, $mgL = YAl$

বা, $m = \frac{Y\frac{\pi D^2}{4}l}{gL}$ $\left[\because A = \frac{\pi D^2}{4}\right]$

বা, $m = \frac{Y\pi D^2 l}{4gL}$

$$= \frac{2 \times 10^{11} \times \pi \times (4 \times 10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{-3}}{4 \times 9.8 \times 8.26}$$

$\therefore m = 62\ kg$

অর্থাৎ, তারটিতে 62 kg ভর যুক্ত করা হয়েছিল। **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, তারটির

আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 826\ cm = 8260\ mm$

আদি ব্যাস, $D_1 = 4\ mm$

পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L_2 = (8260 + 2)\ mm = 8262\ mm$

পরিবর্তিত ব্যাস, $D_2 = ?$

এখন, বিকৃতির আগে তারের আয়তন = বিকৃতির পর তারের আয়তন [$\because$ আয়তন ধ্রুবক থাকে]

বা, $\frac{1}{4}\pi D_1^2 L_1 = \frac{1}{4}\pi D_2^2 L_2$

বা, $D_1^2 L_1 = D_2^2 L_2$

বা, $D_2 = D_1\sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = 4 \times \sqrt{\frac{8260}{8262}} = 3.9995\ mm$

$\therefore$ ব্যাস হ্রাস, $d = D_1 - D_2$

$= (4 - 3.995)\ mm$

$= 0.0005\ mm$

এখানে, $d < 0.02\ mm$

সুতরাং, উদ্দীপক মতে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে ব্যাস 0.02 mm পাওয়া সম্ভব নয়। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৪ 3 m লম্বা ও 4×10^{-6} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো ধাতব তারের একপ্রান্তে 10 kg ভার ঝুলালে এটির দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি পায়। বিভিন্ন ধাতুর পয়সনের অনুপাত দেখানো হলো।

ধাতু	পয়সনের অনুপাত
লোহা	0.22
অ্যালুমিনিয়াম	0.33
সীসা	0.44

(ক) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কী? [য. বো. ২৪, ২৩]

(খ) "কোনো তারের স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি 50 J" বলতে কী বুঝায়? [য. বো. ২৪]

(গ) তারটির দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধিতে কৃতকাজ কত? [য. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩; ব. বো. ১৯; সি. বো. ১৯]

(ঘ) তারটি কোন পদার্থের তৈরি? মতামত দাও। [য. বো. ২৪]

সমাধান:

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে ঐ বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

খ কোনো বস্তুর বিকৃতি ঘটাতে চাইলে বাইরে থেকে অবশ্যই বল প্রয়োগ করতে হয়। এর ফলে কাজ সংঘটিত হয়। উক্ত কাজ বস্তুতে বিভবশক্তিরূপে সঞ্চিত হয়। একেই স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি বলে।

কোনো বস্তুর উপর স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি 50 J বলতে বোঝায়, বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে তারটি বিকৃতি করতে কৃতকাজ 50 J এবং ঐ 50 J তারের মধ্যে বিভবশক্তি হিসেবে সঞ্চিত আছে। বাহ্যিক বল অপসারিত হলে তারটি যদি তার আগের আকার ফিরে পায় তাহলে ঐ 50 J শক্তি তাপশক্তি কিংবা গতিশক্তি হিসেবে রূপান্তর হবে।

গ দেওয়া আছে,

তারের দৈর্ঘ্য, $L = 3$ m

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 4 \times 10^{-6}$ m^2

তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = L$ এর $1\% = 3 \times \frac{1}{100} = 0.03$ m

তারের এক প্রান্তে ঝুলানো বস্তুর ভর, $m = 10$ kg

কৃতকাজ, $W = ?$

আমরা জানি,

$$\text{কৃতকাজ, } W = \frac{1}{2} \times \frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{\frac{FL}{Al} \times Al^2}{L} \quad \left[\because Y = \frac{FL}{Al}\right]$$

$$= \frac{1}{2} Fl = \frac{1}{2} mgl = \frac{1}{2} \times 10 \times 9.8 \times 0.03 = 1.47 \text{ J}$$

অতএব, তারটির দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধিতে কৃতকাজ 1.47 J **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

তারটির আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 3$m

তারটির প্রাথমিক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4 \times 10^{-6}$ m^2

$\therefore$ তারটির প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = 3 \times 4 \times 10^{-6}$ m^3

$= 12 \times 10^{-6}$ m^3

তারটির পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L_2 = 3 + 3$ এর 1%

$= 3 + 3 \times \frac{1}{100} = 3.03$ m

ধরি, তারটির পরিবর্তিত ক্ষেত্রফল $= A_2$

$\therefore$ পরিবর্তিত আয়তন হবে, $V_2 = A_2L_2 = 3.03\ A_2$ m^3

কিন্তু প্রাথমিক আয়তন = পরিবর্তিত আয়তন

[$\because$ যেহেতু আয়তন ধ্রুবক থাকে]

বা, $3.03\ A_2 = 12 \times 10^{-6}$

বা, $A_2 = \frac{12 \times 10^{-6}}{3.03}$

বা, $\pi R_2^2 = 3.96 \times 10^{-6}$ [$\because R^2$ = পরিবর্তিত তারের ব্যাসার্ধ]

বা, $R_2 = \sqrt{\frac{3.96 \times 10^{-6}}{\pi}}$

$\therefore R_2 = 1.122778 \times 10^{-3}$ m

আবার, প্রাথমিক ক্ষেত্রফল, $A_1 = 4 \times 10^{-6}$

বা, $\pi R_1^2 = 4 \times 10^{-6}$

বা, $R_1 = \sqrt{\frac{4 \times 10^{-6}}{\pi}}$

$= 1.1284 \times 10^{-3}$ m

$\therefore r = R_1 - R_2$

$= (1.1284 \times 10^{-3} - 1.122778 \times 10^{-3})$ m

$= 5.622 \times 10^{-6}$ m

আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{L_1 r}{R_1 l}$

$= \frac{3 \times 5.622 \times 10^{-6}}{1.1284 \times 10^{-3} \times 0.03}$

$= 0.498$

উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী, তারটির পয়সনের অনুপাত 0.498। যা উদ্দীপকের তিনটি ধাতুর পয়সনের অনুপাতের কোনটির সমান নয়। ফলে উদ্দীপকের ধাতব তারটি উল্লেখিত কোন ধাতুর তৈরি নয়। তবে সীসার পয়সনের অনুপাত সবচেয়ে কাছাকাছি হওয়ায় মতামত দেওয়া যায় তারটি সীসার তৈরি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৫ দৃশ্যকল্প-১: A ও B দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান। A তারের ব্যাস 3 mm এবং এর ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y_A = 2 \times 10^9$ Nm^{-2}। B তারের ব্যাস 2 mm। তার দুটিতে পৃথক পৃথক সময়ে প্রতিটিতে 400 kg ভর ঝুলালে প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির তিনগুণ হয়।

দৃশ্যকল্প-২: একটি স্টিল তারের উপর 10 N বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় 0.1 mm। বলের পরিবর্তন করার ফলে একই দৈর্ঘ্যের এবং দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের অন্য একটি তারে সমপরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে।

(ক) অসহ পীড়ন কী? [ম. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

(খ) ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 2×10^{11} Nm^{-2} ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২৪; ব. বো. ২৪, ২২; য. বো. ২৩; চ. বো. ২২]

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এ প্রথম তারের দৈর্ঘ্য 30% বৃদ্ধি করলে একক আয়তনে সঞ্চিত বিভব শক্তি নির্ণয় কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ২৩; দি. বো. ২২; ঢা. বো. ১৯; সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ উদ্দীপকে উল্লিখিত বলের পরিবর্তনের পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ব. বো. ১৯]

সমাধান:

ক প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ আমরা জানি,

$$\text{ইয়ং-এর গুণাঙ্ক} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

অর্থাৎ, $Y = \dfrac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{L}}$ [যেখানে, Δl = দৈর্ঘ্য পরিবর্তন]

এখন, ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ বলতে বোঝায়, 1m দৈর্ঘ্য এবং $1m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারের দৈর্ঘ্য বরাবর 2×10^{11} N বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

গ দেওয়া আছে,

ইয়ং গুণাংক, $Y = 2 \times 10^9\ Nm^{-2}$

তারের ব্যাস, $d = 3$ mm

ধরি, আদি দৈর্ঘ্য = L

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, l = L এর 30% = 0.3 L

আমরা জানি, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,

$$U = \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{\frac{YAl}{L}}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^9 \times \left(\frac{0.3\,L}{L}\right)^2$$

$$= 10^9 \times (0.3)^2$$

$\therefore U = 9 \times 10^7\ Jm^{-3}$ **(Ans.)**

ঘ এখন,

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{YA_1l_1}{L_1}}{\frac{YA_2l_2}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{10}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\Rightarrow \frac{10}{F_2} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{10}{F_2} = \frac{r_1^2}{(2r_1)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{10}{F_2} = \frac{1}{4}$$

$\therefore F_2 = 40$N

১ম তারের ক্ষেত্রে,
প্রযুক্ত বল, $F_1 = 10$N
আদি দৈর্ঘ্য = L_1
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = $A_1 = \pi r_1^2$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = l_1

২য় তারের ক্ষেত্রে,
প্রযুক্ত বল, F_2
আদি দৈর্ঘ্য = L_2
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = $A_2 = \pi r_2^2$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = l_2
প্রশ্নমতে,
$L_1 = L_2$; $l_1 = l_2$; $r_2 = 2r_1$

অতএব, বলের পরিবর্তনের পরিমাণ = $F_2 - F_1$
= (40 − 10) N
= 30 N **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬ দৃশ্যকল্প-১: X এবং Y তারের বিভিন্ন রাশির মান নিম্নের ছকে দেয়া হল:

তার	দৈর্ঘ্য L(m)	ব্যাসার্ধ r(mm)	বল F(N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ l(mm)	ব্যাস হ্রাস d(mm)
X	0.80	0.5	5	7	0.005
Y	0.75	0.5	6	8	0.01

দৃশ্যকল্প-২: A ও B দুটি তার। A তারের দৈর্ঘ্য l_1 ও ব্যাসার্ধ r_1; অন্যদিকে B তারের দৈর্ঘ্য l_2 ও ব্যাসার্ধ r_2। উভয় তারে 7 kg ভর উল্লম্বভাবে নিচে চাপানো হলে A তারের দৈর্ঘ্য 1 mm বৃদ্ধি পায়। B তারেরও দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে? [কু. বো. ২৪]

(খ) তামার তারের পয়সনের অনুপাত 0.33 বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪]

(গ) X তারের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। [দৃশ্যকল্প-১ হতে]
[কু. বো. ২৪, অনুরূপ কু. বো. ২২, ১৯; সি. বো. ২৪, ২৩, ১৭; য. বো. ২২; ব. বো. ২২]

(ঘ) B তারের আয়তন অপরিবর্তিত থাকলে ইহার পয়সনের অনুপাতের মান বের করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [দৃশ্যকল্প-২ হতে] [ঢা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত মোট কার্যকর শক্তি এবং যন্ত্রের প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

খ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। তামার তারের পয়সনের অনুপাত 0.33 বলতে বোঝায়, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তামার তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করলে পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত সব সময় 0.33 হয়।

গ দেওয়া আছে, X তারের,
আদি দৈর্ঘ্য, L = 0.8m
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 7\text{mm} = 7 \times 10^{-3}$m
আদি ব্যাস, D = (0.5 × 2)mm = 1mm
ব্যাসের হ্রাস, d = − 0.005mm
আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত,

$$\sigma = -\frac{dL}{Dl} = -\frac{(-0.005) \times 0.8}{1 \times 7 \times 10^{-3}} = 0.571 \text{ (Ans.)}$$

ঘ পয়সনের অনুপাত,

$$\sigma = -\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = -\frac{\frac{\Delta D}{D}}{\frac{\Delta L}{L}} = -\frac{\frac{dD}{D}}{\frac{dL}{L}}$$

$$V = \pi r^2 L = \pi L \left(\frac{D}{2}\right)^2 = \frac{\pi D^2 L}{4}$$

যেহেতু আয়তন ধ্রুবক থাকে, $\frac{dV}{dL} = 0$

$$\Rightarrow \frac{d}{dL}\left(\frac{\pi D^2 L}{4}\right) = 0 \Rightarrow \frac{\pi}{4}\left[D^2 + L \times 2D \times \frac{dD}{dL}\right] = 0$$

$$\Rightarrow 2L\frac{dD}{dL} = -D \Rightarrow -\frac{2dD}{D} = \frac{dL}{L}$$

$$\text{পয়সনের অনুপাত } \sigma = -\frac{\frac{dD}{D}}{\frac{dL}{L}} = -\frac{\frac{dD}{D}}{\frac{-2dD}{D}} = \frac{1}{2}$$

অতএব, পয়সনের অনুপাত বের করা সম্ভব এবং এর মান 0.5। **(Ans.)**

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৭ **দৃশ্যকল্প-১:** সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C এর উপর একই মানের পীড়ন $5 \times 10^{12}\ Nm^{-2}$ প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো।

দৃশ্যকল্প-২: একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে 200 cm দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন উপাদানের তার P ও Q ঝুলিয়ে তারদ্বয়ের নিচে 10 kg করে ভর ঝুলানো হলো। ফলে P তারটির দৈর্ঘ্য 7% ও Q তারটির দৈর্ঘ্য 8% বৃদ্ধি পেল। [$g = 9.8\ m/s^2$]

(ক) আন্তঃআণবিক বল কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

(খ) পীড়ন স্কেলার রাশি না ভেক্টর রাশি? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩]

(গ) 'B' তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি কত? নির্ণয় কর। [দৃশ্যকল্প-১ হতে] [ব. বো. ২৩]

(ঘ) সমান বল প্রয়োগে বস্তুর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে ইয়ং এর গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [দৃশ্যকল্প-২ হতে] [ঢা. বো. ১৯]

সমাধান:

ক পদার্থের অণুগুলো নির্দিষ্ট দূরত্বে থেকে একে অপরকে যে বলে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে।

খ কোনো বস্তুর প্রস্থচ্ছেদ বা তলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে উদ্ভূত বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে। অর্থাৎ, পীড়ন $= \frac{F}{A}$

পীড়ন একটি স্কেলার রাশি, এর কোনো দিক নেই। কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর প্রতি অংশে $\frac{F}{A}$ পরিমাণ পীড়ন অনুভূত হয় যা দিকের উপর নির্ভরশীল নয়।

গ দেওয়া আছে,

B তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = 2%

অর্থাৎ, $\frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} \times 100\% = 2\%$

$\Rightarrow \frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = 0.02$

আমরা জানি বিকৃতি $= \frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$

$\therefore$ B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি = 0.02 **(Ans.)**

ঘ P তারের ক্ষেত্রে,

$$Y_P = \frac{FL}{Al_P} = \frac{10 \times 9.8 \times L}{1 \times 10^{-6} \times 0.07\ L} = 1.4 \times 10^9\ Nm^{-2}$$

Q তারের ক্ষেত্র,

$$Y_Q = \frac{FL}{Al_Q} = \frac{10 \times 9.8 \times L}{1 \times 10^{-6} \times 0.08\ L} = 1.23 \times 10^9\ Nm^{-2}$$

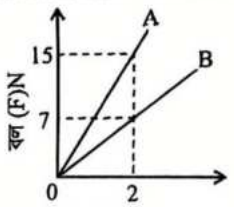
$$\therefore \frac{Y_P}{Y_Q} = \frac{FL}{Al_P} \times \frac{Al_Q}{FL} = \frac{l_Q}{l_P}$$

$$\Rightarrow \frac{l_P}{l_Q} = \frac{1.23 \times 10^9}{1.4 \times 10^9}$$

$\therefore l_P : l_Q = 0.88 : 1$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, ভিন্ন উপাদানে তৈরি দুটি সদৃশ তারের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান বল প্রয়োগ করা হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ইয়ং এর গুণাংকের ব্যস্তানুপাতিক এবং এক্ষেত্রে উদ্দীপকের তারদ্বয়ের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অনুপাত 0.88 : 1। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৮



চিত্রে 1.5 m আদি দৈর্ঘ্যের A ও B দুইটি একই উপাদানের তার। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুইটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির লেখচিত্র উপরে প্রদর্শিত হয়েছে। $Y_A = 2 \times 10^{11}\ N/m^2$.

(ক) হুকের সূত্রটি লেখ। [চ. বো. ২৩]

(খ) একটি ইস্পাতের তারকে বারবার বাঁকালে উত্তপ্ত হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২৩]

(গ) A তারের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। [চ. বো. ২৩]

(ঘ) 10 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণে উভয় তারে কৃতকাজ সমান হবে কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [চ. বো. ২৩]

সমাধান:

ক হুকের সূত্রটি হলো– স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।

খ একটি ইস্পাতের তারকে বারবার বাঁকালে এর ভিতরের অণুগুলোর কম্পন বেড়ে যাবে। অণুসমূহের মধ্যকার গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে। আমরা জানি, অণুসমূহের গতিশক্তি তাপমাত্রার সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়। অতএব, গতিশক্তি বৃদ্ধি দরুণ ইস্পাতের তারে তাপের সৃষ্টি হবে এবং এর ফলে তারটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ তারটি উত্তপ্ত হবে।

গ দেওয়া আছে, A তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y_A = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

বল, F = 15 N

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 2\ cm = 2 \times 10^{-2}\ m$

ব্যাসার্ধ, r = ?

আমরা জানি, ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y_A = \frac{FL}{Al}$

$$Y_A = \frac{FL}{\pi r^2 l}$$

$$\Rightarrow 2 \times 10^{11} = \frac{15 \times 1.5}{\pi \times r^2 \times (2 \times 10^{-2})}$$

$\therefore r = 4.23 \times 10^{-5}\ m$

$\therefore$ A তারের ব্যাসার্ধ 4.23×10^{-5} m **(Ans.)**

ঘ ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow F = \frac{YA}{L} \times l$

$\therefore F \propto l$

অর্থাৎ A বস্তুর ক্ষেত্রে, $\frac{F'_A}{F_A} = \frac{l'_A}{l_A} \Rightarrow \frac{F'_A}{15} = \frac{10}{2}$

$\therefore F'_A = 75\ N$

B বস্তুর ক্ষেত্রে, $\frac{F'_B}{F_B} = \frac{l'_B}{l_B} \Rightarrow \frac{F'_B}{7} = \frac{10}{2}$

$\therefore F'_B = 35\ N$

$$\therefore \frac{W_A}{W_B} = \frac{\frac{1}{2} F'_A l'_A}{\frac{1}{2} F'_B l'_B} \Rightarrow \frac{W_A}{W_B} = \frac{75 \times 0.1}{35 \times 0.1}$$

$\therefore W_A = 2.143\ W_B$

$\therefore W_A \neq W_B$

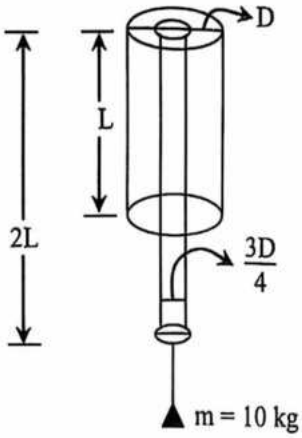
অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য প্রসারণে উভয় তারে কৃতকাজ সমান হবে না। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৯ দৃশ্যকল্প-১: A ও B দুইটি ধাতব তার। তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2m ও 2.05 m এবং তাদের ব্যাস যথাক্রমে 2mm ও 5mm। তার দুইটিতে সমান ভরের বস্তু ঝুলালে A তারের প্রসারণ B তারের প্রসারণ অপেক্ষা দ্বিগুণ হয়। A তারের পয়সণের অনুপাত 0.4।

দৃশ্যকল্প-২:



অন্য একটি তারে 10 kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।

উপাদান	Y-এর মান
অ্যালুমিনিয়াম	$7 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
লোহা	$11.5 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
তামা	$13 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
ইস্পাত	$20 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

(ক) পয়সনের অনুপাত কী? [চ. বো. ২২]

(খ) অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7 Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? [ঢা. বো. ২২]

(গ) দৃশ্যকল্প-১ হতে, A তারের দৈর্ঘ্য 25% বৃদ্ধি করলে ক্ষেত্রফল কতটুকু হ্রাস পাবে? [ঢা. বো. ২২]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ হতে, তারের ব্যাস $D = 4.22 \times 10^{-2}$ mm হলে উদ্দীপকের তথ্য মতে এটি কোন পদার্থের তৈরি, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। [কু. বো. ২২]

সমাধান:

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

খ পদার্থের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ার ফলে বস্তু ভেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাকে ঐ পদার্থের অসহ্য পীড়ন বলে।

অর্থাৎ, অসহ্য পীড়ন $= \frac{\text{অসহ্য বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

অসহ্য পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বলতে বোঝায় বস্তুটির প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের উপর সর্বনিম্ন 4.5×10^7 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি ভেঙে বা ছিঁড়ে যাবে।

গ এখানে, A তারের ক্ষেত্রে,

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 2m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = L$ এর 25% $= L \times \frac{25}{100} = 0.25L$

আদি ব্যাস, $D = 2mm = 2 \times 10^{-3}m$

আমরা জানি, $\sigma = \frac{dL}{Dl}$ [ব্যাস হ্রাস = d]

$$\therefore d = \frac{\sigma Dl}{L} = \frac{0.4 \times 2 \times 10^3 \times 0.25\ L}{L} = 2 \times 10^{-4}$$

আদি ক্ষেত্রফল,

$$A_1 = \frac{1}{4}\pi D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-3})^2$$

$$= 3.1416 \times 10^{-6}\ m^2$$

আবার, পরিবর্তিত ক্ষেত্রফল,

$$A_2 = \frac{1}{4}\pi(D - d)^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times \{(2 \times 10^{-3}) - (2 \times 10^{-4})\}^2$$

$$= 2.545 \times 10^{-6}\ m^2$$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল হ্রাস $= A_1 - A_2 = 5.97 \times 10^{-7} m^2$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল হ্রাস পাবে $5.97 \times 10^{-7} m^2$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

তারে ঝুলানো ভর, $m = 10kg$

আদি দৈর্ঘ্য, $L = x$

পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L' = 2x$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = L' - L = 2x - x = x$

তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{D}{2} = \frac{4.22 \times 10^{-2}}{2}$ mm

$= 2.11 \times 10^{-5}m$

আমরা জানি,

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

$$= \frac{mg \times x}{\pi r^2 \times x}$$

$$= \frac{10 \times 9.8}{\pi \times (2.11 \times 10^{-5})^2}$$

$$= 7 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$$

উদ্দীপক হতে প্রাপ্ত অ্যালুমিনিয়ামের ইয়ং গুনাঙ্কের সাথে তারের ইয়ং গুনাঙ্ক মিলে যায়। সুতরাং তারটি অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১০ একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m এবং ব্যাস 1 mm। তারটির উপর 10 N বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$।

(ক) কৃন্তন বিকৃতি কী? [সি. বো. ১৯]

(খ) পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য কেন? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৪]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ণয় কর। [সি. বো. ২২]

(ঘ) তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা কতগুণ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [সি. বো. ২২]

সমাধান:

ক বাহ্যিক বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আয়তন অপরিবর্তিত থেকে কেবল আকৃতির পরিবর্তন হলে সৃষ্ট বিকৃতি তথা একক দূরত্বে অবস্থিত দুই তলের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক সরণকে কৃন্তন বা মোচড় বিকৃতি বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ আমরা জানি,

ভূপৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{4}{3}\pi G\rho(R - h)$

পৃথিবীর কেন্দ্রে, $h = R$

$\therefore g = \frac{4}{3}\pi G\rho \times 0 = 0$

$\therefore$ পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ এর মান শূণ্য।

গ দেওয়া আছে, ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2$ m

ব্যাস, $D = 1$ mm $= 1 \times 10^{-3}$ m

বল, $F = 10$ N

ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}$ N

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = ?$

আমরা জানি, ইয়ং-এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

$\Rightarrow l = \frac{FL}{AY}$

$\Rightarrow l = \frac{10 \times 2}{\pi \times \left(\frac{1}{2} \times 10^{-3}\right)^2 \times 2 \times 10^{11}}$

$\therefore l = 1.27 \times 10^{-4}$ m

$\therefore$ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 1.27×10^{-4} m **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই, দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে 1.27×10^{-4} m

$\therefore$ তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে মোট কৃতকাজ,

$W = \frac{1}{2} \times F \times l$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 1.27 \times 10^{-4}$

$= 6.35 \times 10^{-4}$ J

তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,

$U = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$

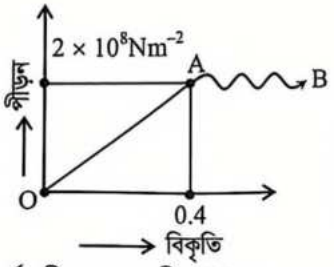
$= \frac{1}{2} \times \frac{10}{\pi \times (0.5 \times 10^{-3})^2} \times \frac{1.27 \times 10^{-4}}{2}$

$= 404.253$ Jm^{-3}

এখানে, $\frac{W}{U} = 1.57 \times 10^{-6}$

$\therefore$ তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির 1.57×10^{-6} গুণ। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১১ একটি স্থিতিস্থাপক বস্তুর পীড়ন বনাম বিকৃতি এর লেখচিত্র নিচে দেখানো হল।



(ক) আকার বা ব্যবর্তন পীড়ন বলতে কী বোঝায়?

(খ) পদার্থের মধ্যে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম সৃষ্টির কারণ কী? ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]

(গ) বস্তুটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ২২; ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব নয়– যৌক্তিক ব্যাখ্যা উপস্থাপন করো। [কু. বো. ২৩]

সমাধান:

ক বস্তুর কোনো তলে স্পর্শী বল প্রয়োগের ফলে যদি আকার বিকার ঘটে তবে ঐ তলের একক ক্ষেত্রফলে যে প্রত্যয়নী বল উৎপন্ন হয় তাকে আকার পীড়ন বা ব্যবর্তন পীড়ন বলে।

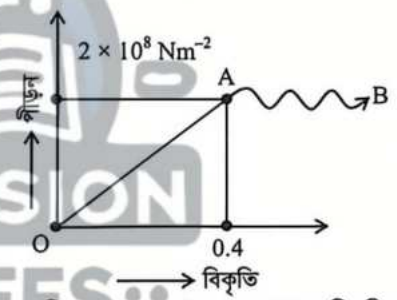
খ বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে তথা বস্তু বিকৃত হয় এবং প্রযুক্ত বল অপসারণে বস্তুর যে ধর্মের জন্য বিকৃত বস্তু পূর্বের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে। সকল অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্রিয়া করে। আণবিক দূরত্ব যত বেশি হয়, আন্তঃআনবিক বল তত বেশি আকর্ষণধর্মী হয়। কোনো বস্তুতে টান প্রয়োগ করলে অনুগুলোর মধ্যবর্তী আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে আকর্ষণ বল অনুভব করে। বহিঃস্থ বল সরিয়ে নিলে আকর্ষণ বলের প্রভাবে সাম্যবস্থায় ফিরে আসে। এ কারণে পদার্থের মধ্যে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম সৃষ্টি হয়।

গ বস্তুটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক,

$Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{2 \times 10^8}{0.4} = 5 \times 10^8$ Nm^{-2}

অর্থাৎ, বস্তুটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক 5×10^8 Nm^{-2} **(Ans.)**

ঘ



লেখচিত্র থেকে দেখা যায়, প্রথমে বিকৃতি বৃদ্ধির সাথে সাথে পীড়ন সুষমভাবে বাড়তে থাকে অর্থাৎ পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক হয়। লেখচিত্রে OA সরলরেখাটি তাই নির্দেশ করে। লেখচিত্রের এ অঞ্চলকে আনুপাতিক অঞ্চল বলে। এই অঞ্চলের মধ্যে যেকোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব।

কিন্তু, AB অংশে পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত ধ্রুবক হয় না, ক্রমাগত কমতে এবং বাড়তে থাকে। এক্ষত্রে প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে কিছুটা স্থায়ী বিকৃতি থেকে যায়। এই অংশে পীড়ন বিকৃতির অনুপাত কখনও ঋণাত্মক কখনও ধনাত্মক লক্ষ্য করা যায়। তারের কোনো কোনো অংশ সরু হওয়ার জন্য এরূপ হয়। তাই AB অংশে যেকোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব নয়। তাই বলা যায়, লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ১২ সুমন 2 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 9 m দীর্ঘ একটি তার নিয়ে নিচের প্রান্তে 12kg ভর ঝুলিয়ে দিল। এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটল আদি দৈর্ঘ্যের 0.001%। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 20×10^{10} Nm^{-2}।

(ক) পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু কাকে বলে?

(খ) একটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২২]

(গ) উদ্দীপকের তারের উপর প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। [রা. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকে সুমনের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাত ছিল কিনা যাচাই কর। [রা. বো. ২২; অনুরূপ চ. বো. ২২]

সমাধান:

ক বস্তুর উপর বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল অপসারণ করার পর বস্তু যদি সম্পূর্ণরূপে পূর্বের স্বাভাবিক অবস্থা ফিরে পায়, তবে সে ধরণের বস্তুকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো তারের উপর পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস-বৃদ্ধি বা অনেকক্ষণ ধরে প্রয়োগ করলে এর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় ফলে বল অপসারণের সাথে সাথে তা পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়না। কিছুটা দেরি হয় বা আদৌ ফিরে পায়না। বিজ্ঞানী কেলভিন এই ঘটনাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি নামে অভিহিত করেছেন। পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস-বৃদ্ধি বা দীর্ঘসময় যাবত প্রয়োগের ফলে অসহভার অপেক্ষা অনেক কম ভারে এমনকি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারটি ছিঁড়ে যেতে পারে। কোন বস্তুকে এভাবে বারংবার বল প্রয়োগের মাধ্যমে বিকৃতি সৃষ্টি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে যা স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টির জন্য দায়ী।

গ এখানে তারের,

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2mm^2 = 2 \times 10^{-6} m^2$

ভর ঝুলানো হয়েছিল, $m = 12$ kg

পীড়ন $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$ [যেহেতু, $F = mg$]

$= \frac{mg}{A} = \frac{12 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}} = 5.88 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$

অতএব, তারের উপর প্রযুক্ত পীড়ন $5.88 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{Al}$

$\Rightarrow Y = \frac{12 \times 9.8 \times 9}{2 \times 10^{-6} \times \frac{0.001}{100}}$

$\therefore Y = 5.29 \times 10^{13} \text{ Nm}^{-2}$

এখানে,

তারের দৈর্ঘ্য, $L = 9$ m

বিকৃতি, $\frac{l}{L} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$

$= \frac{L \times 0.001\%}{L}$

$\therefore \frac{l}{L} = \frac{0.001}{100}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

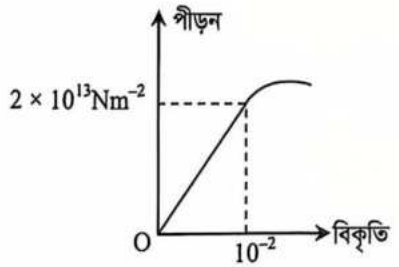
$A = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

কিন্তু ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $20 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$

অতএব, তারটি ইস্পাতের তৈরি ছিল না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৩ দৃশ্যকল্প-১: একটি পিতলের তার A যার অসহ ভার 9.23×10^4N। এই তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5% হ্রাস পায়। পিতলের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$। অপর একটি পিতলের তার B যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2 এবং দৈর্ঘ্য 0.3 m। B তারের এক প্রান্তে 10kg ভরের বস্তু বেঁধে সর্বোচ্চ 4 rads^{-1} কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরানো সম্ভব হয়।

দৃশ্যকল্প-২: 2 m দৈর্ঘ্যের ও 0.8 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি তার নেওয়া হলো। তারটির ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্র নিচে প্রকাশ করা হয়েছে।



(ক) সংনম্যতা কী? [ব. বো. ২২; অনুরূপ ঢা. বো. ১৯; কু. বো. ১৯]

(খ) "রাবার এর চেয়ে স্টিল বেশি স্থিতিস্থাপক"– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ এর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারে চিত্র অনুসারে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? নির্ণয় কর। [দি. বো. ১৯]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ এর A ও B তারের মধ্যে কোনটি অধিকতর মোটা? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর। [ব. বো. ২৯]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর উপর চারদিক থেকে সমান চাপ প্রয়োগ করা হলে বস্তুটির আয়তন কমে যায়। বস্তুর এ ধর্মই সংনম্যতা।

খ যে বস্তুর ইয়ং এর গুনাঙ্ক যত বেশি সে বস্তু তত বেশি স্থিতিস্থাপক।

ইয়ং গুনাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

একই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন বস্তুর মধ্যে যে বস্তুতে যত বেশি প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয়, সে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা তত বেশি। এ হিসেবে দেখা যায়, একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট রাবার অপেক্ষা স্টিলের তারে বল প্রয়োগ করতে হয় অনেক বেশি। এ কারণে রাবার এর চেয়ে স্টিল বেশি স্থিতিস্থাপক।

গ দেওয়া আছে, স্থিতিস্থাপক সীমায়,

পীড়ন $= 2 \times 10^{13} \text{ Nm}^{-2}$

বিকৃতি $= 10^{-2}$

তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{0.8}{2}$ mm

তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2$m

সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তি,

$W = \frac{1}{2} \times \frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{Yl}{L} \times \frac{l}{L} \times AL$

$= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $\times AL$

$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{13} \times 10^{-2} \times \pi (4 \times 10^{-4})^2 \times 2$

$= 1.005 \times 10^5$ J **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, পিতলের তারের

ইয়ং এর গুনাঙ্ক, $Y_1 = 1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$

অসহ ভার, $F_1 = 9.23 \times 10^4$N

বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 0.1$

ইয়ং গুনাঙ্ক, $Y = \frac{\text{অসহ পীড়ন}}{\text{অসহ বিকৃতি}}$

$= \frac{\frac{F_1}{A_1}}{\frac{l}{L}}$ [অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ ভার}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$]

$\Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = 1 \times 10^{11} \times 0.1$

$\Rightarrow A_1 = \frac{9.23 \times 10^4}{1 \times 10^{11} \times 0.1}$

$\therefore A_1 = 9.23 \times 10^{-6} \text{ m}^2$

B তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 10^{-6} \text{ m}^2$

এখানে, $A_1 > A_2$। অতএব, A তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল B এর চেয়ে বেশি। সুতরাং, A তারটি অধিকতর মোটা। **(Ans.)**

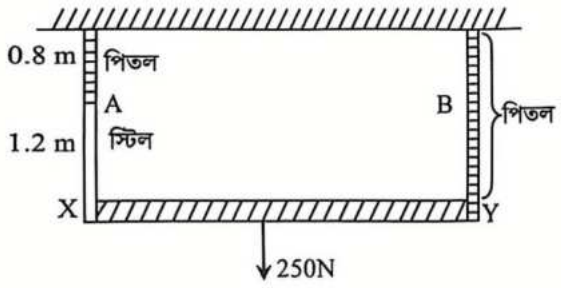
ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৪ একটি 250 N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 2.5×10^{-7} m^2। B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 2.5×10^{-4}। A তারের 0.8 m পিতলের বাকি 1.2 m স্টিলের।

স্টিলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক = 2×10^{11} Pa

পিতলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক = 1×10^{11} Pa



(ক) স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে? [দি. বো. ২৪, ১৯; য. বো. ২২; ম বো. ২২]

(খ) একটি মটর সাইকেল ও একটি প্রাইভেট কারের ভরবেগ সমান হলে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪]

(গ) B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। [য. বো. ১৭]

(ঘ) বারের কোন প্রান্ত বেশি নিচু হবে, যাচাই কর। [য. বো. ১৭]

সমাধান:

ক কোন বস্তুকে বারবার বিকৃতি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।

খ সাধারণত মটর সাইকেল অপেক্ষা প্রাইভেট কারের ভর বেশি হয়ে থাকে।

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

ধরি, মটর সাইকেলের গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{p^2}{2m_1}$

এবং প্রাইভেটকারের গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{p^2}{2m_2}$ [উভয়ের ভরবেগ p সমান]

$\frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_2}{m_1}$

$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} > 1$ [$\because$ মটরসাইকেলের ভর, m_1 < প্রাইভেট কারের ভর, m_2]

বা, $E_{k_1} > E_{k_2}$

$\therefore$ মটর সাইকেলের গতিশক্তি বেশি হবে।

গ এখানে, B তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_B = 2.5 \times 10^{-7}$ m^2

এবং ইয়ং এর গুনাঙ্ক, $Y_B = 1 \times 10^{11}$ Pa $= 1 \times 10^{11}$ Nm^{-2}

যেহেতু 250N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুইটি তার দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো হয়েছে এবং উভয় তারেরই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল সমান। তাই প্রত্যেকটি তারের উপর টান সুষমভাবে বন্টিত হবে।

অর্থাৎ উভয় তারের উপর লব্ধ বল, $F = \frac{W}{2} = \frac{250}{2} = 125$N

B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,

$U = \frac{1}{2} \times$ দৈর্ঘ্য পীড়ন $\times$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি

$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A_B} \times 2.5 \times 10^{-4}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{125}{2.5 \times 10^{-7}} \times 2.5 \times 10^{-4}$

$= 62.5 \times 10^3$ J **(Ans.)**

ঘ A তারের ক্ষেত্রে,

পিতল অংশের দৈর্ঘ্য, $L_{A_1} = 0.8$ m

এবং স্টিল অংশের দৈর্ঘ্য, $L_{A_2} = 1.2$ m

পিতলের অংশের জন্য, ইয়ং এর গুনাঙ্ক,

$Y_1 = \frac{F L_{A_1}}{A l_{A_1}}$ [যেখানে, l_{A_1} = A তারের পিতলের অংশের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি]

$\Rightarrow 1 \times 10^{11} = \frac{125 \times 0.8}{2.5 \times 10^{-7} \times l_{A_1}}$

$\Rightarrow l_{A_1} = \frac{125 \times 0.8}{2.5 \times 10^{-7} \times 1 \times 10^{11}}$

$\therefore l_{A_1} = 4 \times 10^{-3}$ m

আবার, A তারের জন্য স্টিল অংশের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,

$l_{A_2} = \frac{F \times L_{A_2}}{Y_2 \times A}$

$= \frac{125 \times 1.2}{2.5 \times 10^{-7} \times 2 \times 10^{11}}$

$= 3 \times 10^{-3}$ m

A তারের মোট দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,

$l_A = l_{A_1} + l_{A_2}$

$= 4 \times 10^{-3} + 3 \times 10^{-3}$

$= 7 \times 10^{-3}$ m

অন্যদিকে B তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,

$l_B = \frac{FL_B}{AY_2}$

$= \frac{125 \times 2}{2.5 \times 10^{-7} \times 1 \times 10^{11}}$

$= 10^{-2}$ m

এখানে, $l_B > l_A$

$\therefore$ বারের Y প্রান্ত বেশি নিচু হবে। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। পীড়ন কী? [ঢা. বো. ২৪]

উত্তর: বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর আকার বা দৈর্ঘ্য বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে এ বলকে প্রতিরোধ করার জন্য বাধাদানকারী একটি বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে উদ্ভূত এ বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলের মানকে পীড়ন বলে।

২। স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে?
[রা. বো. ২৪, ২৩; দি. বো. ২৩, ২২; ম. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২; সি. বো. ১৭]

উত্তর: সর্বাধিক যে মানের বল পর্যন্ত কোন বস্তু পূর্ণস্থিতিস্থাপক থাকে অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

৩। স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কী? [য. বো. ২৪, ২৩]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে ঐ বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

৪। ইয়ং এর গুণাংক কাকে বলে? [ব. বো. ২৪]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে।

৫। অসহ্য পীড়ন কী? [ম. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

উত্তর: প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ্য পীড়ন বলে।

৬। কর্মদক্ষতা কাকে বলে? [কু. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত মোট কার্যকর শক্তি এবং যন্ত্রের প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

৭। হুকের সূত্রটি লেখ। [চ. বো. ২৩]

উত্তর: হুকের সূত্রটি হলো– স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।

৮। আন্তঃআণবিক বল কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

উত্তর: পদার্থের অণুগুলো নির্দিষ্ট দূরত্বে থেকে একে অপরকে যে বলে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে।

৯। পয়সনের অনুপাত কী? [চ. বো. ২২]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

১০। আকার বা ব্যবর্তন পীড়ন বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: বস্তুর কোনো তলে স্পর্শী বল প্রয়োগের ফলে যদি আকারের বিকার ঘটে তবে ঐ তলের একক ক্ষেত্রফলে যে প্রত্যয়নী বল উৎপন্ন হয় তাকে আকার পীড়ন বা ব্যবর্তন পীড়ন বলে।

১১। কৃন্তন বিকৃতি কী? [সি. বো. ১৯]

উত্তর: বাহ্যিক বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আয়তন অপরিবর্তিত থেকে কেবল আকৃতির পরিবর্তন হলে সৃষ্ট বিকৃতি তথা একক দূরত্বে অবস্থিত দুই তলের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক সরণকে কৃন্তন বা মোচড় বিকৃতি বলে।

১২। সংনম্যতা কী? [ব. বো. ২২; অনুরূপ ঢা. বো. ১৯; কু. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর চারদিক থেকে সমান চাপ প্রয়োগ করায় বস্তুটির আয়তন কমে যায়। বস্তুর এ ধর্মই সংনম্যতা।

১৩। স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে? [দি. বো. ২৪, ১৯; য. বো. ২২; ম বো. ২২]

উত্তর: কোন বস্তুকে বারবার বিকৃতি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।

১৪। পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু কী?

উত্তর: বাহ্যিক বল অপসারিত হলে যদি বিকৃত বস্তু ঠিক আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাহলে ঐ বস্তুকে পূর্ণস্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।

১৫। পূর্ণ দৃঢ় বস্তু বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: বাইরে থেকে যেকোনো পরিমাণ বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর যদি আকারের কোনো পরিবর্তন না ঘটে তাহলে বস্তুটিকে পূর্ণ দৃঢ় বস্তু বলে।

১৬। পূর্ণ নমনীয় বস্তু কী?

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে তাকে বিকৃত করলে যদি বল অপসারণের পর বস্তুটি ঐ বিকৃত অবস্থা পুরোপুরি বজায় রাখে তাহলে বস্তুটিকে নমনীয় বা পূর্ণ প্লাস্টিক বস্তু বলে।

১৭। পীড়নের মাত্রা লেখ?

উত্তর: পীড়নের মাত্রা $ML^{-1}T^{-2}$।

১৮। অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি কী?

উত্তর: কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন বা বিকার হয় তবে একক দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন বা বিকারকে অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি বলে।

১৯। অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন কী?

উত্তর: দৈর্ঘ্য বিকারের ফলে স্থিতিস্থাপকতার কারণে বস্তুটির প্রস্থচ্ছেদের একক ক্ষেত্রফলে দৈর্ঘ্য বরাবর যে প্রত্যয়নী বল তৈরি হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন বলে।

২০। পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্রে ঢাল কী নির্দেশ করে?

উত্তর: পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্রে ঢাল ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (Y) নির্দেশ করে।

২১। সংনম্যতার একক ও মাত্রা লেখ?

উত্তর: সংনম্যতার একক $N^{-1}m^2$ এবং মাত্রা $M^{-1}LT^2$।

২২। দৃঢ়তার গুণাঙ্ক কাকে বলে?

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ব্যবর্তন পীড়ন ও ব্যবর্তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের দৃঢ়তার গুনাঙ্ক বলে।

২৩। ইয়ং এর গুনাঙ্ক Y, দৃঢ়তা গুনাঙ্ক η, পয়সনের অনুপাত σ এর মধ্যে সম্পর্ক লেখ।

উত্তর: $Y = 2\eta(1 + \sigma)$

২৪। পয়সনের অনুপাত σ, আয়তন গুনাঙ্ক K, এবং ইয়ং এর গুনাঙ্ক Y এর মধ্যে সম্পর্ক লেখ।

উত্তর: $Y = 3K(1 - 2\sigma)$

২৫। পয়সনের অনুপাতের মানের সীমা কত?

উত্তর: পয়সনের অনুপাতের সীমা, $-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$

২৬। সমদিকধর্মী বস্তু কাকে বলে?

উত্তর: যে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম সব দিকে একই রকম সে ধরনের বস্তুকে সমদিকধর্মী বস্তু বলে। এই ধরণের বস্তুকে দিক নিরপেক্ষ স্থিতিস্থাপক বস্তুও বলে।

২৭। আয়তন বিকৃতির জন্য সঞ্চিত বিভব শক্তির রাশিমালা লেখ।

উত্তর: আয়তন বিকৃতির জন্য সঞ্চিত বিভব শক্তি,

$$W = \frac{1}{2}\frac{\text{আয়তন গুণাঙ্ক} \times (\text{আয়তন পরিবর্তন})^2}{\text{আদি আয়তন}} = \frac{1}{2}\frac{Bv^2}{V}$$

২৮। ব্যবর্তন বিকৃতির জন্য সঞ্চিত বিভব শক্তির রাশিমালা লেখ।

উত্তর: ব্যবর্তন বিকৃতির জন্য সঞ্চিত বিভব শক্তি,

$$W = \frac{1}{2}\frac{\text{ব্যবর্তন গুণাঙ্ক} \times \text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল} \times (\text{আণুভূমিক সরণ})^2}{\text{উল্লম্ব উচ্চতা}}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{\eta Ax^2}{y}$$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। তাপমাত্রা বাড়ালে স্থিতিস্থাপক গুণাংকের মান কমে কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৪; কু. বো. ২২]

উত্তর: আমরা জানি,

স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $= \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ এবং বিকৃতি $= \frac{\text{দৈর্ঘ্য পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$

অর্থাৎ, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $\propto \frac{1}{\text{বিকৃতি}}$

তাপমাত্রা বাড়লে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয়। অর্থাৎ বিকৃতি ঘটে। আবার বিকৃতি স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের ব্যস্তানুপাতিক। তাই বলা যায় যে, তাপমাত্রা বাড়লে যেহেতু দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয় তথা বিকৃতি ঘটে এজন্য স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান কমে যায়।

২। "কোনো তারের স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি 50 J" বলতে কী বুঝায়? [য. বো. ২৪]

উত্তর: কোনো বস্তুর বিকৃতি ঘটাতে চাইলে বাইরে থেকে অবশ্যই বল প্রয়োগ করতে হয়। এর ফলে কাজ সংঘটিত হয়। উক্ত কাজ বস্তুতে বিভবশক্তিরূপে সঞ্চিত হয়। একেই স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি বলে।

কোনো বস্তুর উপর স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি 50 J বলতে বোঝায়, বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে তারটি বিকৃতি করতে কৃতকাজ 50 J এবং ঐ 50 J তারের মধ্যে বিভবশক্তি হিসেবে সঞ্চিত আছে। বাহ্যিক বল অপসারিত হলে তারটি যদি তার আগের আকার ফিরে পায় তাহলে ঐ 50 J শক্তি তাপশক্তি কিংবা গতিশক্তি হিসেবে রূপান্তর হবে।

৩। একটি স্টিল তারের ওপর প্রযুক্ত বল এবং ব্যাসার্ধ যদি দ্বিগুণ করা হয় তবে ইয়ং এর গুণাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো., দি. বো., ম. বো. ২৩]

উত্তর: ইয়ং এর গুনাঙ্ক, $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$। অর্থাৎ যে হারে পীড়ন ঘটে সে হারেই বিকৃতি ঘটবে।

বস্তুর ইয়ং এর গুণাঙ্ক প্রযুক্ত বল বৃদ্ধি বা হ্রাস কিংবা তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল তথা ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে না। বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ স্টিলের তৈরি তার এবং তামার তৈরি তার দুইটির ইয়ং এর গুনাঙ্ক ভিন্ন হবে। কিন্তু একই উপাদানেরই স্টিলের দুইটি ভিন্ন ব্যাসার্ধের তার কিংবা প্রযুক্ত বলের ভিন্নতার জন্য ইয়ং এর গুনাংকের কোন পরিবর্তন হয় না।

৪। একটি ইস্পাতের তারকে বারবার বাঁকালে উত্তপ্ত হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। [চ. বো. ২৩]

উত্তর: একটি ইস্পাতের তারকে বারবার বাঁকালে এর ভিতরের অণুগুলোর কম্পন বেড়ে যাবে। অণুসমূহের মধ্যকার গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে। আমরা জানি, অণুসমূহের গতিশক্তি তাপমাত্রার সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পায়। অতএব, গতিশক্তি বৃদ্ধি দরুণ ইস্পাতের তারে তাপের সৃষ্টি হবে এবং এর ফলে তারটির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ তারটি উত্তপ্ত হবে।

৫। পীড়ন স্কেলার রাশি না ভেক্টর রাশি? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো বস্তুর প্রস্থচ্ছেদ বা তলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে উদ্ভূত বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে। অর্থাৎ, পীড়ন $= \frac{F}{A}$

পীড়ন একটি স্কেলার রাশি, এর কোনো দিক নেই। কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর প্রতি অংশে $\frac{F}{A}$ পরিমাণ পীড়ন অনুভূত হয় যা দিকের উপর নির্ভরশীল নয়।

৬। অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? [ঢা. বো. ২২]

উত্তর: পদার্থের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ার ফলে বস্তু ভেঙে বা ছিঁড়ে যায় তাকে ঐ পদার্থের অসহ পীড়ন বলে।

অর্থাৎ, অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বলতে বোঝায় বস্তুটির প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের উপর সর্বনিম্ন 4.5×10^7 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি ভেঙে বা ছিঁড়ে যাবে।

৭। পদার্থের মধ্যে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম সৃষ্টির কারণ কী? ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]

উত্তর: বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে তথা বস্তু বিকৃত হয় এবং প্রযুক্ত বল অপসারণে বস্তুর যে ধর্মের জন্য বিকৃত বস্তু পূর্বের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে। সকল অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্রিয়া করে। আণবিক দূরত্ব যত বেশি হয়, আন্তঃআনবিক বল তত বেশি আকর্ষণধর্মী হয়। কোনো বস্তুতে টান প্রয়োগ করলে অনুগুলোর মধ্যবর্তী আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায়। ফলে আকর্ষণ বল অনুভব করে। বহিঃস্থ বল সরিয়ে নিলে আকর্ষণ বলের প্রভাবে সাম্যবস্থায় ফিরে আসে। এ কারণে পদার্থের মধ্যে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম সৃষ্টি হয়।

৮। "রাবার এর চেয়ে স্টিল বেশি স্থিতিস্থাপক"– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪]

উত্তর: যে বস্তুর ইয়ং এর গুনাঙ্ক যত বেশি সে বস্তু তত বেশি স্থিতিস্থাপক।

ইয়ং গুনাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

একই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল ও দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন বস্তুর মধ্যে যে বস্তুতে যত বেশি প্রতিরোধ বলের সৃষ্টি হয়, সে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা তত বেশি। এ হিসেবে দেখা যায়, একই দৈর্ঘ্য ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট রাবার অপেক্ষা স্টিলের তারে বল প্রয়োগ করতে হয় অনেক বেশি। এ কারণে রাবার এর চেয়ে স্টিল বেশি স্থিতিস্থাপক।

৯। একটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২২]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো তারের উপর পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস-বৃদ্ধি বা অনেকক্ষণ ধরে প্রয়োগ করলে এর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় ফলে বল অপসারণের সাথে সাথে তা পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়না। কিছুটা দেরি হয় বা আদৌ ফিরে পায়না। বিজ্ঞানী কেলভিন এই ঘটনাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি নামে অভিহিত করেছেন। পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস-বৃদ্ধি বা দীর্ঘসময় যাবত প্রয়োগের ফলে অসহভার অপেক্ষা অনেক কম ভারে এমনকি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারটি ছিঁড়ে যেতে পারে। কোন বস্তুকে এভাবে বারংবার বল প্রয়োগের মাধ্যমে বিকৃতি সৃষ্টি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে যা স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টির জন্য দায়ী।

১০। তারের প্রসারণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: তারের প্রসারণের ফলে তারে বিকৃতি ঘটে। এই বিকৃতি ঘটাতে বাহ্যিক কিছু কাজ করতে হয় এবং ঐ কাজই বস্তুটিতে বিভবশক্তি রূপে সঞ্চিত থাকে। আবার তারের প্রসারণের জন্য দায়ী বাহ্যিক বলকে অপসারণ করা হলে, তারটি তার মধ্যে সঞ্চিত বিভব শক্তিকে ব্যবহার করে স্থিতিস্থাপকতার কারণে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসতে সক্ষম হয়।

L দৈর্ঘ্যের কোনো তারের F বল প্রয়োগে dl পরিমান প্রসারণ ঘটালে

সঞ্চিত বিভবশক্তি, $U = \int_0^l F dl$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{L}{\Delta L}\frac{\Delta r}{r}$; এ সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: বিজ্ঞানী পয়সন দেখান যে, "স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা।"

একে σ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore \sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

বাহ্যিক বল প্রয়োগে L দৈর্ঘ্যের ও r ব্যাসার্ধের তারের দৈর্ঘ্য ΔL পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে ও ব্যাসার্ধ Δr পরিমাণ হ্রাস পেলে,

$$\therefore \text{পার্শ্ব বিকৃতি} = -\frac{\Delta r}{r}$$

$$\therefore \text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি} = \frac{\Delta L}{L}$$

সুতরাং, $\sigma = -\frac{\Delta r/r}{\Delta L/L}$

$$\Rightarrow \sigma = -\frac{L}{\Delta L}\frac{\Delta r}{r}$$

১২। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের ওপর নির্ভর করে না কেন?

উত্তর: কোনো একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগে দৈর্ঘ্য বিকৃতি ও পার্শ্ব বিকৃতি ঘটলে পয়সনের অনুপাত,

$$\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = -\frac{\Delta r/r}{\Delta L/L}$$

পয়সনের অনুপাত একটি ধ্রুবক, পয়সনের অনুপাতের সীমা $-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$ হয়ে থাকে। অধিকাংশ ধাতব পদার্থের জন্য এর মান 0.3 এর কাছাকাছি হয়। পয়সনের অনুপাত কেবল বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভর করে। এটি প্রযুক্ত বল, প্রযুক্ত পীড়ন ইত্যাদি উপর নির্ভর করে না।

১৩। স্প্রিং তৈরিতে উপাদান হিসেবে তামা ও ইস্পাতের মধ্যে কোনটি বেশি কার্যকর-ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: স্প্রিং তৈরিতে উপাদান হিসাবে তামা ও ইস্পাতের মধ্যে ইস্পাত বেশি কার্যকর। ইস্পাতের ইয়ং এর গুনাঙ্ক তামার ইয়ং এর গুনাঙ্ক হতে বেশি। ফলে ইস্পাতের তৈরি স্প্রিং বেশি স্থিতিস্থাপক হবে। স্থিতিস্থাপকতা বেশি হলে স্প্রিংটির অসহ পীড়নের মান ও বেশি হবে। অর্থাৎ স্প্রিংটির ভেঙে যাওয়ার জন্য তামার তৈরি স্প্রিং এর তুলনায় অনেক বেশি বল প্রয়োগ করতে হবে।

১৪। তাত্ত্বিকভাবে পয়সনের অনুপাতের মান ঋণাত্মক পাওয়া গেলেও বাস্তবে তা অসম্ভব - ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\Delta r/r}{\Delta L/L}$

পয়সনের অনুপাতের তাত্ত্বিক সীমা $-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$। তাত্ত্বিকভাবে পয়সনের অনুপাতের মান ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব। বাস্তব জীবনে সকল বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ করলে ব্যাস বা ব্যাসার্ধ হ্রাস পায়। অর্থাৎ, $\frac{\Delta r}{r}$ অনুপাতটি ঋণাত্মক হয়। যার ফলে বস্তুর পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক হয়ে থাকে। পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হতে হলে $\frac{\Delta r}{r}$ এর মান ধনাত্মক হতে হবে। অর্থাৎ দৈর্ঘ্য প্রসারণে ব্যাস বৃদ্ধি পাবে। যা বাস্তব জীবনে কখনো সম্ভব নয়।

১৫। তারের সম্প্রসারণে কৃতকাজ বা স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তির রাশিমালা বের কর।

উত্তর: L দৈর্ঘ্য ও A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারে F বল প্রয়োগে dl বিকৃতি ঘটানো হলে, কৃতকাজ, $W = \int_0^l F dl$

আবার, ইয়ং এর গুনাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

$$\Rightarrow F = \frac{YAl}{L}$$

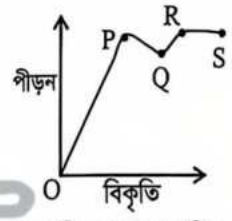
$$\therefore W = \int_0^l \frac{YAl}{L} dl$$

$$= \frac{YA}{L}\int_0^l l dl = \frac{YA}{L}\left[\frac{l^2}{2}\right]_0^l = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$$

$\therefore$ কৃতকাজ বা তারে সঞ্চিত বিভবশক্তি, $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$

১৬। পীড়ন-বিকৃতি লেখচিত্র অঙ্কন করে বিভিন্ন বিন্দুতে পীড়নের সাথে বিকৃতির অবস্থান ব্যাখ্যা করো।

উত্তর:



পীড়ন - বিকৃতির লেখচিত্রে OP অংশটি সরলরৈখিক। অর্থাৎ O হতে P বিন্দু পর্যন্ত বস্তুটি হুকের সূত্র মেনে চলে। এক্ষেত্রে P বিন্দু বস্তুটির স্থিতিস্থাপক সীমা নির্দেশ করে। এরপর লেখটি নিচের দিকে বাঁক নেয়। এসময় প্রযুক্ত পীড়নে বস্তু সম্পূর্ণরূপে পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসতে পারে না। পীড়ন আরো বৃদ্ধি করলে লেখটি অনিয়মিতভাবে উঠানামা করে। এসময় বস্তুর বিভিন্ন স্থান প্রযুক্ত পীড়নের কারণে সরু হয়ে যায়। এটি R বিন্দু পর্যন্ত চলে। R কে বস্তুটির নতিবিন্দু বলে। এরপর পীড়ন আরো বৃদ্ধি করলে বস্তুটির বিভিন্ন স্থানে ছিঁড়ে যায় বা ভেঙে যায় যা লেখচিত্রে S বিন্দু দ্বারা প্রকাশিত।

১৭। একটি মোটা ও একটি চিকন ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে কি-না ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৯]

উত্তর: ইয়ং এর গুণাঙ্ক পদার্থের উপাদানের ওপর নির্ভর করে। এটি বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত। অর্থাৎ যে পরিমাণ দৈর্ঘ্য পীড়ন প্রয়োগ করা হলে বিকৃতি এক একক হয়, তাই ইয়ং গুণাঙ্ক। ফলে ইহা বস্তুর আকৃতির ওপর নির্ভর করে না। অতএব একটি মোটা ও একটি চিকন ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

১৮। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের উপর নির্ভর করে না কেন? [রা. কু.; চ. ব. (সম্মিলিত) বো. ১৮]

উত্তর: পার্শ্ববিকৃতি এবং দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে।

$$\therefore \text{পয়সনের অনুপাত} = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য বিকৃতি, পার্শ্ব বিকৃতির সমানুপাতিক। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে প্রযুক্ত পীড়ন যাই হোক না কেন একমাত্রিক বিকৃতি সর্বদা সমানুপাতিক। আর পয়সনের অনুপাত যেহেতু দুইটি একমাত্রিক বিকৃতির অনুপাত তাই স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পয়সনের অনুপাত প্রযুক্ত পীড়নের উপর নির্ভর করে না।

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৯। আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২২]

অথবা, কঠিন বস্তুর আন্তঃআণবিক বলই স্থিতিস্থাপকতার কারণ– ব্যাখ্যা কর। [সম্মিলিত বো. ১৮]

উত্তর: কঠিন পদার্থের অণুগুলো আন্তঃআণবিক বলের জন্য কেলাসের মধ্যে নিম্নতম বিভবশক্তি স্থানে অবস্থান করে। এই অবস্থানে অণুগুলোর উপর ক্রিয়াশীল নিট আন্তঃআণবিক বল শূন্য। আন্তঃআণবিক বলের ধর্ম হলো আন্তঃআণবিক দূরত্ব যত বেশি হয় আন্তঃআণবিক বল তত বেশি আকর্ষণধর্মী হয় এবং আন্তঃআণবিক দূরত্ব যত কম হয় আন্তঃআণবিক বল তত বিকর্ষণধর্মী হয়।

বল প্রয়োগ করে পদার্থকে প্রসারিত করতে চাইলে আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় যে কারণে অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল অনুভূত হয়। প্রয়োগকৃত বল অপসারণ করলে আকর্ষণ বলের দরুণ তারা আগের অবস্থানে ফিরে যায়। আবার একইভাবে বল প্রয়োগে পদার্থকে সংকুচিত করতে চাইলে আন্তঃআণবিক দূরত্ব কমে আসে বিধায় অণুগুলো বিকর্ষণধর্মী বল অনুভব করে। প্রয়োগকৃত বল সরিয়ে নিলে এই বিকর্ষণ বলের জন্য অণুগুলো পূর্বের অবস্থানে ফিরে যায়।

সুতরাং, বলা যায় আন্তঃআণবিক বলই কঠিন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ধর্মের কারণ।

২০। স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী? [ঢা. বো. ১৭]

উত্তর: বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে বিকৃত করার সময় প্রায় প্রত্যেক বস্তুই বাহ্যিক বলের একটি সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে। বাহ্যিক বলের এই সর্বোচ্চ মান বা সীমাকেই স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

অপরদিকে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো তারের উপর পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস বৃদ্ধি করলে স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় যার ফলে অসহ ভার অপেক্ষা অনেক কম ভারে এমনকি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারটি ছিঁড়ে যায়। স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি না হলে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ভারটি ছিঁড়তো না। এটি হলো এদের মধ্যে প্রধান পার্থক্য।

২১। সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ নাকি বিকর্ষণ বল লাভ করে– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৯]

অথবা, আন্তঃআণবিক বলের সাথে আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক কীরূপ? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৯]

উত্তর: কঠিন পদার্থের অণুগুলো আন্তঃআণবিক বলের জন্য কেলাসের মধ্যে নিম্নতম বিভবশক্তি স্থানে অবস্থান করে। এই অবস্থানে অণুগুলোর উপর ক্রিয়াশীল নিট আন্তঃআণবিক বল শূন্য। আন্তঃআণবিক বলের ধর্ম হলো আন্তঃআণবিক দূরত্ব যত বেশি হয় আন্তঃআণবিক বল তত বেশি আকর্ষণধর্মী হয় এবং আন্তঃআণবিক দূরত্ব যত কম হয় আন্তঃআণবিক বল তত বিকর্ষণধর্মী হয়।

বল প্রয়োগ করে পদার্থকে প্রসারিত করতে চাইলে আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় যে কারণে অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল অনুভূত হয়। প্রয়োগকৃত বল অপসারণ করলে আকর্ষণ বলের দরুণ তারা আগের অবস্থানে ফিরে যায়।

২২। পারদের আয়তন গুণাঙ্ক $2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা তাকে ঐ বস্তুর উপাদানের আয়তন গুণাঙ্ক বলে।

আবার, কোনো বস্তুর আয়তন পরিবর্তন আদি আয়তনের সমান হতে এর প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলই ঐ বস্তুর উপাদানের আয়তন গুণাঙ্ক। অর্থাৎ পারদের আয়তন গুণাঙ্ক $2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বলতে বোঝায়, পারদের আদি আয়তনের সমান আয়তন হ্রাসের জন্য এর প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে চারদিক থেকে 2×10^{10} N বল প্রয়োগ করতে হবে।

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

পদার্থের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বিকর্ষণ বল

১। নিচের কোন পদার্থের অণুগুলোর অবস্থানের কম্পনের গতিশক্তিই অভ্যন্তরীণ শক্তি?

ক কঠিন　　খ তরল
গ গ্যাসীয়　　ঘ তরল ও গ্যাসীয়

উত্তর: ক কঠিন

ব্যাখ্যা: কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রে কণাগুলো কাছাকাছি থেকে কম্পিত হতে থাকে। কঠিন পদার্থের অনুগুলোর অবস্থানের কম্পনের গতিশক্তিই অভ্যন্তরীণ শক্তি।

২। কোন অবস্থায় অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল সর্বাধিক হয়? [দি. বো. ২৪]

ক কঠিন　　খ তরল
গ বায়বীয়　　ঘ প্লাজমা

উত্তর: ক কঠিন

ব্যাখ্যা: কঠিন পদার্থে অনু, পরমাণু সবচেয়ে কাছাকাছি অবস্থান করে অর্থাৎ আন্ত:আনবিক দূরত্ব সবচেয়ে কম থাকে এবং এ অবস্থায় আন্ত:আনবিক আকর্ষন বল সর্বাধিক হয়।

৩। আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বলকে কী বলে?

ক মহাকর্ষ বল　　খ কুলম্ব বল
গ স্থিতিস্থাপক বল　　ঘ সান্দ্র বল

উত্তর: গ স্থিতিস্থাপক বল

ব্যাখ্যা: আন্ত:আণবিক বলই পদার্থের স্থিতিস্থাপকতার কারন। অনুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব অত্যধিক বৃদ্ধি পেলে আন্ত:আণবিক বল হ্রাস পায়। বিভিন্ন পদার্থের আন্ত:আনবিক বলের মান বিভিন্ন তাই বিভিন্ন পদার্থের স্থিতিস্থাপকতাও বিভিন্ন।

৪। কোনো পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে নিট বল শূন্য হয় যখন– [ঢা. বো. ২৩]

ক $r = r_0$　　খ $r < r_0$
গ $r > r_0$　　ঘ $r >> r_0$

উত্তর: ক $r = r_0$

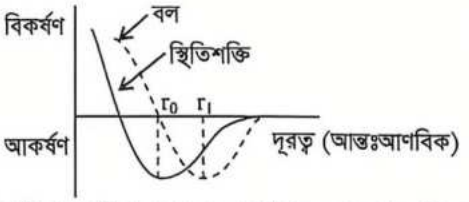
ব্যাখ্যা: কোনো গ্যাসের ২টি অণুর মধ্যবর্তী দূরত্ব (r_o) পরিবর্তিত অবস্থায় দুটি অনুর মধ্যবর্তী দূরত্ব (r) এর সমান হলে পদার্থের অনুগুলোর মধ্যে নিট বল শূন্য তথা আকর্ষণ–বিকর্ষণ বল সমান হয়।

৫। পদার্থের অণুগুলোর স্থিতিশক্তি সর্বনিম্ন হয় যখন আন্তঃআণবিক–

ক আকর্ষণ বল বেশি হয়　　খ বিকর্ষণ বল বেশি হয়
গ আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল শূণ্য হয়　　ঘ দূরত্ব 10^{-10} m এর অধিক হয়

উত্তর: ক আকর্ষণ বল বেশি হয়

ব্যাখ্যা:



স্থিতিশক্তির লেখচিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, আন্ত:আনবিক দূরত্ব কমার সঙ্গে সঙ্গে স্থিতিশক্তিও কমতে থাকে। যখন দূরত্ব কমতে কমতে $r = r_o$ হয় অর্থাৎ যখন আকর্ষন সর্বোচ্চ তখন স্থিতিশক্তি সর্বনিম্ন হয়। এখানে $r = r_o$ অবস্থানকে সাম্যাবস্থান বলে। আর কোনো ব্যবস্থা বা সিস্টেম তখনই সাম্য বা সুস্থির হবে যখন এ স্থিতিশক্তি সর্বনিম্ন হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

স্থিতিস্থাপকতা

৬। কোনটি পদার্থের সাধারণ ধর্ম? [য. বো. ১৭]
ক পৃষ্ঠশক্তি খ সান্দ্রতা
গ স্থিতিস্থাপকতা ঘ পৃষ্ঠটান
উত্তর: গ স্থিতিস্থাপকতা
ব্যাখ্যা: পদার্থের সকল অবস্থাতেই (কঠিন, তরল ও বায়ুবীয়) স্থিতিস্থাপকতা ধর্মটি পরিলক্ষিত হয়। পৃষ্ঠটান ও সান্দ্রতা কেবল প্রবাহীর (তরল ও গ্যাসের) ক্ষেত্রে পরিলক্ষিত হয়।

৭। নিচের কোনটি অধিক স্থিতিস্থাপক? [রা. বো. ২৪]
ক কাঁচ খ রাবার
গ তামা ঘ কাঠ
উত্তর: গ তামা
ব্যাখ্যা: যে বস্তুর দৃঢ়তা বেশি তার স্থিতিস্থাপকতাও বেশি হবে। এক্ষেত্রে তামার দৃঢ়তা বেশি। স্থিতিস্থাপকতার ক্রম: ইস্পাত, টাইটানিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, তামা, পিতল, ইত্যাদি।

৮। সর্বাধিক স্থিতিস্থাপক বস্তু কোনটি? [ব. বো. ২৩]
ক রাবার খ তামা
গ ইস্পাত ঘ স্পঞ্জ
উত্তর: গ ইস্পাত

৯। যেসব বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম বিভিন্ন তাদের বলা হয়– [সি. বো. ২৩; রা. বো. ২৩]
ক পূর্ণ দৃঢ় বস্তু খ সমদিক ধর্মী বস্তু
গ পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু ঘ অসমদিক ধর্মী বস্তু
উত্তর: ঘ অসমদিক ধর্মী বস্তু
ব্যাখ্যা: যে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম বিভিন্ন দিকে বিভিন্ন সে ধরনের বস্তুকে অসমদিকধর্মী বস্তু বলে। কোয়ার্জ, বিশেষ ধরনের লবন ইত্যাদি এ ধরনের বস্তু। যে বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম সব দিকে একই রকম সে ধরনের বস্তুকে সমদিকধর্মী বস্তু বলে। যেমন: ধাতুর তৈরী দন্ড, রড, তার ইত্যাদি এ ধরনের বস্তু। বল প্রয়োগে যে সকল বস্তুর বিকৃতি ঘটানো যায় না, সে ধরনের বস্তুকে পূর্ণ দৃঢ় বস্তু বলে। যেমন: গ্রানাইট পাথর, ইস্পাত, কাঁচ ইত্যাদি। বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল অপসারণে, পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু সম্পূর্ণ পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। বাস্তবে কোনো বস্তুই পূর্ণ স্থিতিস্থাপক নয়।

১০। প্রযুক্ত বল অপসারণের পরও যদি বিকৃত বস্তু বিকৃতি অবস্থা সম্পূর্ণ ধরে রাখে তবে বস্তুটিকে বলা হয়– [দি. বো. ২৩]
ক পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু খ পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক বস্তু
গ নমনীয় বস্তু ঘ দৃঢ় বস্তু
উত্তর: গ নমনীয় বস্তু
ব্যাখ্যা: নমনীয় বস্তুর ক্ষেত্রে বিকৃতি সৃষ্টিকারী বাহ্যিক বল অপসারণ করলে বস্তু তার বিকৃত অবস্থা বজায় রাখে। বাস্তবে কোনো বস্তুই পূর্ণ নমনীয় নয়। তবে, ক্ষেত্র বিশেষে কাদা, চুইংগাম ইত্যাদিকে পূর্ণ নমনীয় বস্তু হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

১১। স্থিতিস্থাপক সীমা নিচের কোন রাশি দ্বারা পরিমাপ করা হয়? [কু. বো. ২৩]
ক স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি খ সম্প্রসারণে কৃত কাজ
গ প্রযুক্ত বল ঘ আকার বিকৃতি
উত্তর: গ প্রযুক্ত বল
ব্যাখ্যা: বাহ্যিক বলের একটি সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত যদি বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে, তবে বলের সেই সর্বোচ্চ মান বা সীমাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

১২। স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কে বলা হয়, ইহা– [ব. বো. ২৩]
i. তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তন হয়
ii. ভেজালের উপস্থিতিতে পরিবর্তন হয়
iii. পদার্থের আকৃতির উপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ক i ও ii
ব্যাখ্যা: তাপ প্রয়োগে বস্তু প্রসারিত হয় যা স্থিতিস্থাপকতা ধর্মকে প্রভাবিত করে। ভেজাল মিশ্রিত করলে উপাদানের পরিবর্তন ঘটে, ফলে স্থিতিস্থাপকতার মানও পরিবর্তিত হয়। স্থিতিস্থাপকতা পদার্থের আকৃতির উপর নির্ভর করে না।

বিকৃতি ও পীড়ন

১৩। কোনো বস্তুর একক মাত্রার পরিবর্তনকে বলে– [চা. বো. ২৩]
ক পীড়ন খ বিকৃতি
গ অসহ ভার ঘ স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি
উত্তর: খ বিকৃতি
ব্যাখ্যা: বল প্রয়োগে বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন হয় তাই বিকৃতি। বিকৃতি স্থিতিস্থাপকতা ধর্মের উপর নির্ভরশীল।

১৪। নিচের কোন রাশিটি মাত্রাবিহীন রাশি? [রা. বো. ২৩; চ. বো. ১৯]
ক বিকৃতি খ পীড়ন
গ ইয়ং গুণাঙ্ক ঘ স্প্রিং ধ্রুবক
উত্তর: ক বিকৃতি
ব্যাখ্যা: একই জাতীয় রাশির অনুপাতের কোন একক নেই। বিকৃতি যেহেতু একই জাতীয় রাশির অনুপাত, তাই বিকৃতির কোন একক নেই।

১৫। বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকারের পরিবর্তন হয় তাকে কী বলে? [য. বো. ২২]
ক আকার পীড়ন খ আকার বিকৃতি
গ আয়তন পীড়ন ঘ আয়তন বিকৃতি
উত্তর: খ আকার বিকৃতি
ব্যাখ্যা: বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকারের পরিবর্তন হলে, একক দূরত্বের দুটি তলের আপেক্ষিক সরণকে আকার বিকৃতি বলে।

১৬। 2 m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.02 m বৃদ্ধি পেলে তারটির দৈর্ঘ্য বিকৃতি হবে– [কু. বো. ২৪]
ক 100 খ 0.04
গ 0.01 ঘ 0.009
উত্তর: গ 0.01
ব্যাখ্যা: বিকৃতি $= \frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \frac{0.02}{2} = 0.01$

১৭। কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করে তারটির দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। তারটির বিকৃতি– [কু. বো. ২৩]
ক 0.25 খ 0.5
গ 1 ঘ 2
উত্তর: গ 1
ব্যাখ্যা: আদি দৈর্ঘ্য $= L$
পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য $= 2L$
দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন, $l = 2L - L = L$
$\therefore$ বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{L}{L} = 1$

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৮। কোনো বস্তুর আদিমাত্রা x এবং বল প্রযুক্ত হওয়ার পর মাত্রা y হলে বিকৃতি হবে– [ব. বো. ২২]

ক $x(x-y)$ খ $x+(x-y)$

গ $\frac{x}{x-y}$ ঘ $\frac{x-y}{x}$

উত্তর: ঘ $\frac{x-y}{x}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, বিকৃতি $= \frac{\text{মাত্রার পরিবর্তন}}{\text{আদিমাত্রা}} = \frac{x-y}{x}$

১৯। SI এককে পীড়নের একক কোনটি? [ম. বো. ২২]

ক N.m খ Nm^{-2}

গ Nm^{-1} ঘ Nm^{-3}

উত্তর: খ Nm^{-2}

ব্যাখ্যা: পীড়ন $= \frac{F}{A}$

বলের একক N ও ক্ষেত্রফলের একক m^2।

$\therefore$ পীড়নের একক $= \frac{N}{m^2} = Nm^{-2}$

২০। কোনো তারের অসহপীড়ন নির্ভর করে তারের [কু. বো. ১৯]

ক ব্যাসার্ধের উপর খ দৈর্ঘ্যের উপর

গ উপাদানের উপর ঘ প্রস্থচ্ছেদের আকৃতির উপর

উত্তর: ক ব্যাসার্ধের উপর

ব্যাখ্যা: প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ন্যূনতম যে বল প্রয়োগে কোনো বস্তু ছিড়ে যায়, তাই ঐ বস্তুর অসহপীড়ন। বস্তুর ক্ষেত্রফল তথা ব্যাসার্ধ যত বাড়বে তারের অসহপীড়ন তত বাড়বে।

২১। কোনো বস্তুর আকার বিকৃতির জন্য যে পীড়ন প্রয়োগ করা হয় তাকে কী বলে? [ঢা. বো. ২২]

ক দৈর্ঘ্য পীড়ন খ কৃন্তন পীড়ন

গ আয়তন পীড়ন ঘ অসহ পীড়ন

উত্তর: খ কৃন্তন পীড়ন

ব্যাখ্যা: কোনো বস্তুর আকার বিকৃতি ঘটাতে একক ক্ষেত্রফলের উপর যে স্পর্শকীয় বল প্রযুক্ত হয় তাকে কৃন্তন পীড়ন বলে। কৃন্তন পীড়নকে আকার বা ব্যবর্তন বা মোচড় পীড়নও বলা হয়।

২২। পীড়নের মাত্রা– [কু. বো. ২৩; য. বো. ২২]

ক MLT^{-1} খ MLT^{-2}

গ $ML^{-1}T^{-2}$ ঘ $ML^{-2}T^{-2}$

উত্তর: গ $ML^{-1}T^{-2}$

ব্যাখ্যা: [পীড়ন] $= \frac{[F]}{[A]} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$

২৩। 2 m দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারে 20 kg ভর ঝুলালে তারটি 1 mm প্রসারিত হয়। তারটির পীড়ন কত?

ক $1.96 \times 10^8\ Nm^{-2}$ খ $1.96 \times 10^4\ Nm^{-2}$

গ $2 \times 20^7\ Nm^{-2}$ ঘ $1.96 \times 10^2\ Nm^{-2}$

উত্তর: ক $1.96 \times 10^8\ Nm^{-2}$

ব্যাখ্যা: পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(20 \times 9.8)}{(1 \times 10^{-6})} = 1.96 \times 10^6 Nm^{-2}$

২৪। কোনো তারকে কেটে সমান তিন টুকরা করা হলো, এতে তারের অসহভারের মান কত হবে? [দি. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ১৯]

ক পূর্বের অর্ধেক খ পূর্বের এক-তৃতীয়াংশ

গ পূর্বের সমান ঘ পূর্বের এক-চতুর্থাংশ

উত্তর: গ পূর্বের সমান

ব্যাখ্যা: অসহ ভার, অসহ পীড়ন পদার্থের উপাদানের উপর নির্ভর করে, দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে না। তাই আকৃতি ছোট বা বড় হলেও মান একই থাকে।

২৫। একটি তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে হলে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। [ব. বো. ২২]

ক $3 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ খ $6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

গ $6 \times 10^{-11}\ Nm^{-2}$ ঘ $3 \times 10^{-11}\ Nm^{-2}$

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow 2 \times 10^{11} = \frac{F \times L}{A \times 0.15\ L} \Rightarrow \frac{F}{A} = 3 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

২৬। একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 2 mm^2 এবং অসহ ভার 100 kg। তারের অসহ পীড়ন– [ঢা. বো. ২৩; অনুরূপ দি. বো. ২৩; সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

ক $4.9 \times 10^4\ Nm^{-2}$ খ $4.9 \times 10^8\ Nm^{-2}$

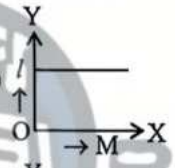
গ $5 \times 10^6\ Nm^{-2}$ ঘ $5 \times 10^7\ Nm^{-2}$

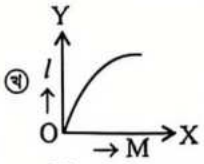
উত্তর: খ $4.9 \times 10^8\ Nm^{-2}$

ব্যাখ্যা: অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{mg}{A}$

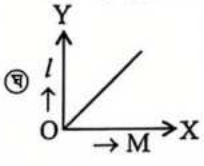
$= \frac{100 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}}\ Nm^{-2} = 4.9 \times 10^8\ Nm^{-2}$

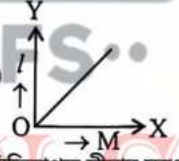
২৭। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ (l) বনাম ভর (M) এর সঠিক লেখচিত্র কোনটি? [দি. বো. ২৪; ঢা. বো. ১৯]

ক 

খ 

গ

ঘ 

উত্তর: ঘ 

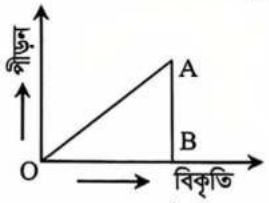
ব্যাখ্যা: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ, ভর এর সমানুপাতিক।

আমরা জানি, $F = kx \Rightarrow Mg = k \times l \Rightarrow l = \frac{g}{k} \times M$

$\therefore l \propto M$

যা $y = mx$ তথা মূলবিন্দুগামী সরলরেখার সমীকরণ।

২৮। বিকৃতি বনাম পীড়ন লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল ΔOAB নির্দেশ করে– [ব. বো. ২২; দি. বো. ১৬]



ক ইয়ং এর গুণাঙ্ক খ সর্বমোট কৃতকাজ

গ পয়সনের অনুপাত ঘ একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

উত্তর: ঘ একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

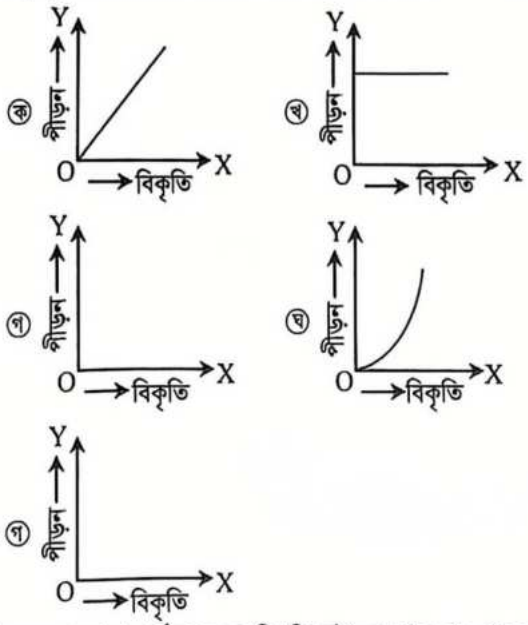
$= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

$= \frac{1}{2} \times AB \times OB$ [যা OAB ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে]

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৯। পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [ঢা. বো. ২২]



উত্তর: (গ)

ব্যাখ্যা: বল প্রয়োগে পূর্ণদৃঢ় বস্তুর বিকৃতি ঘটানো যায় না। এজন্য এক্ষেত্রে বিকৃতির পরিমাণ শূন্য।

স্থিতিস্থাপকতার গুণাঙ্ক ও পয়সনের অনুপাত

৩০। 'পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক'– কার সূত্র? [য. বো. ২৩]

(ক) হুকের (খ) ইয়ং এর
(গ) পয়সনের (ঘ) জুরিনের

উত্তর: (ক) হুকের

ব্যাখ্যা: হুকের সূত্রানুসারে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।

৩১। বিকৃতি বনাম পীড়ন লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? [দি. বো. ২২]

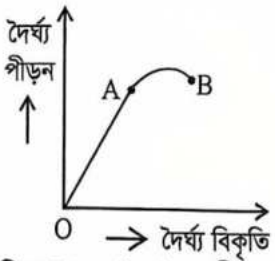
(ক) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক (খ) পয়সনের অনুপাত
(গ) মোট কৃত কাজ (ঘ) একক আয়তন বিভবশক্তি

উত্তর: (ক) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

ব্যাখ্যা: হুকের সূত্রানুসারে, পীড়ন ∝ বিকৃতি

$\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক = স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

৩২।



চিত্রে OA রেখার ঢালকে কী বলে? [কু. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২৩; দি. বো. ১৭]

(ক) ইয়ং গুণাঙ্ক (খ) পয়সনের অনুপাত
(গ) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (ঘ) স্থায়ী বিকৃতি

উত্তর: (ক) ইয়ং গুণাঙ্ক

ব্যাখ্যা: এখানে, OA পথ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কার্যরত। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতই ইয়ং এর গুণাঙ্ক।

৩৩। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনটি সবসময় ধ্রুবক থাকে? [সম্মিলিত বোর্ড-২০১৮]

i. $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$
ii. $\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$
iii. $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: (ক) i ও ii

ব্যাখ্যা: $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

$\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ = পয়সনের অনুপাত

যা স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কার্যরত।

৩৪। ইয়ং এর গুণাঙ্ক নিচের কোনটি? [সি. বো. ১৭]

(ক) $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ (খ) $Y = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$
(গ) $Y = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}}$ (ঘ) $Y = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

উত্তর: (ক) $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

৩৫। একটি সম্পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর উপর ইয়ং এর গুণাংক কত? [য. বো. ২৪]

(ক) 0 (খ) ∞
(গ) 1 (ঘ) – 1

উত্তর: (খ) ∞

ব্যাখ্যা: বল প্রয়োগে সম্পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর বিকৃতি ঘটানো যায় না। অর্থাৎ, দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন, $\Delta L = 0$

$\therefore Y = \frac{FL}{A \times \Delta L} = \frac{F \times L}{A \times 0} = \infty$

৩৬। কোনো তরলের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক–

(ক) 0 (খ) 1
(গ) 2 (ঘ) ∞

উত্তর: (ক) 0

ব্যাখ্যা: তরলের ক্ষেত্রে বল প্রয়োগে তার গঠনের পরিবর্তনে বাধা দেওয়ার ক্ষমতা নেই বিধায় তরলের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক শূন্য।

৩৭। স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কৃন্তন পীড়ন ও কৃন্তন বিকৃতির অনুপাতকে কী বলে? [চ. বো. ২২]

(ক) ইয়ং এর গুণাঙ্ক (খ) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক
(গ) সংনম্যতা (ঘ) আয়তন গুণাঙ্ক

উত্তর: (খ) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক

ব্যাখ্যা: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে, $\frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}}$ = কৃন্তন গুণাঙ্ক, যা দৃঢ়তার গুণাঙ্ক নামেও পরিচিত।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৮। আয়তন গুণাঙ্কের মাত্রা কোনটি? [চ. বো. ২২]

ক $ML^{-2}T^{-1}$ খ $ML^{-1}T^{-1}$
গ $M^{-1}L^{-1}T^{-1}$ ঘ $ML^{-1}T^{-2}$

উত্তর: ঘ $ML^{-1}T^{-2}$

ব্যাখ্যা: আয়তন গুণাঙ্ক $= \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$

যেহেতু বিকৃতির কোন একক বা মাত্রা নেই।

সুতরাং, [আয়তন পীড়ন] $= \frac{[F]}{[A]} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$

[যা আয়তন গুনাঙ্কের মাত্রার সমান হবে]

৩৯। সংনম্যতার একক কী? [কু. বো. ২৪]

ক $N^{-1}m^2$ খ N^{-1}
গ Pa ঘ Nm^{-2}

উত্তর: ক $N^{-1}m^2$

ব্যাখ্যা: যেহেতু সংনম্যতা আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি। তাই সংনম্যতার একক আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত হবে।

$$C = \frac{\frac{\Delta V}{V}}{P} = \frac{1}{Nm^{-2}} = N^{-1}m^2$$

৪০। কোনো বস্তুর আয়তন গুণাঙ্ক (K) এবং সংনম্যতার (C) মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [অনুরূপ চ. বো. ২৪; ঢা. বো. ২২]

ক $C = \frac{1}{K}$ খ $C = \frac{3}{2}KT$
গ $C = \sqrt{\frac{2KT}{m}}$ ঘ $\frac{C}{K} = 1$

উত্তর: ক $C = \frac{1}{K}$

ব্যাখ্যা: আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশিকে সংনম্যতা বলা হয়।

অর্থাৎ, C (সংনম্যতা) $= \frac{1}{\text{আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক}} = \frac{1}{K} = \frac{\frac{\Delta V}{V}}{P}$

৪১। ইয়ং গুণাঙ্ক Y, আয়তন গুণাঙ্ক K এর দৃঢ়তার গুণাঙ্ক η হলে, কোন সম্পর্কটি সঠিক?

ক $\frac{3}{Y} = \frac{9}{\eta} + \frac{1}{K}$ খ $\frac{9}{Y} = \frac{1}{\eta} + \frac{3}{K}$
গ $\frac{9}{Y} = \frac{3}{\eta} + \frac{1}{K}$ ঘ $\frac{1}{Y} = \frac{9}{\eta} + \frac{3}{K}$

উত্তর: গ $\frac{9}{Y} = \frac{3}{\eta} + \frac{1}{K}$

ব্যাখ্যা: ইয়ং এর গুণাঙ্ক Y, দৃঢ়তার গুণাঙ্ক η, আয়তন গুণাঙ্ক K এবং পয়সনের অনুপাত σ এর মধ্যে নিম্নোক্ত সম্পর্ক বিদ্যমান–

(i) $Y = 3K(1 - 2\sigma)$ (ii) $Y = 2\eta(1 + \sigma)$
(iii) $\sigma = \frac{3K - 2\eta}{6K + 2\eta}$ (iv) $\frac{9}{Y} = \frac{1}{K} + \frac{3}{\eta}$

৪২। SI পদ্ধতিতে আয়তন গুণাংকের একক– [ম. বো. ২৩]

ক Nm^{-2} খ Nm
গ Nm^{-1} ঘ $N^{-1}m$

উত্তর: ক Nm^{-2}

ব্যাখ্যা: আয়তন গুণাঙ্ক $= \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta V}{V}} = \frac{\frac{N}{m^2}}{\frac{m^3}{m^3}} = Nm^{-2}$

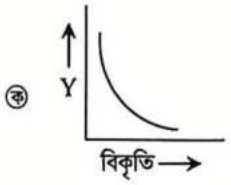
৪৩। বাস্তবে প্রায় সকল পদার্থের σ এর মানের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [ম. বো. ২৪, ২২; রা. বো., দি. বো. ২৩]

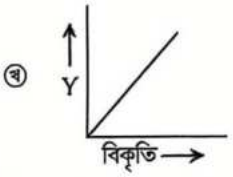
ক – 1 হতে 0.5 খ 0.18 থেকে 0.25
গ 0.3 থেকে 0.5 ঘ 0 হতে 0.5

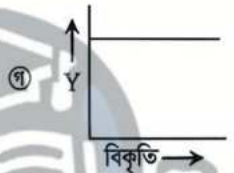
উত্তর: ঘ 0 হতে 0.5

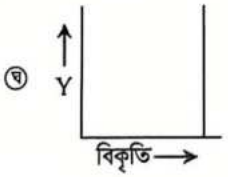
ব্যাখ্যা: তাত্ত্বিকভাবে পয়সনের অনুপাতের মান –1 এর চেয়ে কম এবং $+\frac{1}{2}$ এর বেশি হতে পারে না। পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হতে হলে দৈর্ঘ্য প্রসারনের সাথে সাথে পার্শ্বীয় প্রসারন ঘটতে হবে। যা অসম্ভব। তাই বাস্তবে প্রায় সকল পদার্থের σ এর মান 0 থেকে 0.5।

৪৪। একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y) ও বিকৃতির লেখচিত্র নিচের কোনটি? [চ. বো. ২২]

ক 

খ 

গ 

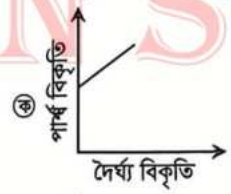
ঘ 

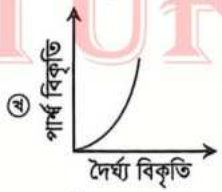
উত্তর:

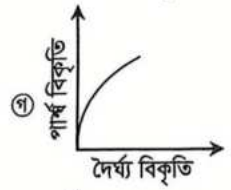
গ

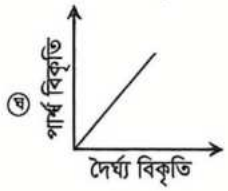
ব্যাখ্যা: একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক তারের উপাদানের উপর নির্ভর করে, বিকৃতির উপর নয়। এজন্য বিকৃতির যেকোনো মানের জন্য ইয়ং এর গুণাঙ্ক স্থির থাকবে।

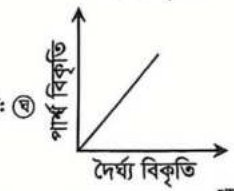
৪৫। দৈর্ঘ্য বিকৃতি বনাম পার্শ্ববিকৃতির লেখচিত্রের প্রকৃতি কোনটি? [কু. বো. ১৭]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: ঘ 

ব্যাখ্যা: পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{y}{x}$ (ধরে)

$\therefore y = \sigma x$ যা মূলবিন্দুগামী সরলরেখার সমীকরণ।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪৬। 1 m দীর্ঘ একটি তারে 10^5 Nm^{-2} বল প্রয়োগে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেল 0.001 m। তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক কত? [চ. বো. ১৯]

ক 10^{-7} Nm^{-2} খ 10^{-3} Nm^{-2}
গ 10^{7} Nm^{-2} ঘ 10^{8} Nm^{-2}

উত্তর: ঘ 10^{8} Nm^{-2}

ব্যাখ্যা: পীড়ন, $\frac{F}{A} = 10^5$ Nm^{-2}

ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{10^5 \times 1}{0.001}$

$\therefore Y = 10^8$ Nm^{-2}

৪৭। 2.2 m দীর্ঘ ঝুলন্ত একটি তারের নিচের প্রান্তে 8.4 kg ভর হলে এর দৈর্ঘ্য 0.52 mm বাড়ে। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক 2×10^{11} N/m^2 হলে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।

ক $1.568 \times 10^{-6} m^2$ খ 1.48 mm^2
গ 1.6×10^{-2} cm^2 ঘ $1.74 \times 10^{-6} m^2$

উত্তর: ঘ $1.74 \times 10^{-6} m^2$

ব্যাখ্যা: $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow A = \frac{FL}{Yl}$

$\Rightarrow A = \frac{8.4 \times 9.8 \times 2.2}{2 \times 10^{11} \times 0.52 \times 10^{-3}}$

$\therefore A = 1.741 \times 10^{-6}$ m^2

৪৮। কিছু পরিমাণ পানিকে তার মোট আয়তনের 10% সংকুচিত করতে কত পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করতে হবে, যেখানে পানির আয়তন গুণাঙ্ক 2×10^9 Nm^{-2}? [য. বো. ২২]

ক 2×10^{10} Nm^{-2} খ 2×10^{9} Nm^{-2}
গ 0.02×10^{10} Nm^{-2} ঘ 0.5×10^{10} Nm^{-2}

উত্তর: গ 0.02×10^{10} Nm^{-2}

ব্যাখ্যা: $K = \frac{P}{\frac{v}{V}} \Rightarrow P = K \times \frac{v}{V} = 2 \times 10^9 \times 0.1$

$\therefore P = 0.02 \times 10^{10}$ Nm^{-2}

৪৯। 2 m লম্বা 2 mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.25 mm হলে তারটির ব্যাসার্ধ কতহ্রাস পাবে? ($\sigma = 0.2$) [কু. বো. ১৯]

ক 5×10^{-3} m খ 2.5×10^{-3} m
গ 5×10^{-4} m ঘ 2.5×10^{-8} m

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: $\sigma = \frac{\Delta r \times L}{r\Delta L} \Rightarrow \Delta r = \frac{\sigma r \Delta L}{L} = \frac{0.2 \times 0.002 \times 0.25 \times 10^{-3}}{2}$

$\therefore \Delta r = 5 \times 10^{-8}$ m

৫০। $10^{-6} m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের ওপর 2×10^4 N বল প্রয়োগ করা হলে– [দি. বো. ২৩]

i. পীড়ন এর মান 2×10^{10} Nm^{-2}
ii. একক বিকৃতির জন্য পীড়নই এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক
iii. পীড়ন দ্বিগুণ করলে এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক দ্বিগুণ হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

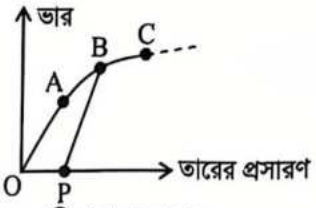
উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{2 \times 10^4}{10^{-6}} = 2 \times 10^{10}$ Nm^{-2}

যেহেতু, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $= \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

সুতরাং, একক বিকৃতির জন্য পীড়নই স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নির্দেশ করবে।

৫১। একটি তারে ক্রমাগত ভর চাপালে ভার-সম্প্রসারণ লেখচিত্র OABC এর ন্যায় হয়। আবার চাপানো ভর ক্রমাগত সরিয়ে নেওয়ায় CBP পথের ন্যায় হয়। এক্ষেত্রে– [বি. বো. ২৩]



i. OP তারের স্থায়ী প্রসারণ বোঝায়
ii. AB অংশ পূর্ণস্থিতিস্থাপক
iii. OA অংশ হুকের সূত্র মেনে চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: এক্ষেত্রে তারটি O বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করলেও পুনরায় O বিন্দুতে ফিরে আসতে পারে নি। ফলে তারটির স্থায়ী প্রসারন ঘটেছে। P বিন্দুতে ফিরে আসায়, OP হলো তারটির স্থায়ী প্রসারন। OA অংশ মূল বিন্দুগামী সরলরেখা, ফলে এই অংশ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কাজ করায় হুকের সূত্র মেনে চলবে।

৫২। সংনম্যতা হলো– [ম. বো. ২৪, ২৩]

i. স্কেলার রাশি
ii. আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত
iii. আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: কোনো বস্তুর চারদিকে থেকে সমান চাপ প্রয়োগ করলে বস্তুটির আয়তন কমে যায়। বস্তুর এ ধর্মকে সংনম্যতা বলে।

অর্থাৎ, সংনম্যতা $= \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}}$

৫৩। পয়সনের অনুপাতের– [দি. বো. ১৯]

i. একক নেই
ii. মান – 1 হতে 0.5 এর মধ্যে
iii. মান নির্দিষ্ট উপাদানের জন্য নির্দিষ্ট

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতই পয়সনের অনুপাত। যেহেতু বিকৃতির কোনো একক নেই। তাই পয়সনের অনুপাতের কোনো একক নেই। তাত্ত্বিকভাবে, $-1 \le \sigma \le 0.5$ এবং এই অনুপাতের মান বস্তুর উপাদানের উপর নির্ভরশীল।

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৫৪ ও ৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

2m দৈর্ঘ্য ও $1mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20N বল প্রয়োগ করা হলো। [$Y = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2}]

৫৪। তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত? [কু. বো. ২২; সি. বো. ২২]

ক 2×10^{-4} m খ 1.99 m
গ 5×10^{3} m ঘ 2×10^{4} m

উত্তর: ক 2×10^{-4} m

ব্যাখ্যা: $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow l = \frac{FL}{AY} = \frac{20 \times 2}{10^{-6} \times 2 \times 10^{11}}$ $\therefore l = 2 \times 10^{-4}$ m

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৫৫। প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2mm^2$ ও বল দ্বিগুণ হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পূর্বের কতগুণ হবে? [কু. বো. ২২; সি. বো. ২২]

ক 1 গুণ খ 2 গুণ
গ 3 গুণ ঘ 4 গুণ

উত্তর: ক 1 গুণ

ব্যাখ্যা: $Y = \frac{2 \times 20 \times 2}{2 \times 10^{-6} \times l'}$

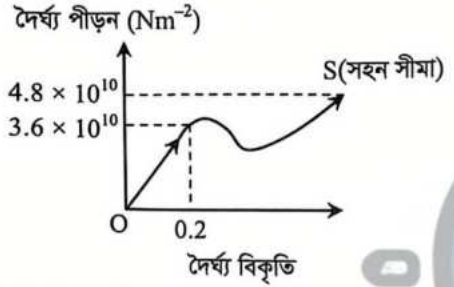
$\Rightarrow l' = \frac{2 \times 20 \times 2}{2 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{11}}$

$\Rightarrow l' = 2 \times 10^{-4}$ m

$\therefore l' = l$

❖ উদ্দীপকটি হতে নিচের ৫৬ ও ৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

চিত্রে একটি ধাতব তারের জন্য দৈর্ঘ্য পীড়ন-দৈর্ঘ্য বিকৃতি লেখ দেখানো হলো–



৫৬। তারটির উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক কত? [দি. বো. ১৯]

ক $7.2 \times 10^{9}\ Nm^{-2}$ খ $3.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
গ $4.8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ ঘ $1.8 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

উত্তর: ঘ $1.8 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

ব্যাখ্যা: $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{3.6 \times 10^{10}}{0.2}$

$\therefore Y = 1.8 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

৫৭। তারটির উপর পীড়ন– [দি. বো. ১৯]

i. $4.8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ এর চেয়ে বেশি হলে তারটি ছিড়ে যাবে
ii. $4.2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ হলে তারটির স্থায়ী বিকৃতি হবে
iii. $3.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ এর চেয়ে কম হলে কোনো বিকৃতি ঘটবে না

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: স্থিতিস্থাপক সীমার বাইরে বল প্রয়োগে তারটি হুকের সূত্র মেনে চলবে না। সেক্ষেত্রে $4.2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ পীড়নে তারটি আর পূর্বের অবস্থানে ফিরতে পারবে না। সহন সীমার অধিক বল প্রয়োগে তার সরু হতে হতে ছিঁড়ে যায় অর্থাৎ, $4.8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ এর বেশি পীড়নে তারটি ছিঁড়ে যাবে।

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৫৮ ও ৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

100 cm দীর্ঘ $1 \times 10^{-2}\ cm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $1.24 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। একে টেনে 0.2 cm বৃদ্ধি করা হলো।

৫৮। কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে? [চ. বো. ১৭]

ক 0.114J খ 0.124J
গ 0.248J ঘ 0.288J

উত্তর: গ 0.248J

ব্যাখ্যা: $W = \frac{1}{2} \times \frac{YAl^2}{L}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{1.24 \times 10^{11} \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times (0.2 \times 10^{-2})^2}{100 \times 10^{-2}}$

$\therefore W = 0.248$ J

৫৯। এক্ষেত্রে– [চ. বো. ১৭]

i. বিকৃতি = 0.002
ii. পীড়ন = $2.48 \times 10^{8}\ Nm^{-2}$
iii. পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: বিকৃতি $= \frac{0.2}{100} = 0.002$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$

$\Rightarrow$ পীড়ন $= Y \times$ বিকৃতি

$= 1.24 \times 10^{11} \times 0.002 = 2.48 \times 10^{8}\ Nm^{-2}$

হুকের সূত্রানুযায়ী স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৬০ ও ৬১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

1 m লম্বা এবং 1 mm ব্যাসের তারকে 2 kg ভর ঝুলিয়ে 0.025 cm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করা হলো।

৬০। পয়সনের অনুপাত 0.1 হলে তারটির ব্যাস হ্রাস কত হবে? [চ. বো. ২৩; অনুরূপ য. বো. ১৯; কু. বো. ১৭]

ক 1.5×10^{-8} mm খ 2.5×10^{-5} mm
গ 3.5×10^{-3} mm ঘ 2.5×10^{-2} mm

উত্তর: খ 2.5×10^{-5} mm

ব্যাখ্যা: $\sigma = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{\Delta d \times L}{\Delta L \times d}$

$\Rightarrow 0.1 = \frac{\Delta d \times 1}{0.025 \times 10^{-2} \times 10^{-3}}$

$\therefore \Delta d = 2.5 \times 10^{-8}$ m $= 2.5 \times 10^{-5}$ mm

৬১। যদি তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক Y, তামার তারের ইয়ং গুণাংক $5 \times 10^{9}\ Nm^{-2}$, ইস্পাতের তারের ইয়ং গুণাঙ্ক $10 \times 10^{12}\ Nm^{-2}$ হয়, তাহলে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?

[Y_{Cu} = তামার তারের ইয়ং গুণাংক Y_S = ইস্পাতের তারের ইয়ং গুণাংক] [চ. বো. ২৩]

ক $Y_{Cu} < Y < Y_S$ খ $Y_S < Y_{Cu} < Y$
গ $Y < Y_S < Y_{Cu}$ ঘ $Y_S < Y < Y_{Cu}$

উত্তর: ক $Y_{Cu} < Y < Y_S$

ব্যাখ্যা: $Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$

$= \frac{2 \times 9.8 \times 1}{\pi\left(\frac{10^{-3}}{2}\right)^2 \times 0.025 \times 10^{-2}}$

$\therefore Y = 9.982 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। সংনম্যতার একক কী?
ক $N^{-1}m^2$ খ N^{-1} গ Pa ঘ Nm^{-2}

২। বল প্রয়োগে একটি তারের দৈর্ঘ্য 1% পরিবর্তন হলে এর ব্যাস কতভাগ পরিবর্তিত হবে? পয়সনের অনুপাত 0.2।
ক 1% খ 2% গ 0.2% ঘ 5%

৩। একটি তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগে দৈর্ঘ্য 6% বৃদ্ধি পায়। শতকরা ব্যাস হ্রাসের সম্ভাব্য মান–
ক 6% খ 9% গ 3% ঘ 5%

৪। কত চাপে 1000 ঘন সেন্টিমিটার পারদের 2 ঘন সেন্টিমিটার সংকোচন হবে? (পারদের আয়তন গুণাঙ্ক $2.5 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$)
ক $5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ খ $2 \times 10^7\ Nm^{-2}$
গ $3 \times 10^7\ Nm^{-2}$ ঘ $0.6 \times 10^7\ Nm^{-2}$

৫। 5 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm ব্যাস বিশিষ্ট তারে 100 kg ভর চাপালে দৈর্ঘ্য 0.3 mm প্রসারিত হয়। তারটির সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?
ক 0.0147 J খ 0.03 J গ 0.147 J ঘ 5 J

৬। 0.1 m বাহুবিশিষ্ট ঘনকের কোনো তলে স্পর্শিনী বল প্রয়োগে তলটির 7.1×10^{-3} m সরণ ঘটে। আকার বিকৃতি–
ক 8.4×10^{-3} খ 3.2×10^{-4} গ 7.1×10^{-2} ঘ 6.3×10^{-4}

৭। 1.5×10^6 gm ভরের একটি লিফট একটি ইস্পাতের তারের সাহায্যে ঝুলানো আছে। উপরে উঠার সময় লিফটের সর্বোচ্চ ত্বরণ 1.2 ms^{-2} এবং অসহপীড়ন $3.0 \times 10^8\ N/m^2$ হলে তারের সর্বনিম্ন ব্যাসার্ধ কত?
ক 4.33×10^{-3} m খ 4.19×10^{-3} m
গ 3.7×10^{-3} m ঘ None of these

৮। 2 মিটার দৈর্ঘ্য এবং 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারকে টেনে 0.1 mm প্রসারিত করতে কাজের পরিমাণ কত? [$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$]
ক 5×10^{-3} J খ 5×10^{-4} J
গ 2×10^{-3} J ঘ 10^{-4} J

৯। সংনম্যতা–
(i) আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত
(ii) আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি
(iii) এর একক m^2N^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১০। কোনো বস্তুর আয়তন গুণাঙ্ক (K) এবং সংনম্যতার (C) মধ্যে সম্পর্ক কোনটি?
ক $C = \frac{1}{K}$ খ $C = \frac{3}{2}KT$ গ $C = \sqrt{\frac{2KT}{m}}$ ঘ $\frac{C}{K} = 1$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১১ ও ১২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
2m দৈর্ঘ্য ও $1mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20N বল প্রয়োগ করা হলো। [$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$]

১১। তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত?
ক 2×10^{-4}m খ 1.99 m গ 5×10^3 m ঘ 2×10^4 m

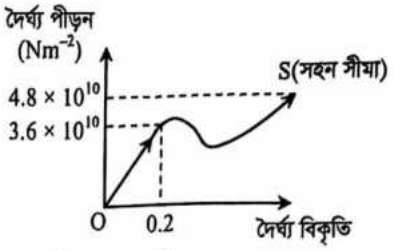
১২। প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2mm^2$ ও বল দ্বিগুণ হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পূর্বের কতগুণ হবে?
ক 1 গুণ খ 2 গুণ গ 3 গুণ ঘ 4 গুণ

১৩। নিচের কোনটি স্থিতিস্থাপকতার জন্য সঠিক সমীকরণ?
ক $Y = \frac{PV}{v}$ খ $B = \frac{dL}{Dl}$ গ $\eta = \frac{F}{A\theta}$ ঘ $\sigma = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$

১৪। নিচের কোনটির একক অন্য তিনটির একক হতে ভিন্ন?
ক ঘনত্ব × আয়তন × বেগ
খ ভরবেগের পরিবর্তনের হার
গ ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক × ক্ষেত্রফল
ঘ ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

১৫। 2 m লম্বা 2 mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.25 mm হলে তারটির ব্যাসার্ধ কত হ্রাস পাবে? ($\sigma = 0.2$)
ক 5×10^{-3} m খ 2.5×10^{-3} m
গ 5×10^{-8} m ঘ 2.5×10^{-8} m

❖ উদ্দীপকটি হতে নিচের ১৬ ও ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
চিত্রে একটি ধাতব তারের জন্য দৈর্ঘ্য পীড়ন-দৈর্ঘ্য বিকৃতি লেখ দেখানো হলো–



১৬। তারটির উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক কত?
ক $7.2 \times 10^9\ Nm^{-2}$ খ $3.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
গ $4.8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ ঘ $1.8 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

১৭। তারটির উপর পীড়ন–
(i) $4.8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ এর চেয়ে বেশি হলে তারটি ছিড়ে যাবে
(ii) $4.2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ হলে তারটির স্থায়ী বিকৃতি হবে
(iii) $3.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ এর চেয়ে কম হলে কোনো বিকৃতি ঘটবে না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮। $2 \times 10^{-4}\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারে কত বল প্রয়োগ করলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হবে? ($Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$)
ক 1×10^7 N খ 2×10^7 N গ 3×10^7 N ঘ 4×10^7 N

১৯। পয়সনের অনুপাত–
(i) দৈর্ঘ্য বিকৃতি ও পার্শ্ব বিকৃতির অনুপাত
(ii) এর কোনো একক নেই
(iii) এর মান –1 থেকে 0.5 পর্যন্ত
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২০। পীড়নের মাত্রা–
ক MLT^{-1} খ MLT^{-2} গ $ML^{-1}T^{-2}$ ঘ $ML^{-2}T^{-2}$

২১। যদি p এবং b যথাক্রমে পীড়ন ও বিকৃতির মান হয়, তবে এদের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক হলো–
ক $p = b$ খ $p \propto b$ গ $p \propto \frac{1}{b}$ ঘ $p \propto \frac{1}{2\pi}b$

২২। একই উপাদানে তৈরি ২য় তারের দৈর্ঘ্য ১ম তারের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ কিন্তু ব্যাসার্ধ ১ম তারের অর্ধেক হলে ও সমান ভার প্রয়োগ করলে ২য় তার ও ১ম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণের অনুপাত কত?
ক সমান খ 2 গ $\frac{1}{2}$ ঘ 8

২৩। কোনো তরলের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক–
ক 0 খ 1 গ 2 ঘ ∞

২৪। একটি তারের উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ N/m^2$। তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে প্রযুক্ত পীড়ন কত?
ক $2 \times 10^{11}\ N/m^2$ খ $4 \times 10^{11}\ N/m^2$
গ $3 \times 10^{10}\ N/m^2$ ঘ $10 \times 10^{10}\ N/m^2$

২৫। সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C-তে পীড়নের মান সমান এবং দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l_A > l_B > l_C$ হলে নিচের কোনটি সঠিক? [যেখানে Y ইয়ং-এর গুণাঙ্ক]
ক $Y_A > Y_B > Y_C$ খ $Y_C > Y_B > Y_A$
গ $Y_A = Y_B = Y_C$ ঘ খ ও গ

উত্তরপত্র	১	ক	২	গ	৩	গ	৪	ক	৫	গ	৬	গ	৭	খ	৮	খ	৯	ঘ	১০	ক	১১	ক	১২	ক
	১৩	গ	১৪	ক	১৫	গ	১৬	ঘ	১৭	ক	১৮	ঘ	১৯	ঘ	২০	গ	২১	খ	২২	ঘ	২৩	ক	২৪	গ	২৫	খ

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

অষ্টম অধ্যায়

পর্যাবৃত্ত গতি
Periodic Motion

Board Questions Analysis

সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	১	১	১	১	২	১	১	১	১
২০২৩	১	১	১	১	১	১	১	১	১
২০২২	১	১	১	১	১	১	১	১	১

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	৩	৩	৫	৪	৩	৩	৪	৩	৩
২০২৩	৪	৩	৩	৪	৩	৩	২	২	৩
২০২২	৪	২	৩	-	২	৩	৩	৩	৩

গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি

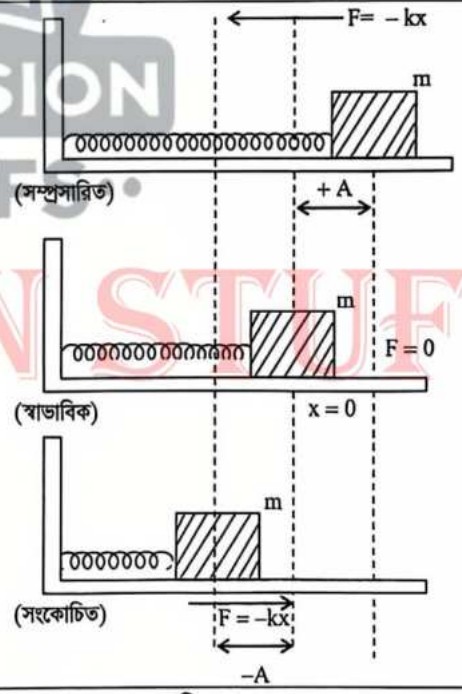
সরল ছন্দিত গতি সংক্রান্ত কতিপয় রাশি:

অন্তরক সমীকরণ: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

- সরণ, $x = A\sin(\omega t + \delta)$
- বেগ, $v = \omega A\cos(\omega t + \delta) = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$
- ত্বরণ, $a = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta) = -\omega^2 x$
- সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = \omega A$ [যখন, $x = 0$]
- সর্বনিম্ন বেগ, $v_{min} = 0$ [যখন, $x = \pm A$]
- সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = -\omega^2 A$ [যখন, $x = A$]
- সর্বনিম্ন ত্বরণ, $a_{min} = 0$ [যখন, $x = 0$]
- কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$
- পর্যায়কাল $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

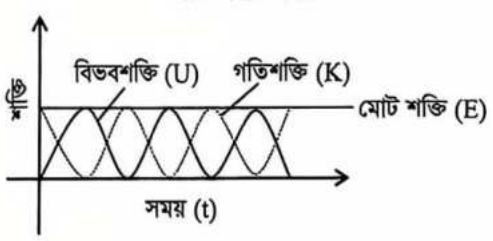
যেখানে, k = স্প্রিং ধ্রুবক
A = বিস্তার
δ = আদি দশা

বিশ্লেষণ



- বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta)$
  $= U_{max}\sin^2(\omega t + \delta)$
- গতিশক্তি, $K = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \delta)$
  $= K_{max}\cos^2(\omega t + \delta)$
- মোট শক্তি, $E = K + U = \frac{1}{2}kA^2$

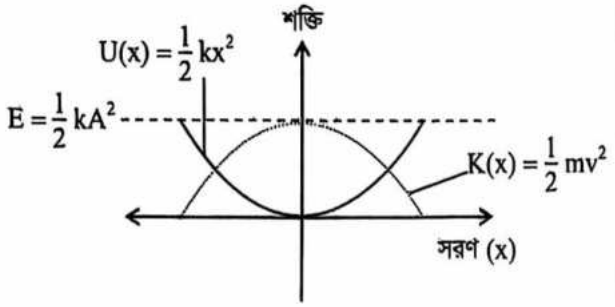
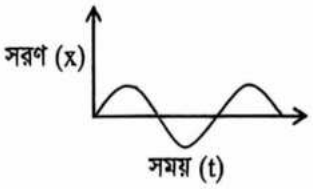
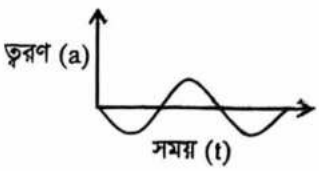
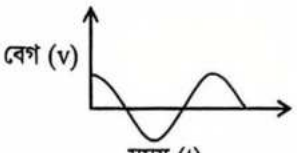
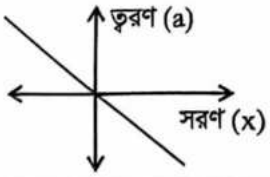
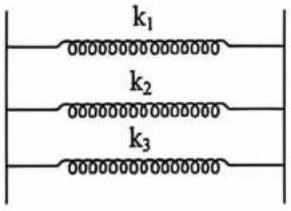
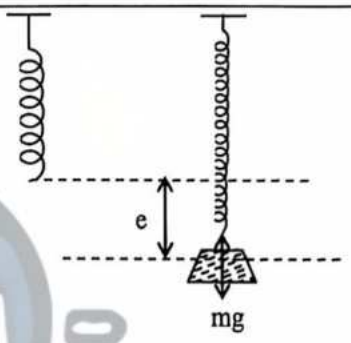
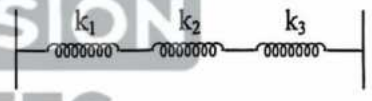
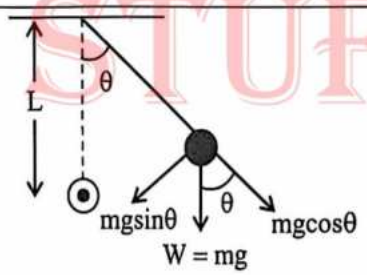
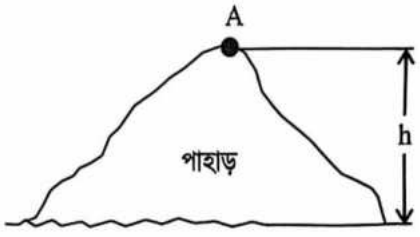
শক্তি বনাম সময়



ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
শক্তি বনাম সরণ  	**সরণ বনাম সময়**  **ত্বরণ বনাম সময়**  **বেগ বনাম সময়**  **ত্বরণ বনাম সরণ** 
■ **স্প্রিং সংক্রান্ত :** • $mg = ke$ (উল্লম্বভাবে ঝুলন্ত বস্তুর জন্য) • পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$ • সমান্তরাল সন্নিবেশিত স্প্রিং এর তুল্য ধ্রুবক k_p হলে,  $k_p = k_1 + k_2 + k_3 + ... + k_n$	 • সিরিজ সন্নিবেশিত স্প্রিং এর তুল্য ধ্রুবক k_s হলে,  $\frac{1}{k_s}=\frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}+\frac{1}{k_3}+.....+\frac{1}{k_n}$
■ **সরলদোলক সংক্রান্ত :** • দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$	 [সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে কৌণিক বিস্তার, $\theta \le 4°$]
• দোলকের সাহায্যে পাহাড়ের উচ্চতা, (i) $h = \left[\left(\frac{g}{g'}\right)^{\frac{1}{2}} - 1\right]R$ (ii) $h = \left[\frac{T'}{T} - 1\right]R$ • একটি সেকেন্ড দোলক দিনে x sec ধীরে বা দ্রুত চললে পরিবর্তিত দোলনকাল, $T = \frac{2 \times 86400}{86400 \pm x}$	 • পাহাড়ের চূড়ায় একটি সেকেন্ড দোলক ধীরে চলবে। • তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে দোলক ঘড়ি ধীরে চলবে। • শৈত্য প্রবাহে দোলক ঘড়ি দ্রুত চলবে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ 2 kg ভরের একটি বস্তু 20 cm বিস্তার নিয়ে $5\frac{d^2x}{dt^2} + 625x = 0$ সমীকরণ অনুসারে কম্পিত হচ্ছে। কম্পন শুরুর 2 sec পরে গতিশক্তি K_1 এবং 2.5 sec পর গতিশক্তি K_2 হয়।

(ক) সেকেন্ড দোলক কাকে বলে? [সি. বো. ২৪; রা. বো., ম. বো, ২২; ব. বো. ১৭]

(খ) উলম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে কি? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪]

(গ) বস্তুটির কম্পাংক নির্ণয় কর। [সি. বো. ২৪]

(ঘ) উদ্দীপকের K_1 ও K_2 এর মান একই হবে কী? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪]

সমাধান:

ক যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে দোলকের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

খ উলম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

যেখানে, m = স্প্রিংয়ের সাথে যুক্ত বস্তুর ভর

k = স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক

কোনো নির্দিষ্ট বস্তুর ভর পৃথিবী ও চাঁদে একই থাকবে। আবার, কোনো স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক নির্ভর করে স্প্রিংটির উপাদান ও জ্যামিতিক গঠনের উপর। ফলে পৃথিবী ও চন্দ্রপৃষ্ঠে স্প্রিং ধ্রুবক একই থাকবে।

উপরিউক্ত সমীকরণ হতে বলা যায়, উলম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল গ্রহের ভর, ব্যাসার্ধ ইত্যাদির উপর নির্ভর করে না। সুতরাং, স্প্রিংয়ের দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে।

গ দেওয়া আছে,

বস্তুটির সরল ছন্দিত স্পন্দনের ব্যবকলনীয় সমীকরণ,

$$5\frac{d^2x}{dt^2} + 625x = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0 \quad .....(i)$$

(i) নং সমীকরণকে সরল ছন্দিত স্পন্দনের আদর্শ ব্যবকলনীয় সমীকরণ, $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$\Rightarrow \omega^2 = 125$

$\therefore \omega = 5\sqrt{5}\ \text{rads}^{-1}$

আমরা জানি, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5\sqrt{5}}{2\pi} = 1.78\ \text{Hz}$

সুতরাং, বস্তুটির কম্পাঙ্ক 1.78 Hz। **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

বস্তুটির কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = 5\sqrt{5}\ \text{rads}^{-1}$

বস্তুটির বিস্তার, A = 0.2 m

$\therefore$ বস্তুটির সরল ছন্দিত স্পন্দনের সমীকরণ, $x = A\sin(\omega t)$

$\Rightarrow x = 0.2\sin(5\sqrt{5}t)$ m

আমরা জানি,

বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left[0.2\sin(5\sqrt{5}t)\right]$

$= \sqrt{5}\cos(5\sqrt{5}t)\ \text{ms}^{-1}$

$\therefore$ t = 2s সময়ে বেগ, $v_1 = \sqrt{5}\cos(5\sqrt{5}\times 2) = -2.085\ \text{ms}^{-1}$

গতিশক্তি, $K_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}\times 2\times(-2.085)^2 = 4.347$ J

$\therefore$ t = 2.5 s সময়ে বেগ, $v_2 = \sqrt{5}\cos(5\sqrt{5}\times 2.5) = -2.12\ \text{ms}^{-1}$

গতিশক্তি, $K_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}\times 2\times(-2.12)^2 = 4.495$ J

$\therefore K_1 \neq K_2$

সুতরাং, উদ্দীপকের K_1 ও K_2 এর মান একই হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২ সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল 0.1 kg ভরের কোনো কণার সরণের সমীকরণ $x = 0.1\sin(0.5\pi t + \pi/5)$

(ক) বল ধ্রুবকের একক কী? [য. বো. ২৪]

(খ) সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল কণার ত্বরণ বনাম সরণের লেখচিত্র ব্যাখ্যা কর। [য. বো., রা. বো. ২৪]

(গ) সর্বোচ্চ বিস্তারে কণাটির উপর ক্রিয়ারত প্রত্যয়নী বল বের কর। [য. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২৩]

(ঘ) t = 0.5 সেকেন্ড ও t = 0.75 সেকেন্ড সময়ে কণার যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা যাচাই কর। [য. বো. ২৪, অনুরূপ কু. বো. ২১]

সমাধান:

ক বল ধ্রুবকের একক Nm^{-1}।

খ আমরা জানি,

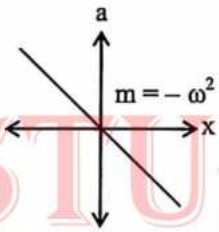
সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল কণার জন্য,

$a = -\omega^2 x$ যেখানে,

ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক

x = কণার সরণ

সমীকরণটিকে $y = mx$ সমীকরণের সাথে তুলনা করে, ঢাল $m = -\omega^2$। এটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা যার ঢাল ঋণাত্মক।



গ দেওয়া আছে,

একটি কণার সরল ছন্দিত স্পন্দনের সমীকরণ,

$$x = 0.1\sin\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right) \quad .....(i)$$

(i) নং কে সরল ছন্দিত স্পন্দনের আদর্শ সমীকরণ

$x = A\sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে,

সর্বোচ্চ বিস্তার, A = 0.1 m

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{\pi}{2}\ \text{rads}^{-1}$

সর্বোচ্চ বিস্তারে ত্বরণ, $a = -\omega^2 A$

$= -\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \times 0.1$

$= -0.2467\ \text{ms}^{-2}$

$\therefore$ প্রত্যয়নী বল, F = ma

$= 0.1 \times 0.2467$ N

$= 0.02467$ N

সুতরাং, সর্বোচ্চ বিস্তারে কণাটির উপর ক্রিয়ারত প্রত্যয়নী বল 0.02467 N। **(Ans.)**

ADMISSION ••STUFFS••
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ আমরা জানি,

বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dx}\left[0.1 \sin\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right)\right]$

$= 0.05\pi \cos\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right) ms^{-1}$

$t = 0.5$ s সময়ে,

সরণ, $x = 0.1 \sin\left(0.5\pi \times 0.5 + \frac{\pi}{5}\right)$

$= 0.0987$ m

বেগ, $v = 0.05\pi \cos\left(0.5\pi \times 0.5 + \frac{\pi}{5}\right)$

$= 0.02457\ ms^{-1}$

$\therefore$ বিভবশক্তি, $E_{P_1} = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2}m\omega^2x^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \times 0.0987^2$

$= 1.2018 \times 10^{-3}$ J

$\therefore$ গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times 0.02457^2$

$= 3.018 \times 10^{-5}$ J

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_{T_1} = E_{k_1} + E_{P_1}$

$= 1.2018 \times 10^{-3} + 3.018 \times 10^{-5}$

$= 1.23 \times 10^{-3}$ J

$t = 0.75$ s সময়ে,

সরণ, $x = 0.1\sin\left(0.5\pi \times 0.75 + \frac{\pi}{5}\right)$

$= 0.09723$ m

বেগ, $v = 0.05\pi \cos\left(0.5\pi \times 0.75 + \frac{\pi}{5}\right)$

$= -0.0366\ ms^{-1}$

[এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন দিয়ে বিপরীত দিক বুঝায়]

$\therefore$ বিভবশক্তি, $E_{P_2} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2x^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 \times 0.09723^2$

$= 1.1663 \times 10^{-3}$ J

$\therefore$ গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (-0.0366)^2$

$= 6.6978 \times 10^{-5}$ J

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_{T_2} = E_{P_2} + E_{k_2}$

$= 1.1663 \times 10^{-3} + 6.6978 \times 10^{-5}$

$= 1.23 \times 10^{-3}$ J

$\therefore E_{T_1} = E_{T_2}$

সুতরাং, $t = 0.5$ s এবং $t = 0.75$ s সময়ে কণাটির যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৩ দৃশ্যকল্প-১: দুটি সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত বস্তুর একটির গতির সমীকরণ $x = 8\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ মিটার এবং অপরটির গতির সমীকরণ, $x = 10\sin(12\pi t)$

দৃশ্যকল্প-২: সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল 0.5 kg ভরের কণা সাম্যাবস্থান হতে 0.015 m টেনে ছেড়ে দিলে এটি 0.12 m বিস্তারে দুলে। এটির ব্যবকলনীয় সমীকরণ নিম্নরূপ: $\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2x = 0$

(ক) পর্যায়কাল কাকে বলে? [ব. বো. ২৪; য. বো. ২২; কু. বো., চ. বো. ২১]

(খ) ফাঁপা দোলকপিণ্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে দোলকটি ধীরে চলবে না দ্রুত চলবে? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪; চ. বো. ২২; রা. বো. ১৬]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ থেকে কণার দশা ধ্রুবক বের কর। [কু. বো. ২১]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ থেকে উভয় সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত বস্তুর মোট শক্তি গাণিতিকভাবে তুলনা কর। [ব. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ২৪; রা. বো. ২২]

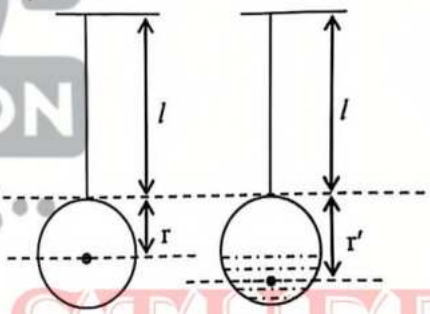
সমাধান:

ক পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে ঐ সময়কে পর্যায়কাল বলে।

খ ফাঁপা দোলকপিণ্ডকে পানি দ্বারা অর্ধপূর্ণ করা হলে দোলকপিণ্ডের ভারকেন্দ্র পিণ্ডের কেন্দ্র হতে নিচে নেমে আসে।

আমরা জানি, দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L = l + r$,

ভারকেন্দ্র নেমে গেলে সমীকরণের r এর মান বৃদ্ধি পায়, ফলে দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।



১ম ক্ষেত্র ২য় ক্ষেত্র

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \sqrt{L}$

অর্থাৎ দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে দোলকের দোলনকালও বৃদ্ধি পাবে। ফলে দোলকটি পূর্বের চেয়ে ধীরে চলবে।

গ উদ্দীপকের $\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2x = 0$ থেকে পাই,

$\omega^2 = 4\pi^2$

$\therefore \omega = 2\pi$

দেওয়া আছে,
বিস্তার, $A = 0.12$ m
সরণ, $x = 0.015$ m
আদি দশার জন্য, $t = 0$

আমরা জানি,

সরল ছন্দিত স্পন্দন কণার জন্য গতির সমীকরণ,

$x = A\sin(\omega t + \delta)$

$\Rightarrow 0.015 = 0.12 \sin(2\pi t + \delta)$

$\Rightarrow \sin\delta = \frac{0.015}{0.12}$

$\therefore \delta = 7.18°$

সুতরাং, দশা ধ্রুবক $7.18°$ **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ দেওয়া আছে,

প্রথম বস্তুর গতির সমীকরণ, $x = 8\cos\left(6\pi t \times 2 + \frac{\pi}{2}\right)$ .....(i)

(i) নং সমীকরণকে আদর্শ সমীকরণ, $x = A\cos(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$A = 8$ m এবং $\omega = 6\pi$ rads^{-1}

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_1 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

$= \frac{1}{2} m \times (6\pi)^2 \times 8^2$

$= 1152\pi^2 m$

দ্বিতীয় বস্তুর গতির সমীকরণ, $x = 10\sin(12\pi t)$ .....(ii)

(ii) নং সমীকরণকে আদর্শ সমীকরণ, $x = A\sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$A = 10$ m এবং $\omega = 12\pi$ rads^{-1}

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_2 = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

$= \frac{1}{2} m \times (12\pi)^2 \times 10^2$

$= 7200\pi^2 m$

উভয় ক্ষেত্রে m এর একই মানের জন্য, $E_2 > E_1$

সুতরাং, উভয়ক্ষেত্রে একই ভর ব্যবহার করলে দ্বিতীয় সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত বস্তুর মোট শক্তি বেশি হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৪ একটি স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তে 500 gm ভর ঝুলালে এটি 5 cm প্রসারিত হয়ে সাম্যাবস্থায় আসে। এটিকে আরো 4 cm প্রসারিত করে ছেড়ে দিলে এটি সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত হয়।

(ক) কাজ শক্তি উপপাদ্য লেখ। [ব. বো. ২৪, ২১]

(খ) ভরকে অনেক সময় জড়তা ভর বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৪]

(গ) স্প্রিংটির 4 cm প্রসারণে কৃতকাজ বের কর। [য. বো. ২৪]

(ঘ) স্প্রিং মুক্ত প্রান্তে আরো 100 gm ভরযুক্ত করলে স্প্রিং-এর সরল ছন্দিত স্পন্দনের কম্পাংকের পরিবর্তন বিশ্লেষণ কর। [য. বো. ২৪]

সমাধান:

ক কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুটির গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

খ পদার্থ যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে। আবার ভর হচ্ছে জড়তার পরিমাপক, অর্থাৎ অধিক ভরের বস্তুর অবস্থা পরিবর্তনে বেশি বল প্রয়োগ করতে হবে, যেহেতু এর জড়তা বেশি। উদাহরণস্বরূপ একটি সাইকেলকে থামানো অপেক্ষা একটি ট্রাককে থামানো অধিক কষ্টকর। এর কারণ, ট্রাকের ভর বেশি হওয়ায় এর জড়তা বেশি। বস্তুর ভর ও জড়াতার মধ্যে এরূপ সম্পর্কের কারণে ভরকে অনেক সময় জড়তাভর বলা হয়।

গ স্প্রিংটির সাম্যাবস্থায়, $mg = ke$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{e} = \frac{0.5 \times 9.8}{0.05}$

$= 98$ Nm^{-1}

দেওয়া আছে,
ভর, $m = 500$ g $= 0.5$ kg
প্রসারণ, $e = 5$ cm $= 0.05$ m
সরণ, $x = 4$ cm $= 0.04$ m

$\therefore$ কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2} \times 98 \times 0.04^2$

$= 0.0784$ J

সুতরাং, স্প্রিংটির 4 cm প্রসারণে কৃতকাজ 0.0784 J। **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 98$ Nm^{-1}

আমরা জানি,

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

প্রথম ক্ষেত্রে, $f_1 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{98}{0.5}} = 2.228$ Hz

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $f_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{98}{0.5 + 0.1}} = 2.034$ Hz

অর্থাৎ, $f_1 > f_2$

$\therefore$ কম্পাঙ্কের পরিবর্তন, $\Delta f = f_1 - f_2$

$= 2.228 - 2.034$

$= 0.194$ Hz

সুতরাং, স্প্রিং এর প্রান্তে আরো 100 gm ভরযুক্ত করলে স্প্রিং এর সরল ছন্দিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক 0.194 Hz হ্রাস পাবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৫ 30 cm দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিংকে কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিয়ে মুক্ত প্রান্তে 200 g ভরের বস্তু যুক্ত করার ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 35 cm হলো। এরপর ভরটিকে 4 cm টেনে ছেড়ে দেওয়ায় বিনা বাঁধায় উলম্ব তলে স্প্রিংটি (ভরসহ) দুলতে লাগলো।

(ক) একটি স্পন্দনরত কণার দশা কী? [চ. বো. ২৪]

(খ) কোনো বস্তুর আয়তন পীড়ন 5×10^6 Nm^{-2} বলতে কী বুঝ? [চ. বো. ২৪]

(গ) স্প্রিংয়ের স্পন্দনের কম্পাংশ (f) নির্ণয় কর। [চ. বো. ২৪]

(ঘ) সাম্যাবস্থান হতে 2 cm দূরে কোনো বিন্দুতে বস্তুটির স্পন্দনজনিত গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে কিনা– গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [চ. বো. ২৪]

সমাধান:

ক একটি স্পন্দনরত কণার দশা বলতে ঐ কণার যেকোনো মুহূর্তে গতির সম্যক অবস্থা অর্থাৎ কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ, বল ইত্যাদি বোঝায়।

খ আয়তন বিকৃতি ঘটাবার জন্য যে পীড়ন প্রয়োগ করতে হয় তাকে আয়তন পীড়ন বলে। অর্থাৎ, আয়তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$।

কোনো বস্তুর আয়তন পীড়ন 5×10^6 Nm^{-2} হতে বোঝায়, বস্তুটির একক আয়তন বিকৃতি সৃষ্টি করতে এর প্রতি 1 m^2 ক্ষেত্রফলের উপর 5×10^6 N বল প্রয়োগ করতে হয়।

গ সাম্যাবস্থায়, $mg = ke$

$\Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{e}{g}$ ..... (i)

আমরা জানি,

দোলনের পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

দেওয়া আছে,
প্রসারণ, $e = (35 - 30)$ cm
$= 5$ cm
$= 0.05$ m

$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

$= \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g}{e}}$

$= \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{9.8}{0.05}}$

$= 2.228$ Hz

সুতরাং, স্প্রিংয়ের স্পন্দনের কম্পাঙ্ক 2.228 Hz। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ স্প্রিংটির সাম্যাবস্থায়, $mg = ke$

$\Rightarrow k = \frac{0.2 \times 9.8}{0.05}$

$= 39.2\ Nm^{-1}$

∴ সাম্যাবস্থান হতে 2 cm দূরে বিভবশক্তি,

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 39.2 \times 0.02^2$

$= 7.84 \times 10^{-3}\ J$

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2} \times 39.2 \times (0.04^2 - 0.02^2)$

$= 23.52 \times 10^{-3}\ J$

∴ $E_p \neq E_k$

সুতরাং, সাম্যাবস্থান হতে 2 cm দূরে কোনো বিন্দুতে বস্তুটির স্পন্দনজনিত গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬ নগণ্য ভরের একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে 100 gm ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে দিলে স্প্রিংটি 16 cm প্রসারিত হয়। বস্তুটিকে টেনে ছেড়ে দিলে এটি 10 cm বিস্তারে স্পন্দিত হয়। ভবিষ্যতে এই পর্যবেক্ষণটি চন্দ্রপৃষ্ঠে করা হবে। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে চন্দ্রের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 গুণ এবং 4 গুণ। পৃথিবী পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$

(ক) সরল ছন্দিত স্পন্দন কী? [ম. বো. ২৪]

(খ) সেকেন্ড দোলক এক ধরনের সরলদোলক– ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

(গ) সরলছন্দিত স্পন্দনে দোলরত ঝুলন্ত বস্তুটির সর্বোচ্চ ত্বরণ কত? [ম. বো. ২৪]

(ঘ) পর্যবেক্ষণটি চন্দ্রপৃষ্ঠে করলে পৃথিবীর পৃষ্ঠের তুলনায় দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। [ম. বো. ২৪]

সমাধান:

ক যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিগামী হয় তাহলে একে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে।

খ একটি ভারী আয়তনহীন বস্তুকণাকে ওজনহীন, নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দিলে এটি যদি ঘর্ষণ এড়িয়ে স্বাধীনভাবে একটি উলম্ব তলে দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে। একটি সেকেন্ড দোলক এক ধরনের সরল দোলক যার দোলনকাল 2 s। যেহেতু দোলক একটি ওজনহীন, নমনীয় অপ্রসারণশীল সুতা দ্বারা যুক্ত থাকে এবং স্বাধীনভাবে উলম্ব তলে প্রতি 2 সেকেন্ডে একটি পূর্ণ দোল দেয়। তাই বলা যায় সেকেন্ড দোলক এক ধরণের সরল দোলক।

গ স্প্রিংটির সাম্যাবস্থায়, $mg = ke$

$\Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{g}{e}$ ..... (i)

আমরা জানি,

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{e}}$ [(i) নং হতে]

$= \sqrt{\frac{9.8}{0.16}}\ rads^{-1}$

সর্বোচ্চ বিস্তার, $A = 0.1\ m$

∴ সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = -\omega^2 A = -\left(\frac{9.8}{0.16}\right) \times 0.1 = -6.125\ ms^{-2}$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী নির্দেশ করে।

সুতরাং, সরল ছন্দিত স্পন্দনে দোলরত ঝুলন্ত বস্তুটির সর্বোচ্চ ত্বরণ $6.125\ ms^{-2}$। **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

স্প্রিং এর পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

এখানে,
m = স্প্রিংয়ে সংযুক্ত বস্তুর ভর
k = স্প্রিং ধ্রুবক

বস্তুর ভর বস্তুর মধ্যে বিদ্যমান মোট পদার্থের উপর নির্ভর করে। এটি সকল ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট বস্তুর জন্য অপরিবর্তনশীল। আবার, একটি নির্দিষ্ট স্প্রিং এর জন্য স্প্রিং ধ্রুবক (k) এর উপাদান ও জ্যামিতিক গঠনের উপর নির্ভরশীল। এক্ষেত্রে স্প্রিং এর k ও m এর মান পৃথিবী ও চন্দ্রে ধ্রুব থাকবে। তাই পৃথিবী ও চন্দ্রে স্প্রিংটির পর্যায়কালের কোনো পরিবর্তন হবে না।

এখন, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{0.1}{6.125}}$

$= 0.803\ s$ **(Ans.)**

এখানে,
সাম্যাবস্থায়, $ke = mg$

$\therefore k = \frac{mg}{e}$

$= \frac{0.1 \times 9.8}{0.16}$

$= 6.125\ Nm^{-1}$

প্রশ্ন ▶ ৭ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে $\frac{2R}{3}$ ও $\frac{4R}{3}$ দূরে দুটি অবস্থান A ও B। এখানে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6400\ km$। পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ড দোলক সঠিক সময় দেয় এবং এর দোলনের বিস্তার 5 cm। পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$।

(ক) পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? [রা. বো. ২৪; কু. বো. ২২; য. বো. ২১; কু. বো. ১৭; সি. বো. ১৭]

(খ) $x = A\sin(\omega t + \delta)$ সমীকরণ ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২১]

(গ) পৃথিবী পৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকটির ববের সর্বোচ্চ বেগ নির্ণয় কর। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ ম. বো. ২১]

(ঘ) সেকেন্ড দোলকটি A ও B অবস্থানে নিয়ে গেলে দিনে একই পরিমাণ সময় হারাবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সে গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

খ $x = A\sin(\omega t + \delta)$ সমীকরণটি হচ্ছে সরল দোলন গতির সরণের সমীকরণ।

যেখানে, x = সরণ,

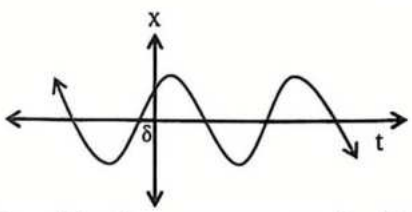
A = বিস্তার

ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক

t = সময়

δ = দশা পার্থক্য

এই সমীকরণের লেখচিত্র হবে,



এই লেখচিত্রের বিভিন্ন বিন্দু দ্বারা সরল দোলন গতির নির্দিষ্ট সময়ে বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি বিভিন্ন দশা নির্ণয় করা সম্ভব।

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ আমরা জানি,

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rads}^{-1}$

$\therefore$ সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = \omega A$

$= \pi \times 0.05$

$= 0.157 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং, পৃথিবীপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকটির সর্বোচ্চ বেগ 0.157 ms^{-1}। **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

ভূপৃষ্ঠ হতে d গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_d = \left(1 - \frac{d}{R}\right) g$$

$$= \left(\frac{R-d}{R}\right) g$$

$$= \frac{h}{R} g \qquad [\because R = d + h]$$

$\therefore$ কেন্দ্র হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_h = \frac{h}{R} \cdot g$

A বিন্দুর ক্ষেত্রে,

$g_A = \frac{2R}{3R} \times g = \frac{2}{3} g = 6.533 \text{ ms}^{-2}$

আবার, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

$\Rightarrow \frac{T_A}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_A}}$

$\therefore T_A = \sqrt{\frac{9.8}{6.533}} \times 2 = 2.45 \text{ s}$

এখন 2.45 s সময়ে দোল দেয় 2 টি

$\therefore$ 86400 s সময়ে দোল দেয় $= \frac{2}{2.45} \times 86400 = 70530.61$ টি

$\therefore$ A বিন্দুতে সময় হারাবে, $\Delta T_A = 86400 - 70530.61$

$= 15869.4 \text{ s}$

আবার, B বিন্দুর ক্ষেত্রে ভূ-পৃষ্ঠ হতে উচ্চতা, $h = \frac{4R}{3} - R = \frac{R}{3}$

$\therefore g_B = \left(\frac{R}{R + \frac{R}{3}}\right)^2 g = \frac{9}{16} g = 5.5125 \text{ ms}^{-2}$

আবার, $\frac{T_B}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_B}}$

$\therefore T_B = \sqrt{\frac{9.8}{5.5125}} \times 2 = 2.667 \text{ s}$

$\therefore$ 2.667 s সময়ে দোল দেয় 2 টি

$\therefore$ 86400 s সময়ে দোল হয় $= \frac{2}{2.667} \times 86400 = 64791.90$ টি

$\therefore$ B বিন্দুতে সময় হারাবে, $\Delta T_B = 86400 - 64791.90$

$= 21608.1 \text{ s}$

$\because \Delta T_A \neq \Delta T_B$

সুতরাং, সেকেন্ড দোলকটিকে A ও B বিন্দুতে নিয়ে গেলে সমান সময় হারাবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৮ ফাহিম বান্দরবানে বেড়াতে গিয়ে একটি দোলককে পাহাড়ের পাদদেশে নিয়ে গেল 2 sec এ একটি পূর্ণদোলন সম্পন্ন করে। এরপর সে দোলকটিকে উক্ত পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে সেটি ঘন্টায় 30 sec সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাস 1280 km।

(ক) পার্কিং কক্ষপথ কী?

(খ) গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে-ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪; দি. বো. ১৭]

(গ) উদ্দীপকের পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় কর। [কু. বো. ২৪, অনুরূপ দি. বো. ২৪; য. বো. ২৩; ঢা. বো. ২৩; রা. বো., দি. বো. ২১; ঢা. বো., সি. বো., ব. বো., ক. বো. ১৯]

(ঘ) পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটির দোলন কাল অপরিবর্তিত রাখতে কী ব্যবস্থা নিতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ। [কু. বো. ২৪; অনুরূপ য. বো. ২৩, ২২; রা. বো. ক. বো., সি. বো. ২১; ঢা. বো., সি. বো. ১৯]

সমাধান:

ক ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথ হলো পার্কিং কক্ষপথ।

খ গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বৃদ্ধির কারণে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

আমরা জানি,

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \sqrt{L}$

অর্থাৎ, সমীকরণ অনুসারে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে দোলকটির দোলনকাল বৃদ্ধি পাবে। ফলে দোলক ঘড়িটি পূর্বের চেয়ে ধীরে চলবে। আবার, কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে দোলনকাল হ্রাস পাবে। ফলে দোলক ঘড়িটি পূর্বের চেয়ে দ্রুত চলবে।

সুতরাং, গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশি থাকায় সুতার প্রসারণ ঘটে, ফলে কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির মাধ্যমে দোলনকাল বৃদ্ধি পায়। এজন্য দোলক ঘড়িটি ধীরে চলবে।

গ দেওয়া আছে,

দোলকটি পাহাড়ের চূড়ায় ঘন্টায় 30 s সময় হারায়

$\therefore$ 1 hr বা 3600 s এ দোলকটি $(3600 - 30) = 3570$ টি দোল দেয়।

$\therefore$ 3570 টি দোল দিতে সময় লাগে 3600 s

$\therefore$ 2 টি দোল দিতে সময় লাগে $= \frac{3600}{3570} \times 2 = \frac{240}{119} \text{ s}$

$\therefore$ পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকাল, $T_2 = \frac{240}{119} \text{ s}$

আমরা জানি,

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\left(\frac{R+h}{R}\right)^2}$ [$\because$ ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \sqrt{\left(\frac{R}{R+h}\right)^2} g$]

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{R+h}{R}$

$\Rightarrow \frac{240}{2 \times 119} = \frac{6400 + h}{6400}$

$\therefore h = 53.781 \text{ km}$

সুতরাং, পাহাড়ের উচ্চতা 53.781 km। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit : Admission Stuffs

ঘ পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকলে, $T_1 = T_2$ হবে।
আমরা জানি,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow gT^2 = 4\pi^2 L$$

$\therefore g \propto L$ [$\because$ T ধ্রুবক]

$$\therefore \frac{L_2}{L_1} = \frac{g_2}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{6400}{6400 + 53.781}\right)^2$$ [ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায়, $g_2 = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^2 g$]

$$= 0.9834$$

$$\Rightarrow \frac{L_1 - L_2}{L_1} \times 100\% = (1 - 0.9834) \times 100\%$$

$$= 1.66\% \text{ (হ্রাস)}$$

সুতরাং, পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটির দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে পাহাড়ের চূড়ায় দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 1.66% হ্রাস করতে হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৯ **দৃশ্যকল্প-১:** রূপমের মামা বাড়ি ধাতবপেন্ডুলামযুক্ত একটি দেয়াল ঘড়ির পেন্ডুলামের দোলনকাল 2 sec। ঘড়িটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে 100 sec সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, R = 6400 km এবং ভূপৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$।

দৃশ্যকল্প-২: একটি সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1 m। সরল দোলকের ববটিকে সম্পূর্ণরূপে একটি তরলে নিমজ্জিত করা হলে দোলনকালের পরিবর্তন ঘটে। তরলের ঘনত্ব ববের উপাদানের ঘনত্বের $\frac{1}{25}$ গুণ।

(ক) মুক্তিবেগ কাকে বলে? [দি. বো. ২৪]

(খ) দোলকের গতি ও বৈদ্যুতিক পাখার গতির মধ্যে পার্থক্য কী? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪]

(গ) উদ্দীপকের পর্যবেক্ষণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [দৃশ্যকল্প-২ হতে]

(ঘ) ঘড়িটিকে পাহাড়ের উচ্চতার সমান গভীরতার খনিতে নিয়ে গেলে দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [দৃশ্যকল্প-১ হতে] [দি. বো. ২৪]

সমাধান:

ক সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না, সে বেগকে মুক্তিবেগ বলে।

খ দোলকের গতি ও বৈদ্যুতিক পাখার গতি যথাক্রমে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি ও পর্যায়বৃত্ত গতি।

পর্যায়বৃত্ত গতি	সরল দোলন গতি
১. কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সে গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।	১. যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় তাহলে একে সরল দোলন গতি বলে।
২. গতিপথ বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার, সরলরৈখিক ইত্যাদি হতে পারে	২. গতিপথ সর্বদা সরলরৈখিক
৩. বল সর্বদা নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী নয়	৩. বল সর্বদা নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী
৪. বলের মান সর্বদা সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক নয়	৪. বলের মান সর্বদা সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক

গ পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2.007$ s

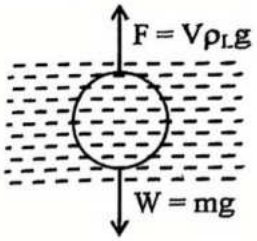
সরল দোলকের ববটিকে একটি তরলে নিমজ্জিত করলে তরলটির প্লবতার জন্য ববের ত্বরণ g পরিবর্তিত হয়, তাই দোলনকালও পরিবর্তিত হয়।

ববের ভর m, আয়তন V হলে, এর ঘনত্ব $\rho = \frac{m}{V}$ এবং ওজন W = mg।

তরলের ঘনত্ব ρ_L হলে এর প্লবতা বল, $F = V\rho_L g$

দেওয়া আছে, তরলের ঘনত্ব, $\rho_L = \frac{1}{25}\rho$ ..... (i)

তরলে ডুবানো হলে ববের ত্বরণ a হলে,



$\Sigma F = ma$

$\Rightarrow W - F = ma$

$\Rightarrow mg - V\rho_L g = ma$

$\Rightarrow mg - \frac{V\rho g}{25} = ma$ [(i) থেকে]

$\Rightarrow mg - \frac{mg}{25} = ma$ [$\because m = V\rho$]

$\Rightarrow g - \frac{g}{25} = a$

$\therefore a = \frac{24g}{25} = \frac{24 \times 9.8}{25} = 9.408\ ms^{-2}$

$\therefore$ ববকে তরলে নিমজ্জিত করা হলে সরল দোলকের দোলনকাল,

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{a}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.408}} = 2.0485 \text{ s}$$

এখানে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, L = 1 m

$\therefore T < T_1$

সুতরাং বলা যায়, উদ্দীপকের পর্যবেক্ষণ সঠিক অর্থাৎ সরল দোলকের ববকে সম্পূর্ণরূপে তরলে নিমজ্জিত করলে দোলনকালে পরিবর্তন ঘটে। **(Ans.)**

ঘ পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকাল, $T' = \frac{86400}{86400 - 100} \times 2 = 2.0023$ s

এখন, ভূপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকের দোলন কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\left(\frac{R+h}{R}\right)^2}$$

[ভূপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g\left(\frac{R+h}{R}\right)^2$]

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{R+h}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{2.0023}{2} = 1 + \frac{h}{6400}$$

$\therefore h = 7.36$ km

পাহাড়ের উচ্চতা, h = 7.36 km

এখন, h = 7.36 km গভীরতার খনিতে,

$$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{R}{R-h}}$$

[ভূপৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g\left(\frac{R-h}{R}\right)$]

$$\Rightarrow \frac{T_2}{2} = \sqrt{\frac{6400}{6400 - 7.36}}$$

$\therefore T_2 = 2.00115$ s

পর্যায়কাল বৃদ্ধি পাবে = $T_2 - T_1 = 2.00115 - 2 = 0.00115$ s

সুতরাং, ঘড়িটিকে পাহাড়ের উচ্চতার সমান গভীরতার খনিতে নিয়ে গেলে দোলনকাল 0.00115 s বৃদ্ধি পাবে। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১০ **দৃশ্যকল্প-১:** ভূ-পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ড দোলক সঠিক সময় দেয়। একে একটি খনিগর্ভে নিয়ে গেলে দৈনিক 20 sec ধীরে চলে। কিন্তু একটি পাহাড়ের শীর্ষে নিয়ে গেলে দৈনিক 1 মিনিট (এক মিনিট) ধীরে চলে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km।

দৃশ্যকল্প-২: 1 টি সেকেন্ড ভূপৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। একে 9 km উচ্চতায় এভারেস্টের চূড়ায় নিয়ে গেলে প্রতি ঘন্টায় 5 সেকেন্ড সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km।

(ক) স্পর্শীয় ত্বরণ কাকে বলে? [রা. বো. ১৭]

(খ) কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন– ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩; অনুরূপ দি. বো. ২২; য. বো. ২১; রা. বো. ১৯; ঢা. বো., য. বো. ১৭]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে এভারেস্টের চূড়ায় দোলকের দোলনকাল নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২৩; অনুরূপ য. বো. ২২; কু. বো. ২১, ১৯; ব. বো. ১৯]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে খনির গভীরতা ও পাহাড়ের উচ্চতা গাণিতিকভাবে তুলনা কর। [ম. বো. ২৩; অনুরূপ য. বো. ২১; দি. বো. ২২; রা. বো. ১৯; ঢা. বো. ১৭]

সমাধান:

ক অসম বৃত্তাকার গতির ক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী ত্বরণের সাথে যে ত্বরণ থাকে তাকে স্পর্শীয় ত্বরণ বলে।

খ কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য মেনে চলে। তাই এটি সরল ছন্দিত স্পন্দন।

আমরা জানি, পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে ঐ বস্তুর গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। কম্পনশীল সুরশলাকার বাহু তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। যা সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্যের অনুরূপ। তাই বলা যায়, কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন।

গ সেকেন্ড দোলকটি ঘন্টায় সময় হারায় 5 s

$\therefore$ 1 দিনে সময় হারায় = (5×24) s = 120 s

দোলকটি $(86400 - 120)$ টি অর্ধদোলন দেয় 86400 s-এ

$\therefore$ দোলকটি 1 টি অর্ধদোলন দেয় $\frac{86400}{86400 - 120}$ s

$\therefore$ দোলকটি 2 টি অর্ধদোলন দেয় $\frac{86400 \times 2}{86400 - 120}$ s = 2.0028 s

সুতরাং, এভারেস্টের চূড়ায় দোলকের দোলনকাল 2.0028 s. **(Ans.)**

ঘ খনির জন্য, ধীরে চলে = 20 s

$\therefore$ 1 দিনে বা 86400s এ দোলকটি সময় দেখাবে = $(86400 - 20)$ s

= 86380 s

$\therefore$ খনিতে দোলকটির পর্যায়কাল, $T_1 = \frac{2 \times 86400}{86380} = 2.00046$ s

আমরা জানি, ভূপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

অর্থাৎ, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

$\therefore \frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_1}} = \sqrt{\frac{R}{R - h_1}}$

$\Rightarrow \frac{R}{R - h_1} = \left(\frac{T_1}{T}\right)^2$

$\Rightarrow h_1 = \left\{1 - \left(\frac{T}{T_1}\right)^2\right\} R$

$= \left\{1 - \left(\frac{2}{2.00046}\right)^2\right\} \times 6.4 \times 10^6$

= 2942.98 m

আবার, পাহাড়ের জন্য দোলকটি 1 min বা, 60 s ধীরে চলে।

$\therefore$ পাহাড়ে দোলকটি 1 দিনে বা 86400 s এ সময় দেখাবে

$= (86400 - 60)$ s = 86340 s

$\therefore$ পাহাড়ে দোলকটির পর্যায়কাল, $T_2 = \frac{86400 \times 2}{86340} = 2.00139$ s

এখন, $\frac{T_2}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_2}}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T} = \sqrt{\left(\frac{R + h_2}{R}\right)^2}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T} = \frac{R + h_2}{R}$

$\therefore h_2 = \left(\frac{T_2}{T} - 1\right) R$

$= \left(\frac{2.00139}{2}\right) \times 6.4 \times 10^6$

= 4448 m

খনির গভীরতা ও পাহাড়ের উচ্চতার অনুপাত,

$\frac{h_1}{h_2} = \frac{2942.98}{4448}$

$\therefore h_1 = 0.662\, h_2$

অর্থাৎ, খনির গভীরতা পাহাড়ের উচ্চতার 0.662 গুণ। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১১ **দৃশ্যকল্প-১:** একটি সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 1 m এবং বিস্তার 6 cm। দোলকটিকে প্রথমে P স্থানে নিয়ে যাওয়া হলে দোলনকাল 1.5 sec এবং এরপর Q স্থানে নিয়ে গেলে দোলনকাল 2 sec পাওয়া গেল।

দৃশ্যকল্প-২: একটি সেকেন্ড দোলকের সিলিন্ডার আকৃতির বব পানিপূর্ণ অবস্থায় আছে। ববের দৈর্ঘ্য 8 cm।

(ক) দশা কী? [ঢা. বো. ২৩, ১৯; ম. বো. ২৩; ব. বো., রা. বো. ২২]

(খ) 'স্প্রিং বল প্রত্যয়নী বল'– ব্যাখ্যা করো। [ম. বো. ২৩]

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে দোলকের সাম্যাবস্থানে বেগ নির্ণয় করো। [ম. বো. ২৩]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে ববটি অর্ধেক খালি করলে তখন দোলকটি দ্রুত না ধীরে চলবে? গাণিতিকভাবে যাচাই করে মতামত দাও। [ব. বো. ২৩]

সমাধান:

ক সরল দোলন গতিতে গতিশীল কণার গতির সার্বিক অবস্থা তথা কণাটির অবস্থান, সরণ, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি যে রাশি দ্বারা বোঝা যায় তাকে দশা বলে।

খ কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের মাধ্যমে বিকৃতি ঘটানোর চেষ্টা করলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে যে বাধাদানকারী বলের উদ্ভব হয় তাকে প্রত্যয়নী বল বলে। কোনো স্প্রিং-এ বল প্রয়োগ করে একে সংকুচিত বা প্রসারিত করলে প্রয়োগকৃত বলের বিপরীতে স্প্রিং বল ক্রিয়া করে।

অর্থাৎ,

$F = -F_S$ এখানে, F = প্রয়োগকৃত বল।

F_S = স্প্রিং বল।

সুতরাং স্প্রিং বল প্রযুক্ত বলের বিপরীতে ক্রিয়া করে অর্থাৎ বাধাদানকারী বল হিসেবে কাজ করে। তাই স্প্রিং বল একটি প্রত্যয়নী বল।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ আমরা জানি,
দোলকের পর্যায়কাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2.007 \text{ sec}$$

দেওয়া আছে,
কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m
বিস্তার, $A = 0.06$ m
সাম্যাবস্থায়, $x = 0$ m

আবার,

$$\text{বেগ, } v = \omega A = \frac{2\pi}{T} \times A = \frac{2\pi}{2.007} \times 0.06 = 0.188 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ সাম্যাবস্থানে বেগ 0.188 ms^{-1} **(Ans.)**

ঘ সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল,

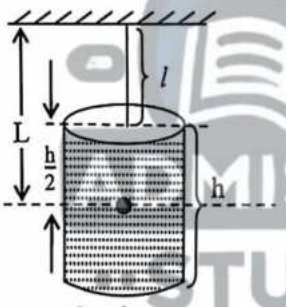
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2} \times g = \frac{(2)^2}{4\pi^2} \times 9.8 = 0.993 \text{ m} = 99.3 \text{ cm}$$

ববের দৈর্ঘ্য, $h = 8$ cm

$\therefore$ সুতার দৈর্ঘ্য, l = কার্যকর দৈর্ঘ্য – ববের গড় দৈর্ঘ্য

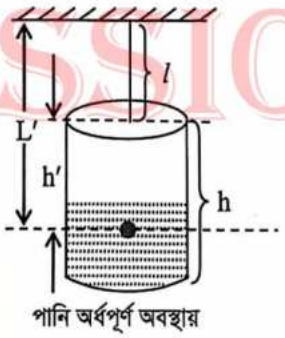
$$= L - \frac{h}{2} = 99.3 - \frac{8}{2} = 95.3 \text{ cm}$$



পানি পূর্ণ অবস্থায়

এখন, অর্ধপূর্ণ অবস্থায়
ববের গড় দৈর্ঘ্য,

$$h' = \left(\frac{\frac{1}{2} + h}{2}\right) = \frac{4+8}{2} = 6 \text{ cm}$$



পানি অর্ধপূর্ণ অবস্থায়

$\therefore$ নতুন কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L' = l + h'$
$= 95.3 + 6 = 101.3 \text{ cm} = 1.013 \text{ m}$

$$\therefore \text{পর্যায়কাল, } T' = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.013}{9.8}} = 2.02 \text{ s}$$

$\because T' > T$
সুতরাং দোলকটি ধীরে চলবে।

প্রশ্ন ▶ ১২ পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের সূতার দৈর্ঘ্য 99 cm এবং ববের ব্যাসার্ধ 0.6 cm। দোলকটিকে মঙ্গল গ্রহে নিয়ে যাওয়া হল। মঙ্গল গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের 0.11গুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের 0.532 গুণ।

(ক) সরল দোলকের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ।
(খ) ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক লেখচিত্র দিয়ে ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৩, ২১]
(গ) পৃথিবী পৃষ্ঠে দোলকটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২১]
(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে দোলকটির কম্পাঙ্কের শতকরা পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ঢা. বো. ২১; অনুরূপ ম. বো. ২০]

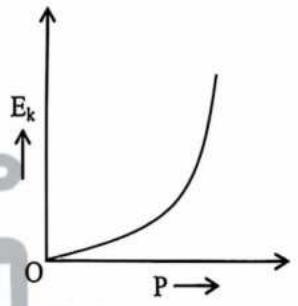
সমাধান:

ক কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (T) এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

খ কোনো গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি E_k এবং ভরবেগ p হলে,

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{p^2}{2m}$$

$\therefore E_k \propto p^2$; যা পরাবৃত্তের সমীকরণকে নির্দেশ করে।
অর্থাৎ গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।



চিত্র: গতিশক্তি বনাম ভরবেগের গ্রাফ

লেখচিত্র অনুসারে, গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

গ দোলকের দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.993}{9.8}} = 2 \text{ sec}$$

$L = l + r = 0.99 + \frac{0.006}{2}$
$\therefore L = 0.993$ m

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

সুতরাং, দোলকটির কম্পাঙ্ক 0.5 Hz **(Ans.)**

ঘ মঙ্গল গ্রহে,

$$g' = \frac{GM'}{R'^2} = G\frac{0.11 \times M_e}{(0.532 \times R_e)^2} = 0.389 \times \frac{GM_e}{R_e^2} = 0.389 \times g_e = 3.809 \text{ ms}^{-2}$$

ধরি,
পৃথিবীর ভর = M_e
$\therefore$ মঙ্গলের ভর, $M' = 0.11\ M_e$
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R_e
$\therefore$ মঙ্গল গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R' = 0.532\ R_e$

$$\therefore f' = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{g'}{L}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{3.809}{0.993}} = 0.312 \text{ Hz}$$

$$\therefore \text{শতকরা পরিবর্তন} = \frac{0.5 - 0.312}{0.5} \times 100\% = 37.6\%$$

সুতরাং, কম্পাঙ্ক 37.6% হ্রাস পাবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৩ দৃশ্যকল্প-১: পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে ব্যবহৃত একটি সেকেন্ড দোলকের গ্রীষ্মকালে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় দোলনকাল 2.1 s হয়। সঠিক সময় পাওয়ার জন্য একজন ছাত্র এর দৈর্ঘ্য 2% কমিয়ে দেয়। ($g = 9.81\ ms^{-2}$)

দৃশ্যকল্প-২: একটি সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1 m। সরল দোলকের ববটিকে সম্পূর্ণরূপে একটি তরলে নিমজ্জিত করা হলে দোলনকালের পরিবর্তন ঘটে। তরলের ঘনত্ব ববের উপাদানের ঘনত্বের $\frac{1}{25}$ গুণ।

(ক) কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে? [দি. বো. ২৩; চ. বো. ২২]

(খ) সরল দোল গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থানে ববের বেগ সর্বনিম্ন কি না? ব্যাখ্যা দাও। [কু. বো. ১৯]

(গ) দৃশ্যকল্প-১ হতে ছাত্রটি সফল হবে কি না গাণিতিকভাবে যাচাই করো। [কু. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ১৯]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ হতে প্রদত্ত সরল দোলকটির 30° অক্ষাংশের কোনো বিন্দুতে নিয়ে যাওয়া হলে দিনে কত সেকেন্ড ধীরে বা দ্রুত চলবে? [চ. বো. ২২]

সমাধান:

ক সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণা একক সময়ে যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

খ সরল দোল গতির ক্ষেত্রে ববের বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

সাম্যাবস্থানে $x = 0$

সুতরাং উপরিউক্ত সম্পর্ক অনুসারে সাম্যাবস্থানে বেগ দাড়ায়,

$$v = \omega\sqrt{A^2} = \omega A$$

এখানে, x এর মান যত কম হবে ববের বেগ তত বেশি হবে। অতএব, সাম্যাবস্থানে x এর মান সর্বনিম্ন হওয়ায় এখানে ববের বেগ সর্বোচ্চ। সুতরাং সরল দোল গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থানে ববের বেগ সর্বনিম্ন নয় বরং সর্বোচ্চ।

গ দেওয়া আছে, দোলনকাল, $T = 2.1$ s

$$\Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2.1$$

$\therefore L = 1.0947$ m

নতুন দৈর্ঘ্য, $l' = 1.0947 - 1.0947 \times \frac{2}{100} = 1.0728$ m

$$\therefore T' = 2\pi\sqrt{\frac{l'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.0728}{9.81}} = 2.078 \text{ s}$$

$\therefore T' \neq 2s$

$\therefore$ ছাত্রটি সফল হবে না। **(Ans.)**

ঘ সরল দোলকটির দোলনকাল T_1 হলে,

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2.007 \text{ s} \cong 2 \text{ s}$$

এখানে,
কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m
$g = 9.8\ ms^{-2}$

পৃথিবীর আহ্নিক গতির কৌণিক বেগ ω হলে,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24 \times 60 \times 60} = 7.27 \times 10^{-5} \text{ rad } s^{-1}$$

এখানে,
পৃথিবীর আহ্নিক গতির পর্যায়কাল,
$T = 24$ hr
$= 24 \times 60 \times 60$ s

এখানে,
অক্ষাংশ, $\lambda = 30°$
ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km
$= 6.4 \times 10^6$ m
কৌণিক বেগ, $\omega = 7.27 \times 10^{-5}\ rads^{-1}$

30° অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$$
$$= 9.8 - (7.27 \times 10^{-5})^2 \times 6.4 \times 10^6 \times (\cos 30°)^2$$
$$= 9.7746\ ms^{-1}$$

30° অক্ষাংশে সরলদোলকের দোলনকাল T_2 হলে,

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_\lambda}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.7746}} = 2.00969 \text{ s} > 2.007 \text{ s}$$

এখানে,
অভিকর্ষজ ত্বরণ,
$g_\lambda = 9.77463\ ms^{-2}$
কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m

সুতরাং 30° অক্ষাংশে দোলকটি ধীরে যাবে বা সময় হারাবে।

দোলকটি দিনে n সেকেন্ড সময় হারালে,

$$T_2 = \frac{2 \times 86400}{86400 - n}$$

$$\Rightarrow 86400 - n = \frac{2 \times 86400}{T_2}$$

$$\Rightarrow n = 86400 - \frac{2 \times 86400}{2.00969}$$

$\therefore n = 416.6$ s

অতএব, প্রদত্ত সরল দোলকটিকে 30° অক্ষাংশের কোনো বিন্দুতে নিয়ে যাওয়া হলে দিনে 416.6 s ধীরে চলবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৪ A স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 1 m এবং B স্থানে 0.9 m। দোলকে ব্যবহৃত ববের ব্যাসার্ধ 0.75 cm।

(ক) সরল দোলকের ত্বরণের সূত্রটি লিখ।

(খ) দোলকপিন্ডের প্রকৃতি কীভাবে দোলনকালকে প্রভাবিত করে?

(গ) A দোলকটির ববের কৌণিক বেগ নির্ণয় কর। [দি. বো. ১৭]

(ঘ) A অবস্থান হতে B তে কোনো বস্তু নিয়ে গেলে বস্তুটির ওজন বাড়বে না, কমবে? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [দি. বো. ১৭]

সমাধান:

ক কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) অপরিবর্তিত থাকলে তার দোলনকাল (T) অভিকর্ষজ ত্বরণ (g)-এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

খ গোলাকার দোলকপিন্ড ফাঁপা হলে বা নিরেট হলে বা ফাঁপা অংশ সম্পূর্ণ তরল দ্বারা পূর্ণ হলে ভারকেন্দ্রের কোনো পরিবর্তন হয় না। ফলে কার্যকরী দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবর্তন হয় না বলে দোলনকালের কোন পরিবর্তন হয় না। কিন্তু ফাঁপা পিন্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে ভারকেন্দ্র খানিকটা নিচে নেমে যায়। ফলে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বেড়ে যায় এবং সাথে সাথে দোলনকাল বেড়ে যায়। এতে দোলকটি ধীরে চলে।

গ A অবস্থানে সেকেন্ড দোলকটির কৌণিক বেগ,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rads}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ঘ A অবস্থানে সেকেন্ড দোলনকাল,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L_A}{g_A}}$ | A অবস্থানে, কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L_A = 1\,m$

$\therefore g_A = \frac{4\pi^2 L_A}{T^2}$ | ধরি, বস্তুর ভর = m kg

$= \frac{4\pi^2 \times 1}{(2)^2}$

$= 9.87\ ms^{-2}$

ববের ওজন, $W_A = mg_A$ .....(i)

B অবস্থানে সেকেন্ড দোলনকাল,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L_B}{g_B}}$ | B অবস্থানে, কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L_B = 0.9\ m$

$\Rightarrow g_B = \frac{4\pi^2 \times L_B}{T^2}$

$= \frac{4\pi^2 \times 0.9}{(2)^2}$

$= 8.88\ ms^{-2}$

$\therefore$ ববের ওজন, $W_B = mg_B$ .....(ii)

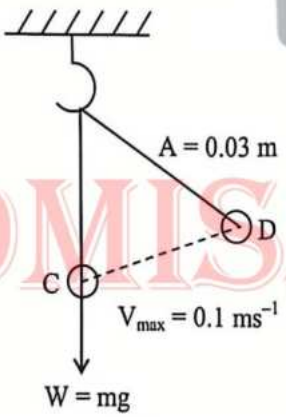
(i) ÷ (ii) $\Rightarrow \frac{W_A}{W_B} = \frac{g_A}{g_B}$

$\therefore W_A = 1.11\ W_B$

অর্থাৎ, $W_A > W_B$

সুতরাং A হতে B তে কোনো বস্তু নিলে বস্তুটি ওজন হারাবে। (Ans.)

প্রশ্ন ▶ ১৫



আদিবা পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি সরলদোলক (চিত্রানুযায়ী) নিয়ে কাজ করছিল। সে একটি নির্দিষ্ট সরণে সাম্যাবস্থা থেকে সরলদোলকটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান পেল।

(ক) সরল দোলকের ভরের সূত্রটি লিখ।

(খ) পর্যায়বৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৭]

(গ) উদ্দীপকের সরলদোলকটির পর্যায়কাল কত? [সি. বো. ১৭]

(ঘ) আদিবার পরীক্ষা লব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য কি-না গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৭]

সমাধান:

ক কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভর, আয়তন, উপাদান ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে না। বিভিন্ন ভর, আয়তন বা উপাদানের ববের জন্য দোলকের দোলনকাল একই হয়।

খ পর্যাবৃত্ত গতির সংজ্ঞানুযায়ী এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। আবার, দশা বলতে কম্পমান কোনো কণার যেকোনো মুহূর্তে কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ও গতির অভিমুখকে বুঝায়। তাই পর্যাবৃত্ত গতির ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট সময় পরপর কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ও গতির অভিমুখের পুনরাবৃত্তি ঘটে। এসব আদি দশা কোণ যদি পরিবর্তনশীল হয়, তাহলে পর্যায়বৃত্ত গতির ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট সময় পর পর কণাটির দশার পুনরাবৃত্তি ঘটবে না। তাই বস্তু বা কণা পর্যায়বৃত্ত গতিতে গতিশীল থাকলে এর আদি দশা কোণ ধ্রুব থাকতে হবে।

গ দেওয়া আছে,

বিস্তার, $A = 0.03\ m$

সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = 0.1\ ms^{-1}$

$\Rightarrow \omega A = 0.1$

$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} . A = 0.1$

$\therefore T = \frac{2\pi A}{0.1} = \frac{2\pi \times 0.03}{0.1} = 1.885\ s$

সুতরাং সরল দোলকটির পর্যায়কাল 1.885 s **(Ans.)**

ঘ আদিবা সাম্যাবস্থা থেকে নির্দিষ্ট সরণে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান পেল। আদিবার পরীক্ষা লব্ধ ফলাফলটি সমর্থনযোগ্য।

ধরি, সাম্যাবস্থা থেকে x m সরণে গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান।

অর্থাৎ, $E_k = E_p$

$\Rightarrow \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}kx^2$

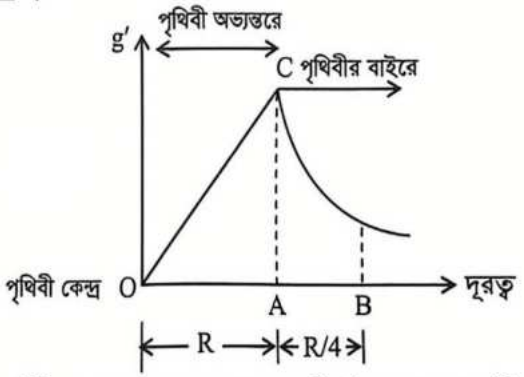
$\Rightarrow A^2 - x^2 = x^2$

$\Rightarrow 2x^2 = A^2$

$\therefore x = \frac{A}{\sqrt{2}}$

সুতরাং সাম্যাবস্থা থেকে $\frac{A}{\sqrt{2}}$ সরণে সরল দোলকটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে। অর্থাৎ আদিবার পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৬ দৃশ্যকল্প-১:



উদ্দীপকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। পৃথিবীর ভর $M = 6.0 \times 10^{24}$ kg এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km.

দৃশ্যকল্প-২: একটি সরলদোলকের ববের ভর 1.2×10^{-2} kg। এটি 51 mm বিস্তারে দুলছে। এটি 25 টি দোলন সম্পন্ন করতে 49.75 sec সময় নেয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

(ক) গ্রেডিয়েন্ট কাকে বলে?

(খ) শক্তির নিত্যতা বলতে কী বুঝায়?

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে একটি সেকেন্ড দোলককে A অবস্থান হতে B অবস্থানে নিলে সেকেন্ড দোলকটি দ্রুত না ধীরে চলবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। [ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর দোলকটিকে পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 53760 m উচ্চতায় নিয়ে গেলে ববের সর্বোচ্চ সরণে ববের উপর প্রত্যয়নী বলের কিরূপ পরিবর্তন হবে যাচাই কর। [য. বো. ১৭]

সমাধান:

ক যদি $\varphi(x, y, z)$ একটি ব্যবকলনীয় স্কেলার ক্ষেত্র হয়, তবে স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্রে রূপান্তরের প্রক্রিয়াকে গ্রেডিয়েন্ট বলে। অর্থাৎ,

$$\vec{\nabla}\varphi = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)\varphi$$

$$\therefore \vec{\nabla}\varphi = \hat{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}$$

খ শক্তিকে সৃষ্টি বা ধ্বংস করা যায় না। মহাবিশ্বে মোট শক্তির পরিমাণ ধ্রুবক। সৃষ্টির আদিতে যে পরিমাণ শক্তি ছিল আজও সেই পরিমাণ শক্তি বর্তমান। শক্তিকে কেবল মাত্র একরূপ থেকে অন্যরূপে রূপান্তরিত করা যায়। কোনো বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির যোগফলকে তার মোট যান্ত্রিক শক্তি বলে। ঘর্ষণ বা অন্য কোনো অপচয়ী বলের ক্রিয়া যদি কোনো শক্তির অপচয় না ঘটে তবে কোনো বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির যোগফল সর্বদা ধ্রুবক থাকে অর্থাৎ বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুবক থাকে, একেই যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি বা শক্তির নিত্যতা বলে।

গ দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

ভূপৃষ্ঠে (A বিন্দু) সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল, $T = 2$s

A বিন্দুতে (পৃষ্ঠে) পর্যায়কাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{GM}{R^2}}} \quad \text{..... (i)}$$

B বিন্দুতে $\left(h = \frac{R}{4}\right)$ পর্যায়কাল,

$$T' = 2\pi\frac{L}{g'}$$

$$\Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{GM}{(R+h)^2}}}$$

$$\Rightarrow T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{16\,GM}{25R^2}}} \quad \text{.....(ii)}$$

(ii) ÷ (i)

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{\sqrt{\frac{L}{\frac{16GM}{25R^2}}}}{\sqrt{\frac{L}{\frac{GM}{R^2}}}}$$

$$\Rightarrow T' = T\sqrt{\frac{25}{16}}$$

$$\therefore T' = \frac{5}{4}T = 2.5s$$

$\because T' > T$

সুতরাং দোলককে A অবস্থান হতে B অবস্থানে নিলে সেকেন্ড দোলকটি ধীরে চলবে। **(Ans.)**

ঘ ভূপৃষ্ঠে দোলকটির ত্বরণ,

$$a_1 = -\omega^2 x$$

$$= -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 x$$

$$= -\frac{4\pi^2}{1.99^2} \times 0.051$$

$$= -0.51\ m^{-2}$$

দেওয়া আছে,

ববের ভর, $m = 1.2 \times 10^{-2}$ kg

পর্যায়কাল, $T = \frac{49.75}{25} = 1.99$ s

বিস্তার, $x = 51$ mm $= 0.051$ m

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

উচ্চতা, $h = 53760$ m

ভূপৃষ্ঠে প্রত্যয়নী বল, $F_1 = ma_1$

$$= 1.2 \times 10^{-2} \times 0.51$$

$$= 6.12 \times 10^{-3}\ N$$

এখন,

দোলকটিকে $h = 53760$ m উঁচুতে নিলে পর্যায়কাল T' ও অভিকর্ষজ ত্বরণ g'.

$$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$$

$$\Rightarrow T' = T.\frac{R+h}{R} \quad \left[\text{আবার, } \frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2}\right]$$

$$= 1.99 \times \left(1 + \frac{53760}{6.4 \times 10^6}\right)$$

$$= 2.0067\ s$$

$\therefore h = 53760$ m উচ্চতায় দোলকটির ত্বরণ,

$$a_2 = -\omega^2 x$$

$$= -\left(\frac{2\pi}{T'}\right)^2 \times x$$

$$= -\left(\frac{2\pi}{2.0067}\right)^2 \times 0.051$$

$$= -0.499\ ms^{-2}$$

$$\approx -0.5\ ms^{-2}$$

$\therefore$ প্রত্যয়নী বল, $F_2 = ma_2$

$$= 1.2 \times 10^{-2} \times 0.5$$

$$= 6 \times 10^{-3}\ N$$

$\because F_1 < F_2$

$$\therefore \text{শতকরা হ্রাস পাবে} = \frac{F_1 - F_2}{F_1} \times 100$$

$$= \frac{6.12 \times 10^{-3} - 6 \times 10^{-3}}{6.12 \times 10^{-3}} \times 100$$

$$= 1.96\%$$

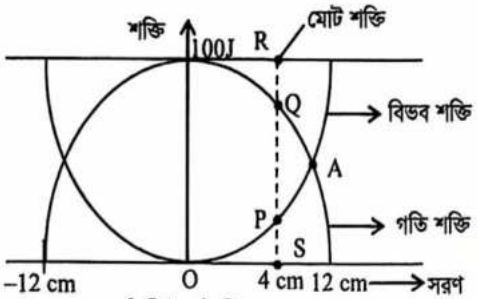
সুতরাং প্রত্যয়নী বল 1.96% হ্রাস পাবে। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
ADMISSION STUFFS
ADMISSION ••STUFFS••

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৭ নিচের উদ্দীপকে একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার শক্তি বনাম সরণের লেখচিত্র দেওয়া হলো:



(ক) সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য কী? [সি. বো. ২২]

(খ) একটি স্প্রিং পৃথিবী থেকে চাঁদে নিয়ে গেলে দোলকটির দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে? [সি. বো. ২২]

(গ) A বিন্দুতে কণাটির সরণ নির্ণয় কর। [সি. বো. ২২; অনুরূপ ব. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত তথ্যমতে P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য কিনা– তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [সি. বো. ২২; অনুরূপ ব. বো. ১৭]

সমাধান:

ক ঝুলনবিন্দু থেকে ববের ভারকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে।

খ স্প্রিং ধ্রুবক k এবং স্প্রিং-এ ঝুলানো ভর m হলে, স্প্রিং দোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

অর্থাৎ, $T \propto m$ এবং $T \propto \sqrt{\frac{1}{k}}$

বস্তুর ভর পৃথিবী ও চাঁদে উভয় স্থানে অপরিবর্তিত থাকবে। আবার, স্প্রিং ধ্রুবক k, স্প্রিং এর উপাদান ও জ্যামিতিক গঠনের উপর নির্ভর করে। তাই এটি একটি নির্দিষ্ট স্প্রিং এর জন্য ধ্রুব।

ফলে পৃথিবীতে স্প্রিংটির পর্যায়কাল যা হবে চাঁদেও তাই হবে।

$\therefore$ দোলনকালের পরিবর্তন = T – T = 0

সুতরাং স্প্রিংটির দোলনকালের কোনো পরিবর্তন হবে না।

গ উদ্দীপকের চিত্র অনুযায়ী বিস্তার,

A = 12 cm = 0.12 m

প্রশ্নমতে,

A বিন্দুতে E_k = A বিন্দুতে E_p

$\Rightarrow \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow A^2 - x^2 = x^2$

$\therefore x = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{0.12}{\sqrt{2}} = 0.085$ m

অর্থাৎ A বিন্দুতে কণাটির সরণ 0.085 m. **(Ans.)**

ঘ মোট শক্তি, $E = \frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow 100 = \frac{1}{2} \times k \times (0.12)^2$

$\therefore k = 13888.889\ Nm^{-1}$

P বিন্দুতে, $E_P = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2} \times 13888.889 \times (0.04)^2$

$= 11.111$ J

Q বিন্দুতে,

$E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2} \times 13888.889 \times \{(0.12)^2 - (0.04)^2\}$

$= 88.889$ J

এক্ষেত্রে, মোট শক্তি, $E = E_P + E_k$

$= 11.111 + 88.889$

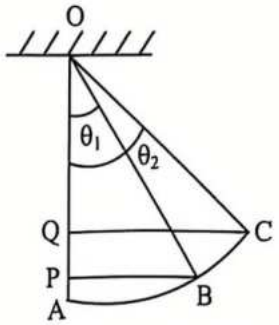
$= 100$ J

R বিন্দুতে, $E_R = 100$ J

$\because E = E_R$

অর্থাৎ P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৮



চিত্রে একটি সরল দোলক যার সুতার দৈর্ঘ্য 1.1 m এবং ববের ব্যাসার্ধ 1.5 cm. ভর 60 gm এবং OA সাম্যাবস্থান। চিত্রে QC = 3 cm এবং PB = 2 cm [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

(ক) মধ্যাবস্থান বা mean position কী? [কু. বো. ১৭]

(খ) বল-সরণ গ্রাফ হতে স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃত কাজের পরিমাণ পাওয়া যায়– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৭]

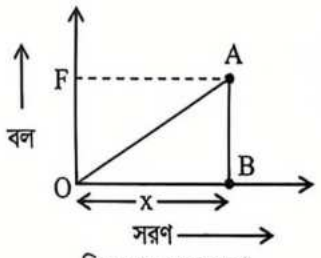
(গ) দোলকটির কৌণিক কম্পাঙ্ক কত?

(ঘ) সরল দোলকটির A, B ও C বিন্দুতে কার্যকর বলের মানের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ১৭]

সমাধান:

ক স্পন্দনরত বস্তুর গতিপথের যে নির্দিষ্ট বিন্দুতে কোনো লব্ধি বল ক্রিয়া করে না, তাকে সাম্যাবস্থান বা মধ্যাবস্থান বা mean Position বলা হয়।

খ



চিত্র: বল বনাম সরণ

স্প্রিং এর উপর বল প্রয়োগ করলে এর সরণ ঘটে এবং এর ফলে সৃষ্ট কৃতকাজ, W = ΔOAB

$= \frac{1}{2} \times$ ভূমি $\times$ উচ্চতা

$= \frac{1}{2} \times OB \times AB$

$= \frac{1}{2} \times x \times F$

$= \frac{1}{2}kx^2$ [স্প্রিং এর জন্য F = kx]

Rhombus Publications

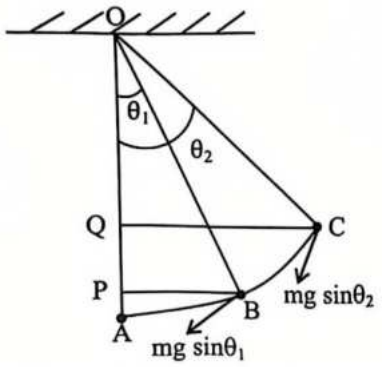
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ আমরা জানি,
কৌণিক কম্পাঙ্ক,
$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.119} = 2.965 \text{ rads}^{-1}$
(Ans.)

কার্যকরী দৈর্ঘ্য,
$L = 1.1 + 0.015 = 1.115 \text{ m}$
পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
$= 2.119 \text{ s}$

ঘ



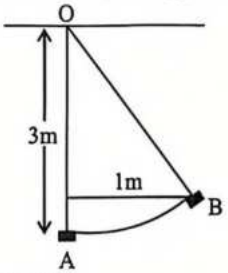
দেওয়া আছে, $OA = (1.1 + 0.015)\text{ m} = 1.115\text{m}$
$QC = 0.03\text{m}, PB = 0.02\text{m}$
চিত্রানুযায়ী, $OA = OB = OC = 1.115\text{m}$
বস্তুর ভর, $m = 0.06 \text{ kg}$
A বিন্দুতে কার্যকর বল, $F_A = mg\sin\theta$
$= mg \times 0 \quad [\because \theta = 0°]$
$= 0$

B বিন্দুতে কার্যকর বল, $F_B = mg\sin\theta_1 = mg \times \frac{PB}{OB}$
$= 0.06 \times 9.8 \times \frac{0.02}{1.115}$
$= 0.0106 \text{ N}$

C বিন্দুতে কার্যকর বল, $F_c = mg\sin\theta_2 = mg \times \frac{QC}{OC}$
$= 0.06 \times 9.8 \times \frac{0.03}{1.115}$
$= 0.0158 \text{ N}$

অর্থাৎ, $F_A < F_B < F_C$

প্রশ্ন ▶ ১১৯ রনি ও বনি দুই ভাইয়ের ভর যথাক্রমে 32 kg এবং 40 kg। তারা দুজন একটি দোলনায় একই কৌণিক সরণে দোল খাচ্ছিল। দোলনাটির গড় কার্যকরী দৈর্ঘ্য 3 m এবং এর সাম্যাবস্থান A। [$g = 9.8 \text{ ms}^{-1}$]



(ক) কৌণিক বিস্তার কাকে বলে?
(খ) মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাংকের পরিবর্তন হয়– ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২৩]
(গ) রনির উপর সুতার টান নির্ণয় করো। [দি. বো. ২৩]
(ঘ) উদ্দীপকের B অবস্থানে রনি ও বনি সমান কার্যকর বল অনুভব করলো কিনা–গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২৩]

সমাধান:

ক দোলনের সময় দোলক যেকোনো একদিকে সাম্যাবস্থান হতে সর্বোচ্চ যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে এর কৌণিক বিস্তার বলে।

খ মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক পরিবর্তিত হয়ে শূন্য হয়ে যায়।

পৃথিবীতে সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}\text{ Hz.}$

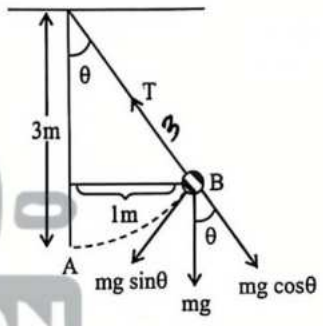
আর মহাকাশে $g = 0$ হওয়ায় দোলনকাল, $T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$

তাই মহাকাশে সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক, $f' = \frac{1}{\infty} = 0$ হয়।

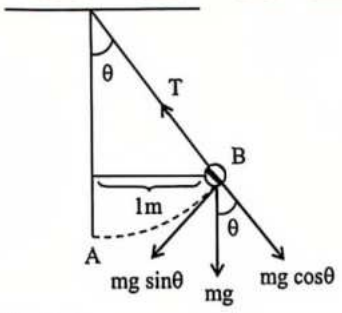
তাই বলা যায়, মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক পরিবর্তিত হয়ে শূন্য হবে।

গ



$\therefore \sin\theta = \frac{1}{3}$
$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$
$\therefore$ রনির উপর সুতার টান,
$T = mg\cos\theta = 32 \times 9.8 \times \cos\left(\sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)\right) = 295.67 \text{ N}$
অর্থাৎ সুতার টান 295.67 N **(Ans.)**

ঘ



রনির উপর কার্যকর বল,
$F_1 = m_1 g\sin\theta$
$\therefore F_1 = 104.53 \text{ N}$

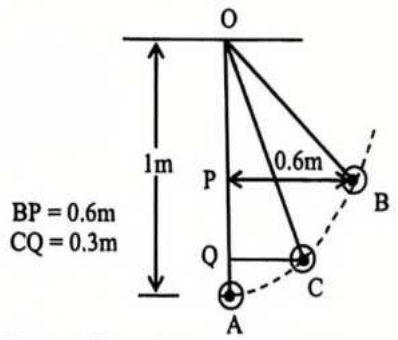
$\theta = \sin^{-1}\frac{1}{3}$
$m_1 = 32 \text{ kg}$
$m_2 = 40 \text{ kg}$

বনির উপর কার্যকরী বল $F_2 = m_2 g\sin\theta = 130.67 \text{ N}$
$\therefore F_1 \neq F_2$
অর্থাৎ B অবস্থানে উভয়ে সমান কার্যকর বল অনুভব করবে না। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২০



রাফিদ উপরের চিত্র অনুযায়ী একটি 0.2 kg ভরের বস্তু দুলাচ্ছে

(ক) কর্মদক্ষতা কী? [দি. বো. ২৩; ম. বো. ২২]

(খ) খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? [ম. বো. ২২; য. বো. ১৯]

(গ) A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। [ম. বো. ২২]

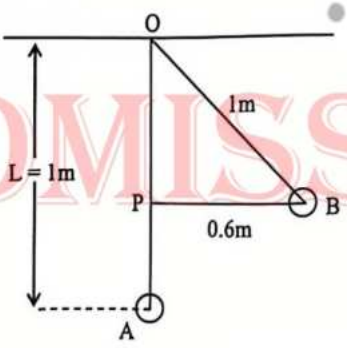
(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি-না– গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। [ম. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো ব্যবস্থা বা যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত মোট কার্যকর শক্তি এবং ব্যবস্থায় বা যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ ব্যবস্থার বা যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

খ স্প্রিং সম্প্রসারণে বাহ্যিক বল দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয়। এ কাজ স্প্রিং-এর মধ্যে বিভবশক্তি হিসেবে জমা থাকে। এ বিভবশক্তি দ্বারা স্প্রিং বাইরের কোনো বস্তুর উপর কাজ করতে পারে। খেলনা গাড়িতে স্প্রিং টানলে এতে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয় পরে ছেড়ে দিলে এ বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। গতিশক্তির ফলে গাড়িটি সামনের দিকে বেগ প্রাপ্ত হয়। তাই বলা যায়, স্প্রিং কর্তৃক সঞ্চিত বিভবশক্তি গাড়িটির উপর কাজ করে গাড়িটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়।

গ



কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$= \frac{2\pi}{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}$

$= \sqrt{\frac{g}{L}}$

$= \sqrt{\frac{9.8}{1}}$

$= 3.13 \text{ rads}^{-1}$

বিস্তার, A = 0.6m এবং সরণ, x = 0 [A বিন্দুতে]

$\therefore$ বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= 3.13 \times 0.6$

$= 1.878 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ A বিন্দুতে,

$E_{p_A} = \frac{1}{2} m\omega^2 x_A^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 \times 0 = 0$

$E_{k_A} = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.2 \times (3.13)^2 \times (0.6)^2$

$= 0.353 \text{ J}$

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_A = E_{p_A} + E_{k_A} = 0.353 \text{ J}$

$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$
$= 3.13 \text{ rad/s}$

B বিন্দুতে,

$E_{p_B} = \frac{1}{2} m\omega^2 x_B^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 9.8 \times 0.6^2$

$= 0.353 \text{ J}$

$E_{k_B} = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - A^2) = 0$

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_B = E_{p_B} + E_{k_B} = 0.353 \text{ J}$

C বিন্দুতে,

$E_{P_C} = \frac{1}{2} m\omega^2 x_C^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 9.8 \times (0.3)^2$

$= 0.088 \text{ J}$

$E_{k_C} = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2) = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 9.8 \times (0.6^2 - 0.3^2)$

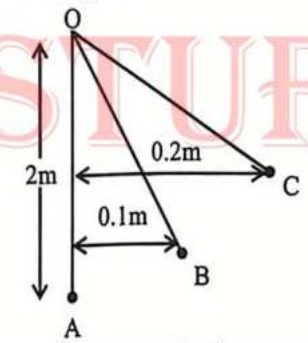
$= 0.265 \text{ J}$

$\therefore E_C = E_{P_C} + E_{K_C} = 0.353 \text{ J}$

$\because E_A = E_B = E_C$

অর্থাৎ শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২১ দৃশ্যকল্প-১: চিত্রে C বিন্দু একটি সরল দোলকের সর্বাধিক সরণ নির্দেশ করছে। ববের ভর 20 gm।



দৃশ্যকল্প-২: একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। শামীম দোলকটি উপগ্রহে নিয়ে গেল, যার ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ এবং ভর পৃথিবীর ভরের $\frac{1}{50}$ গুণ। পৃথিবীর ভর 5.99×10^{24} kg।

(ক) দশা পার্থক্য বলতে কী বুঝায়?

(খ) দুটি একই ভরের বস্তুকে ভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলে স্থিতিশক্তি ভিন্ন হতে পারে– কারণ ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২১]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে 'দোলকটি উপগ্রহের পৃষ্ঠে পৃথিবীর তুলনায় ধীরে চলে'– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। [ম. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকল্প-১ এর আলোকে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয় কি না। B ও C অবস্থানের ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে মতামত দাও। [য. বো. ২১]

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সমাধান:

ক দশা পার্থক্য বলতে একটি কণা আরেকটি কণা হতে কত দশা কোণে এগিয়ে বা পিছিয়ে তা বোঝানো হয়।

খ দুটি একই ভরের বস্তুকে ভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলে স্থিতিশক্তি ভিন্ন হতে পারে।

আমরা জানি, স্থিতিশক্তি, $E_p = mgh$

বস্তুর ভর ও প্রসঙ্গ তল (ভূপৃষ্ঠ) হতে উচ্চতা নির্দিষ্ট হলে, $E_p \propto g$। অর্থাৎ অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনে স্থিতিশক্তির পরিবর্তন ঘটে। পৃথিবীর আকৃতির জন্য বিভিন্ন স্থানে g এর মান বিভিন্ন । মেরু অঞ্চলে g এর মান সর্বোচ্চ এবং বিষুবীয় অঞ্চলে সর্বনিম্ন। তাই একই ভরের দুটি বস্তুকে পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলেও g এর মানের ভিন্নতার জন্য বস্তু দুটির মধ্যে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি ভিন্ন হবে।

গ আমরা জানি,

ভূপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{GM}{R^2}}}$$

$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{R^2L}{GM}} \quad \text{.....(i)}$$

ধরি,

উপগ্রহে পর্যায়কাল T′, ত্বরণ g′ হলে,

$$\therefore T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{GM'}{R'^2}}}$$

$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{R'^2L}{GM'}} \quad \text{.....(ii)}$$

(ii) ÷ (i) ⇒

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{R'^2}{R^2} \times \frac{M}{M'}}$$

$$\Rightarrow \frac{T'}{T} = \frac{R'}{R} \times \sqrt{\frac{M}{M'}}$$

উপগ্রহের ভর $M' = \frac{M}{50}$

$$\Rightarrow T' = T \times \frac{1}{4} \times \sqrt{50}$$

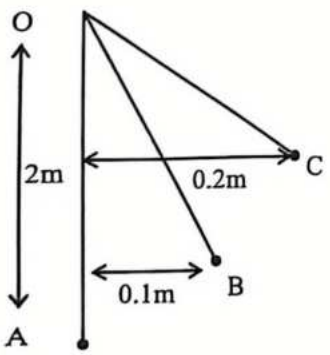
উপগ্রহের ব্যাসার্ধ $R' = \frac{R}{4}$

$$\therefore T' = 3.536 \text{ s}$$

$\because T' > T$

সুতরাং উপগ্রহে দোলকটি ভূপৃষ্ঠের তুলনায় ধীরে চলবে। **(Ans.)**

ঘ



B বিন্দুর জন্য:

স্থিতিশক্তি,

$$E_{p_B} = \frac{1}{2} m\omega^2 x_B^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (2.212)^2 \times (0.1)^2$$

$$= 4.893 \times 10^{-4} \text{ J}$$

গতিশক্তি,

$$E_{k_B} = \frac{1}{2} m\omega^2 \left(A^2 - x_B^2\right)$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (2.212)^2 \times (0.2^2 - 0.1^2)$$

$$= 1.468 \times 10^{-3} \text{ J}$$

দেওয়া আছে,

কৌণিক কম্পাঙ্ক,

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$= \sqrt{\frac{9.8}{2}}$$

$$= 2.122 \text{ rads}^{-1}$$

ভরের ভর,

$m = 20 \text{ g} = 0.02 \text{ kg}$

সরণ, $x_B = 0.1 \text{ m}$

বিস্তার, $A = 0.2 \text{ m}$

$\therefore$ B বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_B = E_{p_B} + E_{k_B} = 1.957 \times 10^{-3} \text{ J}$

C বিন্দুর জন্য:

সরণ, $x_c = 0.2\text{m}$

স্থিতিশক্তি,

$$E_{p_c} = \frac{1}{2} m\omega^2 x_C^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (2.212)^2 \times (0.2)^2$$

$$= 1.957 \times 10^{-3} \text{ J}$$

গতিশক্তি,

$$E_{k_c} = \frac{1}{2} m\omega^2 \left(A^2 - x_C^2\right)$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (2.212)^2 \times (0.2^2 - 0.2^2) = 0$$

$\therefore$ C বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_C = E_{p_C} + E_{k_C} = 1.957 \times 10^{-3} \text{ J}$

$\therefore E_B = E_C$

সুতরাং উদ্দীপকের সরল দোলকটিতে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা পালিত হয়েছে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২২ নাফিস পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে 550 gm ভরের একটি বস্তুকে একটি ঝুলন্ত সুতার একপ্রান্তে বেঁধে দোল দিয়ে দেখল যে, এটি 5 সেকেন্ডে 3 বার স্পন্দিত হচ্ছে। দোলনের কোনো এক সময় বস্তুটির সরণ 6 cm এবং দোলনের বিস্তার 11 cm।

(ক) দোলক ঘড়ি কী? [কু. বো. ২২]

(খ) পৃথিবী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। [কু. বো. ২২]

(ঘ) উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [কু. বো. ২২]

সমাধান:

ক সরল দোলককে যখন সময় পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয় তখন তাকে দোলক ঘড়ি বলে।

খ পৃথিবী সূর্যকে প্রদক্ষিণ করার সময় ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা।

নীতি মেনে চলে।

অর্থাৎ, $L_1 = L_2$

$\Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2$

$\therefore v_1r_1 = v_2r_2$

এক্ষেত্রে প্রদক্ষিনকালে বিভিন্ন সময় সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব ভিন্ন ভিন্ন হয়। ফলে সমীকরণ অনুযায়ী বেগও ভিন্ন ভিন্ন হয়। তাই সমীকরণ হতে বলা যায় যে, সূর্যের চারদিকে পৃথিবী সমদ্রুতিতে আবর্তনরত নয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ বস্তুর বেগ,

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= \frac{2\pi n}{t}\sqrt{A^2 - x^2}$

$= \left(\frac{2\pi \times 3}{5}\right)\sqrt{(0.11)^2 - (0.06)^2}$

$= 0.348\ ms^{-1}$

অর্থাৎ বস্তুটির বেগ $0.348\ ms^{-1}$. **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
বিস্তার, $A = 11\ cm$
$= 0.11\ m$
সরণ, $x = 6\ cm$
$= 0.06\ m$
স্পন্দন সংখ্যা, $n = 3$
সময়, $t = 5\ s$

ঘ বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল,

$F = ma$

$= -m\omega^2 x$

$= -m\left(\frac{2\pi n}{t}\right)^2 x$

$= -0.55 \times \left(\frac{2\pi \times 3}{5}\right)^2 \times 0.06$

$= -0.469\ N$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন বল সরণের বিপরীতমুখী নির্দেশ করে।

$\therefore F = 0.469\ N$

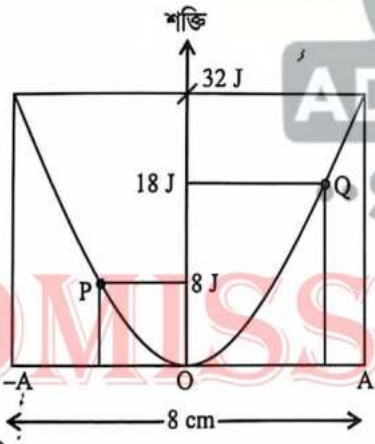
ওজন, $W = mg = 0.55 \times 9.8 = 5.39\ N$

$\therefore F < W$

$\therefore$ বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম। **(Ans.)**

দেওয়া আছে,
বস্তুর ভর, $m = 0.55\ kg$
সরণ, $x = 0.06\ m$
স্পন্দন সংখ্যা, $n = 3$
সময়, $t = 5\ s$

প্রশ্ন ▶ ২৩ একটি আদর্শ স্প্রিং এর শক্তির পরিবর্তন লেখচিত্রে দেখানো হলো:



(ক) অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? [ব. বো. ১৯]

(খ) সরল ছন্দিত স্পন্দন বলতে কী বুঝ? [ব. বো. ২২]

(গ) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় করো। [ব. বো. ২২; অনুরূপ দি. বো. ২৩]

(ঘ) P এবং Q বিন্দুতে স্প্রিংটির বেগের মানের তুলনা কর। [ব. বো. ২২]

সমাধান:

ক কোনো কণা একটি পূর্ণচক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে কণাটির ওপর যে বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হয় না সে বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

খ যখন কোনো পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন বস্তুকণার ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় তাহলে বস্তুর ঐ গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। আবার সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণা সরলরৈখিক পথে গতিশীল হয়।

সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার জন্য,

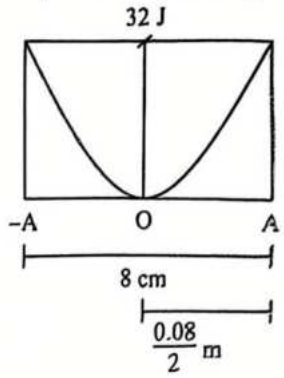
$a \propto -x$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন দিয়ে ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী নির্দেশ করে।

গ মোট শক্তি, $E = \frac{1}{2}kA^2$

$\Rightarrow 32 = \frac{1}{2}k \times \left(\frac{0.08}{2}\right)^2$

$\therefore k = 40000\ N/m$ **(Ans.)**



ঘ P বিন্দুতে,

$E_{k_P} = \frac{1}{2}mv_P^2$

$\Rightarrow 24 = \frac{1}{2}mv_P^2$ ..... (i)

Q বিন্দুতে,

$E_{k_Q} = \frac{1}{2}mv_Q^2$

$\Rightarrow 14 = \frac{1}{2}mv_Q^2$ ..... (ii)

$(i) \div (ii) \Rightarrow \left(\frac{v_P}{v_Q}\right)^2 = \frac{24}{14}$

$\Rightarrow \frac{v_P}{v_Q} = 1.309$

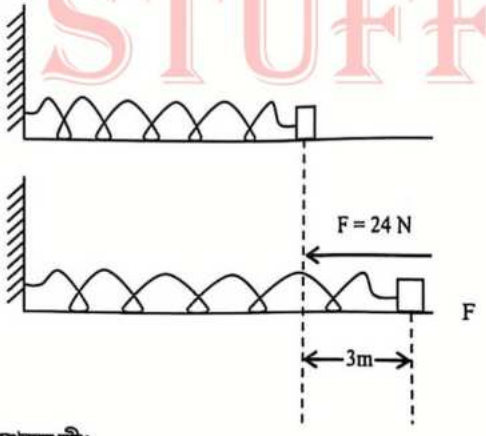
$\therefore v_P = 1.309\ v_Q$

অর্থাৎ P বিন্দুতে বেগ Q বিন্দুতে বেগের মানের 1.309 গুণ। **(Ans.)**

$E_{k_P} = E - E_{U_P}$
$= 32 - 8$
$= 24\ J$

$E_{k_Q} = E - E_{U_Q}$
$= 32 - 18$
$= 14\ J$

প্রশ্ন ▶ ২৪ নিচের চিত্রে অতি নগণ্য ভরের একটি স্প্রিংকে আনুভূমিক মসৃণ টেবিলের উপর রেখে এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে অপর প্রান্তে 3.5 kg ভর যুক্ত করা হয়েছে। বস্তুটিকে সাম্যাবস্থান হতে 3 m সরণ ঘটালে স্প্রিংটিতে 24 N প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে।



(ক) পূর্ণ স্পন্দন কী?

(খ) পর্যায়বৃত্ত গতির গতিপথ কেমন হয়? [ব. বো. ২১]

(গ) প্রসারিত অবস্থা হতে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি কত কম্পাংকে স্পন্দিত হবে? [ব. বো. ২১]

(ঘ) স্প্রিং এ সংযুক্ত ভরের কীরূপ পরিবর্তন করলে স্প্রিংটি সেকেন্ড দোলকে পরিণত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [ব. বো. ২১]

সমাধান:

ক সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে একটি সম্পূর্ণ অগ্রপশ্চাৎ গতিকে পূর্ণ স্পন্দন বলে।

ADMISSION STUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

খ পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। এ গতির গতিপথ বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে। যেমন: ঘড়ির কাঁটার গতি বৃত্তাকার, সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর গতি উপবৃত্তাকার এবং স্প্রিং এর গতি সরলরৈখিক।

গ আমরা জানি,

$F = kx$

$\therefore k = \frac{F}{x} = \frac{24}{3}$

$= 8\ Nm^{-1}$

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$= \sqrt{\frac{8}{3.5}}$

$= 1.512\ rads^{-1}$

$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f = \frac{\omega}{2\pi}$

$= \frac{1.512}{2\pi}$

$= 0.241\ Hz$

অর্থাৎ প্রসারিত অবস্থা হতে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি 0.241 Hz কম্পাঙ্কে স্পন্দিত হবে। **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে পাই,

স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 8\ Nm^{-1}$

ধরি, নতুন ভর = m' kg

সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল,

$T' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}}$

$\Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k}}$

$\therefore m' = \frac{k}{\pi^2} = \frac{8}{\pi^2}$

$= 0.811$ kg

অর্থাৎ সংযুক্ত বস্তুর ভর $(3.5 - 0.811) = 2.689$ kg কমাতে হবে।

(Ans.)

প্রশ্ন ▶ ২৫ নগণ্য ভরের 30 cm দীর্ঘ কোনো স্প্রিং এর এক প্রান্ত কোনো দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে অপর প্রান্তে 2 kg ভর ঝুলালে স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য 35 cm হয়। ভর সংযুক্ত থাকা অবস্থায় স্প্রিংটিকে টেনে দৈর্ঘ্য 39 cm করে ছেড়ে দেয়া হলো। একজন শিক্ষার্থী 2.24 sec ও 4.48 sec পর বেগ পরিমাপ করল।

(ক) স্থানিক পর্যায়ক্রম কাকে বলে?

(খ) সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলে উহার ত্বরণ কী শূন্য হবে? ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২১; চ. বো. ২১]

(গ) স্প্রিংটির দোলনকাল নির্ণয় কর। [চ. বো. ২১]

(ঘ) উভয়ক্ষেত্রে পরিমাপকৃত বেগ একই হবে কি-না? যাচাই কর। [চ. বো. ২১]

সমাধান:

ক পর্যায়বৃত্তির পর্যায়কাল যদি স্থান সাপেক্ষ হয়, তবে তাকে স্থানিক পর্যায়ক্রম বলে।

খ সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলেও উহার ত্বরণ শূন্য হবে না; একটি নির্দিষ্ট মান থাকবে।

আমরা জানি,

সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

বেগ শূন্য হলে, $0 = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$\Rightarrow A^2 - x^2 = 0$

$\therefore x = \pm A$

আবার, ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$

যখন, $x = \pm A$; তখন, $a = -\omega^2(\pm A) = \pm\omega^2 A$

অর্থাৎ সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলেও উহার ত্বরণ শূন্য হবে না।

গ আমরা জানি, $F = kx$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{x} = \frac{2 \times 9.8}{0.05}$

$= 392\ Nm^{-1}$

দেওয়া আছে,
ভর, $m = 2$ kg
সরণ, $x = (35 - 30)$ cm
$= 5$ cm
$= 0.05$ m

$\therefore$ দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{2}{392}}$

$= 0.449$ sec

অর্থাৎ দোলনকাল 0.449 sec **(Ans.)**

ঘ কৌণিক কম্পাঙ্ক,

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 14$ rad/sec

সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সমীকরণ,

$x = A\sin(\omega t + \delta)$

$\Rightarrow 0.04 = 0.04\sin(14 \times 0 + \delta)$

$\Rightarrow \sin\delta = 1$

$\therefore \delta = \frac{\pi}{2}$ rad

দেওয়া আছে,
$T = 0.449$ s
$t = 0$ sec এ
$x = (0.39 - 0.35)$
$= 0.04$ m
$A = 0.04$ m

$t_1 = 2.24$ sec এ $v_1 = A\omega\cos(\omega t_1 + \delta)$

$= 14 \times 0.04\cos\left(14 \times 2.24 + \frac{\pi}{2}\right)$

$= 0.0313\ ms^{-1}$

$t_2 = 4.48$ sec এ $v_2 = A\omega\cos(\omega t_2 + \delta)$

$= 0.04 \times 14\cos\left(14 \times 4.48 + \frac{\pi}{2}\right)$

$= 0.0625\ ms^{-1}$

$\because v_1 \neq v_2$

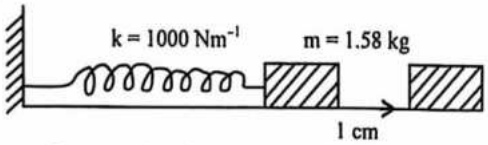
অর্থাৎ উভয় ক্ষেত্রে পরিমাপকৃত বেগ একই হবে না। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ২৬ দৃশ্যকল্প-১: একটি স্প্রিং-এর এক প্রান্ত দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে মুক্ত প্রান্তে 300 g ভরের একটি বস্তু যুক্ত করলে স্প্রিংটি 9 cm প্রসারিত হয়ে সাম্যাবস্থায় আসে। সাম্যাবস্থা হতে 6 cm টেনে ছেড়ে দিলে এটি দোলতে থাকে। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

দৃশ্যকল্প-২:



ঘর্ষণবিহীন অনুভূমিক তলে স্প্রিংটিকে 4 cm প্রসারিত করে ছেড়ে দেয়া হলো।

(ক) সরল দোলন গতি কী?

(খ) ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখা হয় কেন? [দি. বো. ২১]

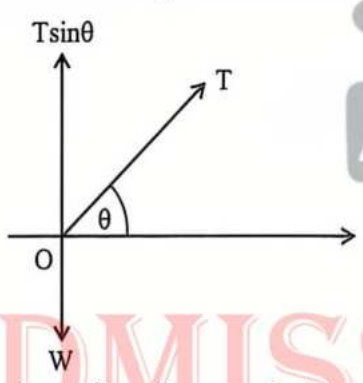
(গ) গাণিতিক বিশ্লেষণসহ উদ্দীপকে দৃশ্যকল্প-২ এ উল্লিখিত তথ্য হতে বেগ বনাম সময় লেখচিত্র প্রদর্শন কর। [য. বো. ১৯]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে সাম্যাবস্থা হতে বস্তুটির সরণ যখন 3 cm হয় তখন এর বিভবশক্তি ও গতিশক্তির তুলনা কর। [দি. বো. ২১]

সমাধান:

ক যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে গতিকে সরল দোলন গতি বলে।

খ ট্রলি ব্যাগের হাতল যত লম্বা হয় ব্যাগটি টানার সময় তা ভূমির সাথে কম কোণ তৈরি করে। অর্থাৎ ভূমির কাছাকাছি থাকে।



এখানে, θ যত ছোট হবে টানের আনুভূমিক উপাংশ, Tcosθ এর মান তত বৃদ্ধি পাবে। ফলে ভূমি বরাবর বেগের মান বৃদ্ধি পাবে যা ট্রলিটিকে সহজে টেনে নিতে সাহায্য করবে। এজন্যই ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখা হয়।

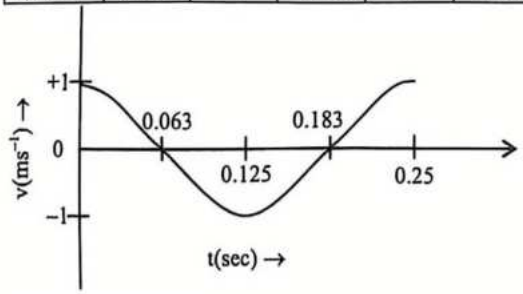
গ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{1000}{1.58}} = 25.133\ rads^{-1}$

$v = A\omega \cos\omega t \quad [\because t = 0 \text{ সময়ে } x = A]$

$= 0.04 \times 25.133 \cos(25.133\ t)$

t এর বিভিন্ন মানের জন্য v এর মান নির্ণয়ক ছক:

t(sec)	0	0.063	0.125	0.188	0.25
$v(ms^{-1})$	1.005	0	–1.005	0	1.005



ঘ সাম্যাবস্থায়, $F = kx$

$\Rightarrow mg = kx$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{x} = \frac{0.3 \times 9.8}{0.09}$

$= 32.67\ Nm^{-1}$

দেওয়া আছে,
ভর, $m = 300g = 0.3Kg$
প্রসারণ, $x = 9cm = 0.09m$
বিস্তার, $A = 6cm = 0.06m$

সাম্যাবস্থা থেকে $x = 3cm = 0.03m$ সরণে,

বিভবশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2} \times 32.67 \times 0.03^2$

$= 1.47 \times 10^{-2}\ J$

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2} \times 32.67 \times (0.06^2 - 0.03^2)$

$= 4.41 \times 10^{-2}\ J$

$\therefore \frac{E_k}{E_p} = 3$

$\therefore E_k = 3E_p$

সুতরাং, গতিশক্তি বিভবশক্তির 3 গুণ।

প্রশ্ন ▶ ২৭ কোনো স্থানে 6 Nm^{-1} এবং 3 Nm^{-1} স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট দুটি স্প্রিং শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত আছে। এ অবস্থান এদের উপর 0.6 N বল প্রয়োগ করা হলো। উক্ত স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান, $g = 9.8\ ms^{-2}$।

(ক) সরল দোলক কাকে বলে? [ম. বো. ২১]

(খ) অবস্থান ভেক্টর একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর– ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২১]

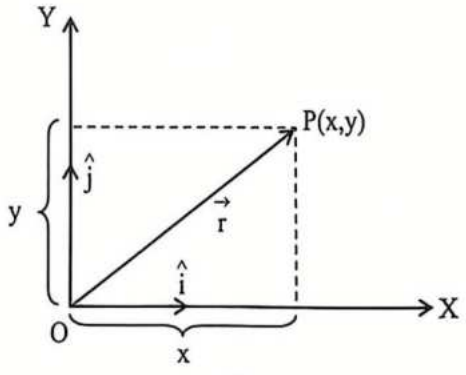
(গ) প্রথম স্প্রিং কতটুকু প্রসারিত হবে নির্ণয় কর। [সি. বো. ২১]

(ঘ) উদ্দীপকের স্প্রিং দুটিকে শ্রেণি সমবায়ের পরিবর্তে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে উভয় সমবায়ের মিলিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক এক না ভিন্ন হবে– গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [সি. বো. ২১]

সমাধান:

ক একটি ভারি আয়তনহীন বস্তুকণাকে ওজনহীন, নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দিলে এটি যদি ঘর্ষণ এড়িয়ে স্বাধীনভাবে একটি উলম্ব তলে দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে।

খ কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে মূল বিন্দু ধরে যে ভেক্টর অঙ্কন করা হয় তাকে সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে। আবার প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষ যে ভেক্টর দিয়ে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।



চিত্রে, O মূলবিন্দুর সাপেক্ষে $\vec{OP}$ হচ্ছে P বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর। একে $\vec{r}$ দিয়ে প্রকাশ করলে, $\vec{OP} = \vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$

যেহেতু, ভেক্টরটির একটি প্রান্ত নির্দিষ্ট (0, 0) তাই এটিকে সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে।

t.me/admission_stuffs

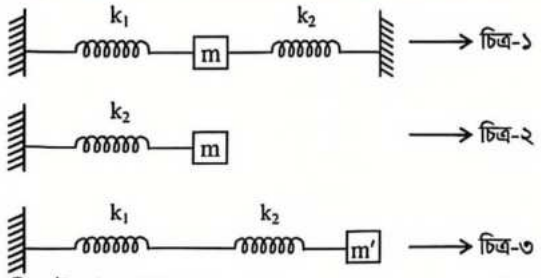
PDF Credit - Admission Stuffs

গ দেওয়া আছে,
১ম স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক, $k_1 = 6\ Nm^{-1}$
২য় স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক, $k_2 = 3\ Nm^{-1}$
প্রযুক্ত বল, $F = 0.6\ N$

আমরা জানি,
$F = k_1x_1$
$\Rightarrow x_1 = \frac{F}{k_1}$
$= \frac{0.6}{6}$
$= 0.1m$ **(Ans.)**

ঘ শ্রেণি সমবায়ের জন্য,
$k_s = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)^{-1}$
$= \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1}$
$= 2\ Nm^{-1}$
সমান্তরাল সমবায়ের জন্য,
$k_p = k_1 + k_2$
$= (6 + 3)$
$= 9\ Nm^{-1}$
কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$
$\therefore \frac{f_s}{f_p} = \sqrt{\frac{k_s}{k_p}}$
$= \sqrt{\frac{2}{9}}$
$\Rightarrow f_s = 0.471\ f_p$
$\therefore f_s \neq f_p$
অর্থাৎ উভয় সমবায়ের মিলিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক ভিন্ন হবে।

প্রশ্ন ▶ ২৮ দুটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $k_1 = 1000\ Nm^{-1}$ এবং $k_2 = 2000\ Nm^{-1}$। $m = 4.5\ kg$ ও m' ভরের দুটি বস্তু চিত্র অনুসারে যুক্ত থেকে মসৃণ মেঝেতে দুলতে সক্ষম।



(ক) ভূস্থির উপগ্রহ কাকে বলে? [ঢা. বো. ২২]
(খ) সরল দোলগতি পর্যাবৃত্তগতি; কিন্তু পর্যাবৃত্তগতি সরল দোলগতি নয়– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২২]
(গ) উদ্দীপকের ২নং চিত্রে স্প্রিং এর কৌণিক কম্পাঙ্ক কত হবে? [ঢা. বো. ২২]
(ঘ) $m' = 1kg$ হলে উদ্দীপকের ১নং ও ৩নং চিত্রের স্প্রিংগুলোর পর্যায়কাল সমান হবে– বক্তব্যটি যাচাই কর। [ঢা. বো. ২২]

সমাধান:

ক যে কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল পৃথিবীর আহ্নিক গতির আবর্তনকালের সমান অর্থাৎ 24 ঘণ্টা তাকে ভূস্থির উপগ্রহ বলে।

খ কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তবে এর গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। এ গতিপথ বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার, সরলরৈখিক বা আরো জটিল হতে পারে।
আবার, কোনো দোলনরত বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে এ গতিকে সরল দোলন গতি বলে। সরল দোলনগতির গতিপথ সরলরৈখিক। অর্থাৎ সরল দোলন গতিতে পর্যায়বৃত্ত গতির সকল বৈশিষ্ট্য থাকলেও সকল পর্যায়বৃত্ত গতিতে সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য থাকে না। তাই সরল দোলগতি পর্যায়বৃত্ত গতি, কিন্তু পর্যাবৃত্ত গতি সরল দোলগতি নয়।

গ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k_2}{m}}$
$= \sqrt{\frac{2000}{4.5}}$
$= 21.08\ rad/s$

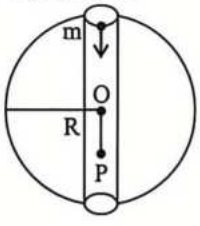
দেওয়া আছে,
২নং চিত্রের বস্তুর ভর, $m = 4.5\ kg$
স্প্রিং ধ্রুবক, $k_2 = 2000\ Nm^{-1}$

অর্থাৎ ২নং চিত্রে স্প্রিং-এর কৌণিক কম্পাঙ্ক 21.08 rad/s **(Ans.)**

ঘ ১নং চিত্রে জন্য:
তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক, $k_{eq} = k_1 + k_2$ (সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত)
$\therefore k_{eq} = 3000\ Nm^{-1}$
$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_{eq}}} = 2\pi\sqrt{\frac{4.5}{3000}}$
$= 0.243\ s$

৩নং চিত্রের জন্য:
তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক, $k_{eq} = \frac{k_1k_2}{k_1 + k_2}$ (শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত)
$= \frac{1000 \times 2000}{3000} = 666.7\ Nm^{-1}$
$\therefore T' = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{k_{eq}}} = 0.243\ s = T$
$\therefore T = T'$
অর্থাৎ ১নং ও ৩নং চিত্রের স্প্রিং-গুলোর পর্যায়কাল সমান হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ২৯ m ভরের একটি বস্তুকে পৃথিবীর কেন্দ্রগামী একটি সুড়ঙ্গের মধ্য দিয়ে ছেড়ে দেয়া হল। পৃথিবীর পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-1}$ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m. [$OP = 5 \times 10^5$ m] [কু. বো. ২৩]



(ক) স্থানিক পর্যাবৃত্তি কী? [কু. বো., চ. বো. ২৩]
(খ) সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী– ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]
(গ) P বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩]
(ঘ) উদ্দীপকে সুড়ঙ্গ পথে ছেড়ে দেওয়া বস্তুটির দোলনকাল নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [কু. বো. ২৩]

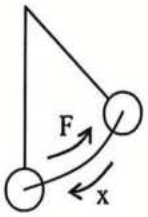
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সমাধান:

ক কোনো ঘটনার বা বিন্যাসের বা বস্তুর গতির যদি নির্দিষ্ট দূরত্ব পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে তাকে স্থানিক পর্যাবৃত্তি বলে।

খ সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণাকে নির্দিষ্ট বলে টানলে এর বিপরীতে প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে। এই বল গতিশীল কণাকে সাম্যাবস্থানের দিকে টানে। তবে গতিজড়তার কারণে কণাটি সাম্যাবস্থান থেকে দূরে যেতে থাকে। অর্থাৎ প্রত্যয়নী বল সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হয়।



$\therefore F \propto -x$

$\Rightarrow a \propto -x$ [$\because F = ma$ এবং m ধ্রুবক]

অর্থাৎ বল বিপরীতমুখী হওয়ায় কণার ত্বরণও সরণের বিপরীতমুখী হয়।

গ $g' = g\left(1 - \frac{h}{R}\right)$

$= 9.8\left\{1 - \left(\frac{5.9 \times 10^6}{6.4 \times 10^6}\right)\right\}$

$\therefore g' = 0.766\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

$OP = 5 \times 10^5$ m

$\therefore h = R - OP$

$= 6.4 \times 10^6 - 5 \times 10^5$

$= 5.9 \times 10^6$ m

ঘ ধরি, ভূ-পৃষ্ঠ হতে h গভীরতার ত্বরণ,

$$g_h = \frac{4}{3}\pi\rho G(R - h)$$

এই $(R - h)$ হলো পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে সরণ, একে x দ্বারা প্রতিস্থাপন করে পাই,

$$g_h = \frac{4}{3}\pi\rho Gx$$

$\therefore$ m ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল,

$F = mg_h$

$= -\frac{4}{3}\pi\rho Gmx$

$= -kx$ $\left[\frac{4}{3}\pi\rho Gm = \text{ধ্রুবক} = k \text{ ধরে}\right]$

$\therefore F = -kx$

$\Rightarrow g_h = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$

$\therefore$ সুড়ঙ্গপথে গতি একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি।

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{4}{3}\pi\rho Gm}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{3}{4\pi\rho G}}$

$= \sqrt{\frac{3\pi}{\rho G}}$ [পৃথিবীর ঘনত্ব, $\rho = 5.5 \times 10^3\ kgm^{-3}$]

$= 5068.64$ sec

সুতরাং বস্তুটির দোলনকাল নির্ণয় করা সম্ভব। **(Ans.)**

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। সেকেন্ড দোলক কাকে বলে? [সি. বো. ২৪; রা. বো., ম. বো, ২২; ব. বো. ১৭]

উত্তর: যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে দোলকের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

২। বল ধ্রুবকের একক কী? [য. বো. ২৪]

উত্তর: বল ধ্রুবকের একক Nm^{-1}।

৩। পর্যায়কাল কাকে বলে? [ব. বো. ২৪; য. বো. ২২; কু. বো., চ. বো. ২১]

উত্তর: পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে ঐ সময়কে পর্যায়কাল বলে।

৪। পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে?

[রা. বো. ২৪; কু. বো. ২২; য. বো. ২১; কু. বো. ১৭; সি. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সে গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

৫। সরল দোলকের প্রথম সূত্রটি লিখ।

উত্তর: কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে একটি সরল দোলকের প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগে। দোলনকাল কৌণিক বিস্তারের ওপর নির্ভর করে না।

৬। দশা কী? [ঢা. বো. ২৩, ১৯; ম. বো. ২৩; ব. বো., রা. বো. ২২]

উত্তর: সরল দোলন গতিতে গতিশীল কণার গতির সার্বিক অবস্থা তথা কণাটির অবস্থান, সরণ, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি যে রাশি দ্বারা বোঝা যায় তাকে দশা বলে।

৭। সরল দোলকের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ।

উত্তর: কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (T) এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

৮। কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে? [দি. বো. ২৩; চ. বো. ২২]

উত্তর: সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণা একক সময়ে যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

৯। সরল দোলকের ত্বরণের সূত্রটি লিখ।

উত্তর: কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) অপরিবর্তিত থাকলে তার দোলনকাল (T) অভিকর্ষজ ত্বরণ (g)-এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

১০। সরল দোলকের ভরের সূত্রটি লিখ।

উত্তর: কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভর, আয়তন, উপাদান ইত্যাদির ওপর নির্ভর করে না। বিভিন্ন ভর, আয়তন বা উপাদানের ববের জন্য দোলকের দোলনকাল একই হয়।

১১। সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য কী? [সি. বো. ২২]

উত্তর: ঝুলনবিন্দু থেকে ববের ভারকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে।

১২। সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার অন্তরক সমীকরণটি লিখ। [ব. বো. ১৭]

উত্তর: সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার অন্তরক সমীকরণটি হলো,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

১৩। মধ্যাবস্থান বা mean position কী? [কু. বো. ১৭]

উত্তর: স্পন্দনরত বস্তুর গতিপথের যে নির্দিষ্ট বিন্দুতে কোনো লব্ধি বল ক্রিয়া করে না, তাকে সাম্যাবস্থান বা মধ্যাবস্থান বা mean Position বলা হয়।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৪। কৌণিক বিস্তার কাকে বলে?

উত্তর: দোলনের সময় দোলক যেকোনো একদিকে সাম্যাবস্থান হতে সর্বোচ্চ যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে এর কৌণিক বিস্তার বলে।

১৫। দোলক ঘড়ি কী? [কু. বো. ২২]

উত্তর: সরল দোলককে যখন সময় পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয় তখন তাকে দোলক ঘড়ি বলে।

১৬। দশা পার্থক্য বলতে কী বুঝায়?

উত্তর: দশা পার্থক্য বলতে একটি কণা আরেকটি কণা হতে কত দশা কোণে এগিয়ে বা পিছিয়ে তা বোঝানো হয়।

১৭। একটি স্পন্দনরত কণার দশা কী? [চ. বো. ২৪]

উত্তর: একটি স্পন্দনরত কণার দশা বলতে ঐ কণার যেকোনো মুহূর্তে গতির সম্যক অবস্থা অর্থাৎ কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ, বল ইত্যাদি বোঝায়।

১৮। সরল ছন্দিত স্পন্দন কী? [ম. বো. ২৪]

বা, সরল দোলন গতি কী?

উত্তর: যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় তাহলে একে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে।

১৯। পূর্ণ স্পন্দন কী?

উত্তর: সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে একটি সম্পূর্ণ অগ্রপশ্চাৎ গতিকে পূর্ণ স্পন্দন বলে।

২০। স্থানিক পর্যায়ক্রম কাকে বলে?

উত্তর: পর্যায়বৃত্তির পর্যায়কাল যদি স্থান সাপেক্ষ হয়, তবে তাকে স্থানিক পর্যায়ক্রম বলে।

২১। সরল দোলক কাকে বলে? [ম. বো. ২১]

উত্তর: একটি ভারি আয়তনহীন বস্তুকণাকে ওজনহীন, নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দিলে এটি যদি ঘর্ষণ এড়িয়ে স্বাধীনভাবে একটি উলম্ব তলে দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে।

২২। স্থানিক পর্যাবৃত্তি কী? [কু. বো., চ. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো ঘটনার বা বিন্যাসের বা বস্তুর গতির যদি নির্দিষ্ট দূরত্ব পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে তাকে স্থানিক পর্যাবৃত্তি বলে।

২৩। স্পন্দন গতি কাকে বলে? [কু. বো., ব. বো. ২৩]

উত্তর: পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে।

২৪। কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

উত্তর: কোনো একটি সরল দোলকের দোলক পিণ্ড এক সেকেন্ডে যতবার পূর্ণ দোলন দেয়, তাকে কম্পাঙ্ক বা কম্পনি বলে।

২৫। বিস্তার কাকে বলে?

উত্তর: দুলবার সময় কোনো একটি সরল দোলকের দোলক পিণ্ড সাম্যাবস্থা হতে সর্বাপেক্ষা যতটা বেশি দূরে যায় তাকে তার বিস্তার বলে।

২৬। কম্পাঙ্কের সাথে দোলনকালের সম্পর্ক কী?

উত্তর: কম্পাঙ্ক f এবং দোলনকাল T হলে, $f = \frac{1}{T}$ অর্থাৎ কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করলে দোলনকাল অর্ধেক হবে, দোলনকাল দ্বিগুণ করলে কম্পাঙ্ক অর্ধেক হবে।

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। উলম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে কি? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪]

বা, একটি স্প্রিং পৃথিবী থেকে চাঁদে নিয়ে গেলে দোলকটির দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে? [সি. বো. ২২]

উত্তর: উলম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

যেখানে, m = স্প্রিংয়ের সাথে যুক্ত বস্তুর ভর k = স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক

কোনো নির্দিষ্ট বস্তুর ভর পৃথিবী ও চাঁদে একই থাকবে। আবার, কোনো স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক নির্ভর করে স্প্রিংটির উপাদান ও জ্যামিতিক গঠনের উপর। ফলে পৃথিবী ও চন্দ্রপৃষ্ঠে স্প্রিং ধ্রুবক একই থাকবে।

উপরিউক্ত সমীকরণ হতে বলা যায়, উলম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল গ্রহের ভর, ব্যাসার্ধ ইত্যাদির উপর নির্ভর করে না। সুতরাং, স্প্রিংয়ের দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে।

২। সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল কণার ত্বরণ বনাম সরণের লেখচিত্র ব্যাখ্যা কর। [য. বো., রা. বো. ২৪]

উত্তর: আমরা জানি,

সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল কণার জন্য,

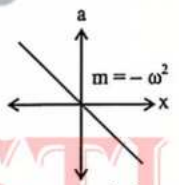
$$a = -\omega^2 x$$

যেখানে,

ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক

x = কণার সরণ

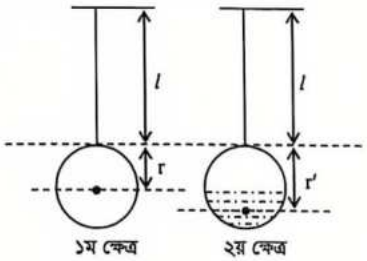
সমীকরণটিকে $y = mx$ সমীকরণের সাথে তুলনা করে, ঢাল $m = -\omega^2$। এটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা যার ঢাল ঋণাত্মক।



৩। ফাঁপা দোলকপিণ্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে দোলকটি ধীরে চলবে না দ্রুত চলবে? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৪; চ. বো. ২২; রা. বো. ১৬]

উত্তর: ফাঁপা দোলকপিণ্ডকে পানি দ্বারা অর্ধপূর্ণ করা হলে দোলকপিণ্ডের ভারকেন্দ্র পিণ্ডের কেন্দ্র হতে নিচে নেমে আসে।

আমরা জানি, দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L = l + r$, ভারকেন্দ্র নেমে গেলে সমীকরণের r এর মান বৃদ্ধি পায়, ফলে দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।



আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \sqrt{L}$

অর্থাৎ দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে দোলকের দোলনকালও বৃদ্ধি পাবে। ফলে দোলকটি পূর্বের চেয়ে ধীরে চলবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪। $x = A \sin(\omega t + \delta)$ সমীকরণ ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২১]

উত্তর: $x = A \sin(\omega t + \delta)$ সমীকরণটি হচ্ছে সরল দোলন গতির সরণের সমীকরণ।

যেখানে, x = সরণ,

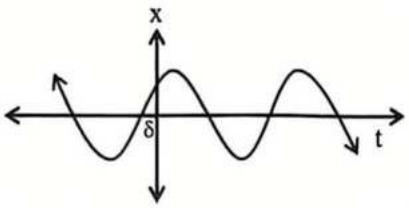
A = বিস্তার

ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক

t = সময়

δ = দশা পার্থক্য

এই সমীকরণের লেখচিত্র হবে,



এই লেখচিত্রের বিভিন্ন বিন্দু দ্বারা সরল দোলন গতির নির্দিষ্ট সময়ে বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি বিভিন্ন দশা নির্ণয় করা সম্ভব।

৫। গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে-ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২৪; দি. বো. ১৭]

উত্তর: গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বৃদ্ধির কারণে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

আমরা জানি,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore T \propto \sqrt{L}$$

অর্থাৎ, সমীকরণ অনুসারে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে দোলকটির দোলনকাল বৃদ্ধি পাবে। ফলে দোলক ঘড়িটি পূর্বের চেয়ে ধীরে চলবে। আবার, কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে দোলনকাল হ্রাস পাবে। ফলে দোলক ঘড়িটি পূর্বের চেয়ে দ্রুত চলবে।

সুতরাং, গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশি থাকায় সুতার প্রসারণ ঘটে, ফলে কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির মাধ্যমে দোলনকাল বৃদ্ধি পায়। এজন্য দোলক ঘড়িটি ধীরে চলবে।

৬। দোলকের গতি ও বৈদ্যুতিক পাখার গতির মধ্যে পার্থক্য কী? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২৪]

উত্তর: দোলকের গতি ও বৈদ্যুতিক পাখার গতি যথাক্রমে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি ও পর্যায়বৃত্ত গতি।

পর্যায়বৃত্ত গতি	সরল দোলন গতি
১. কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সে গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।	১. যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় তাহলে একে সরল দোলন গতি বলে।
২. গতিপথ বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার, সরলরৈখিক ইত্যাদি হতে পারে	২. গতিপথ সর্বদা সরলরৈখিক
৩. বল সর্বদা নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী নয়	৩. বল সর্বদা নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী
৪. বলের মান সর্বদা সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক নয়	৪. বলের মান সর্বদা সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক

৭। কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন– ব্যাখ্যা কর। [বি. বো. ২৩; অনুরূপ দি. বো. ২২; য. বো. ২১; রা. বো. ১৯; ঢা. বো., য. বো. ১৭]

উত্তর: কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য মেনে চলে। তাই এটি সরল ছন্দিত স্পন্দন।

আমরা জানি, পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে ঐ বস্তুর গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। কম্পনশীল সুরশলাকার বাহু তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। যা সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্যের অনুরূপ। তাই বলা যায়, কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন।

৮। স্পন্দরত কণার মৌলিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখতে হয় কেন, ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]

উত্তর: স্পন্দনরত কণার গতি সরলরৈখিক হওয়া প্রয়োজন। তাই কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখতে হয়।

স্পন্দনরত কণার কৌণিক বিস্তার 4° এর বেশি হলে এর গতি সরলরৈখিক থাকে না বৃত্তাকার হয়ে যায়। সেক্ষেত্রে কণাটি সরল দোলকের গতির বৈশিষ্ট্য মেনে চলে না। ফলে কণাটির দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ সূত্রটি প্রযোজ্য হবে না। কারণ এই সূত্রটি প্রতিষ্ঠিত হয়েছে $\theta \leq 4°$ শর্তে। তাই বলা যায়, স্পন্দনরত কণার কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখতে হয়।

৯। 'স্প্রিং বল প্রত্যয়নী বল'– ব্যাখ্যা করো। [ম. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের মাধ্যমে বিকৃতি ঘটানোর চেষ্টা করলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে যে বাধাদানকারী বলের উদ্ভব হয় তাকে প্রত্যয়নী বল বলে। কোনো স্প্রিং-এ বল প্রয়োগ করে একে সংকুচিত বা প্রসারিত করলে প্রয়োগকৃত বলের বিপরীতে স্প্রিং বল ক্রিয়া করে।

অর্থাৎ,

$F = -F_s$ এখানে, F = প্রয়োগকৃত বল।

F_s = স্প্রিং বল।

সুতরাং স্প্রিং বল প্রযুক্ত বলের বিপরীতে ক্রিয়া করে অর্থাৎ বাধাদানকারী বল হিসেবে কাজ করে। তাই স্প্রিং বল একটি প্রত্যয়নী বল।

১০। সরল দোল গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থানে ববের বেগ সর্বনিম্ন কি না? ব্যাখ্যা দাও। [কু. বো. ১৯]

উত্তর: সরল দোল গতির ক্ষেত্রে ববের বেগ,

$$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

সাম্যাবস্থানে $x = 0$

সুতরাং উপরিউক্ত সম্পর্ক অনুসারে সাম্যাবস্থানে বেগ দাড়ায়,

$$v = \omega\sqrt{A^2} = \omega A.$$

এখানে, x এর মান যত কম হবে ববের বেগ তত বেশি হবে। অতএব, সাম্যাবস্থানে x এর মান সর্বনিম্ন হওয়ায় এখানে ববের বেগ সর্বোচ্চ। সুতরাং সরল দোল গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থানে ববের বেগ সর্বনিম্ন নয় বরং সর্বোচ্চ।

১১। দোলকপিন্ডের প্রকৃতি কীভাবে দোলনকালকে প্রভাবিত করে?

উত্তর: গোলাকার দোলকপিন্ড ফাঁপা হলে বা নিরেট হলে বা ফাঁপা অংশ সম্পূর্ণ তরল দ্বারা পূর্ণ হলে ভারকেন্দ্রের কোনো পরিবর্তন হয় না। ফলে কার্যকরী দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবর্তন হয় না বলে দোলনকালের কোনো পরিবর্তন হয় না। কিন্তু ফাঁপা পিন্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে ভারকেন্দ্র খানিকটা নিচে নেমে যায়। ফলে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বেড়ে যায় এবং সাথে সাথে দোলনকাল বেড়ে যায়। এতে দোলকটি ধীরে চলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২। পর্যায়বৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৭]

উত্তরঃ পর্যাবৃত্ত গতির সংজ্ঞানুযায়ী এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। আবার, দশা বলতে কম্পমান কোনো কণার যেকোনো মুহূর্তে কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ও গতির অভিমুখকে বুঝায়। তাই পর্যাবৃত্ত গতির ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট সময় পরপর কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ও গতির অভিমুখের পুনরাবৃত্তি ঘটে। এখন আদি দশা কোণ যদি পরিবর্তনশীল হয়, তাহলে পর্যায়বৃত্ত গতির ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট সময় পর পর কণাটির দশার পুনরাবৃত্তি ঘটবে না। তাই বস্তু বা কণা পর্যায়বৃত্ত গতিতে গতিশীল থাকলে এর আদি দশা কোণ ধ্রুব থাকতে হবে।

১৩। দোলকের গতি মাত্রই সরলছন্দিত গতি নয়– ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ১৭]

উত্তরঃ সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য হলোঃ

(i) এটি পর্যায়বৃত্ত গতি হতে হবে।

(ii) বস্তুর গতি স্পন্দন গতি হতে হবে।

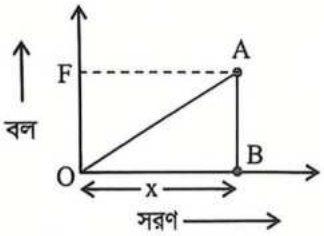
(iii) এর গতিপথ সরলরৈখিক হতে হবে।

(iv) $a \propto -x$; এটি মেনে চলবে।

উপরিউক্ত বৈশিষ্ট্যের কোনো একটি না থাকলে বস্তুর গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলা যাবে না। দোলকের ক্ষেত্রে এর বিস্তার 4° এর বেশি হলে এর গতি আর সরলরৈখিক থাকে না। সুতরাং 4° থেকে বেশি বিস্তার বিশিষ্ট দোলক সরল ছন্দিত গতিতে থাকবে না। তাই সকল দোলকের গতি মাত্রই সরল ছন্দিত গতি নয়।

১৪। বল-সরণ গ্রাফ হতে স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃত কাজের পরিমাণ পাওয়া যায়– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৭]

উত্তরঃ



চিত্রঃ বল বনাম সরণ

স্প্রিং এর উপর বল প্রয়োগ করলে এর সরণ ঘটে এবং এর ফলে সৃষ্ট কৃতকাজ, $W = \Delta OAB$

$= \frac{1}{2} \times$ ভূমি $\times$ উচ্চতা

$= \frac{1}{2} \times OB \times AB = \frac{1}{2} \times x \times F$

$= \frac{1}{2} kx^2$ [স্প্রিং এর জন্য $F = kx$]

১৫। মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাংকের পরিবর্তন হয়– ব্যাখ্যা করো। [দি. বো. ২৩]

উত্তরঃ মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক পরিবর্তিত হয়ে শূন্য হয়ে যায়।

পৃথিবীতে সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}$ Hz.

আর মহাকাশে $g = 0$ হওয়ায় দোলনকাল, $T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$

তাই $f' = \frac{1}{\infty} = 0$ হয়।

তাই বলা যায়, মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক পরিবর্তিত হয়ে শূন্য হবে।

১৬। খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? [ম. বো. ২২; য. বো. ১৯]

উত্তরঃ স্প্রিং সম্প্রসারণে বাহ্যিক বল দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয়। এ কাজ স্প্রিং-এর মধ্যে বিভবশক্তি হিসেবে জমা থাকে। এ বিভবশক্তি দ্বারা স্প্রিং বাইরের কোনো বস্তুর উপর কাজ করতে পারে। খেলনা গাড়িতে স্প্রিং টানলে এতে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয় পরে ছেড়ে দিলে এ বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। গতিশক্তির ফলে গাড়িটি সামনের দিকে বেগ প্রাপ্ত হয়। তাই বলা যায়, স্প্রিং কর্তৃক সঞ্চিত বিভবশক্তি গাড়িটির উপর কাজ করে গাড়িটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়।

১৭। সেকেন্ড দোলক এক ধরনের সরলদোলক– ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪]

উত্তরঃ একটি ভারী আয়তনহীন বস্তুকণাকে ওজনহীন, নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দিলে এটি যদি ঘর্ষণ এড়িয়ে স্বাধীনভাবে একটি উলম্ব তলে দুলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে। একটি সেকেন্ড দোলক এক ধরনের সরল দোলক যার দোলনকাল 2 s । যেহেতু দোলক একটি ওজনহীন, নমনীয় অপ্রসারণশীল সুতা দ্বারা যুক্ত থাকে এবং স্বাধীনভাবে উলম্ব তলে প্রতি 2 সেকেন্ডে একটি পূর্ণ দোল দেয়। তাই বলা যায় সেকেন্ড দোলক এক ধরণের সরল দোলক।

১৮। পর্যায়বৃত্ত গতির গতিপথ কেমন হয়? [ব. বো. ২১]

উত্তরঃ পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। এ গতির গতিপথ বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে। যেমনঃ ঘড়ির কাঁটার গতি বৃত্তাকার, সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর গতি উপবৃত্তাকার এবং স্প্রিং এর গতি সরলরৈখিক।

১৯। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলে উহার ত্বরণ কী শূন্য হবে? ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২১; চ. বো. ২১]

উত্তরঃ সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলেও উহার ত্বরণ শূন্য হবে না; একটি নির্দিষ্ট মান থাকবে।

আমরা জানি, সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার বেগ,

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

বেগ শূন্য হলে,

$0 = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$\Rightarrow A^2 - x^2 = 0$

$\therefore x = \pm A$

আবার, ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$

যখন, $x = \pm A$;

তখন, $a = -\omega^2(\pm A) = \pm\omega^2 A$

অর্থাৎ সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলেও উহার ত্বরণ শূন্য হবে না।

২০। কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সরলদোলন গতি-ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২১]

উত্তরঃ কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সরল দোলন গতি নয় তবে পর্যায়বৃত্ত গতি।

যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়। তাহলে বস্তুর এ গতিকে সরল দোলন গতি বলে। কিন্তু কক্ষপথে পৃথিবীর গতি যে বিন্দু থেকে শুরু হয় সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় না। আবার, পৃথিবীর ত্বরণ এর সরণের সমানুপাতিক হয় না। পৃথিবীর যে বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে, একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর সেই বিন্দুকেই অতিক্রম করে। তাই পৃথিবীর গতি পর্যায়বৃত্ত গতি হলেও সরল দোলন গতি নয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

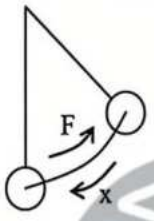
২১। সরল দোলগতি পর্যাবৃত্তগতি; কিন্তু পর্যাবৃত্তগতি সরল দোলগতি নয়– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২২]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তবে এর গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। এ গতিপথ বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার, সরলরৈখিক বা আরো জটিল হতে পারে।

আবার, কোনো দোলনরত বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে এ গতিকে সরল দোলন গতি বলে। সরল দোলনগতির গতিপথ সরলরৈখিক। অর্থাৎ সরল দোলন গতিতে পর্যায়বৃত্ত গতির সকল বৈশিষ্ট্য থাকলেও সকল পর্যায়বৃত্ত গতিতে সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য থাকে না। তাই সরল দোলগতি পর্যায়বৃত্ত গতি, কিন্তু পর্যাবৃত্ত গতি সরল দোলগতি নয়।

২২। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী– ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২৩]

উত্তর: সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণাকে নির্দিষ্ট বলে টানলে এর বিপরীতে প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে। এই বল গতিশীল কণাকে সাম্যাবস্থানের দিকে টানে। তবে গতিজড়তার কারণে কণাটি সাম্যাবস্থান থেকে দূরে যেতে থাকে। অর্থাৎ প্রত্যয়নী বল সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হয়।



$\therefore F \propto -x$

$\Rightarrow a \propto -x$ [$\because F = ma$ এবং m ধ্রুবক]

অর্থাৎ বল বিপরীতমুখী হওয়ায় কণার ত্বরণও সরণের বিপরীতমুখী হয়।

২৩। কালিক পর্যাবৃত্তি ব্যাখ্যা করো। [রা. বো. ২১]

উত্তর: কোনো রাশি বা ফাংশনের মান যদি এমন হয় যে, নির্দিষ্ট সময় পরপর সেটি একই মান গ্রহণ করে, তবে তাকে কালিক পর্যাবৃত্তি বলে।

যেমন, ১৬ ডিসেম্বর আমাদের জাতীয় বিজয় দিবস, ঘড়ির কাঁটার গতি, সরল দোলকের বা স্প্রিং-এর গতি, আমাদের বাড়ি ঘরে ব্যবহৃত পর্যাবৃত্ত বা দিক পরিবর্তী প্রবাহ যা প্রতি 0.02 সেকেন্ড পরপর একই মান গ্রহণ করে। কালিক পর্যাবৃত্তি হার বা কম্পাঙ্ককে প্রতি সেকেন্ড এককে পরিমাপ করা যায়।

২৪। সরল ছন্দিত স্পন্দন বলতে কী বুঝ? [ব. বো. ২২]

উত্তর: যখন কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় তাহলে বস্তুর ঐ গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে।

$\therefore$ সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে, $a \propto -x$

যেহেতু বল ত্বরণের সমানুপাতিক,

$\therefore F \propto -x$

$\Rightarrow F = -kx$

এক্ষেত্রে k হলো স্প্রিং ধ্রুবক। আর F হলো প্রত্যয়নী বল, যা সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে সর্বদা সাম্যবস্থানের দিকে ক্রিয়া করে।

২৫। দোলনরত একটি সরল দোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

উত্তর: দোলনরত সরল দোলক সাম্যাবস্থায় আসলে এর উপর প্রযুক্ত বল শূন্য হয় ফলে ত্বরণ শূন্য হয় কিন্তু বেগ শূন্য হয় না। বরং সাম্যাবস্থায় দোলকটির বেগ সর্বোচ্চ হয়। বেগ থাকার ফলে দোলকটি গতি জড়তার কারণে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। তাই সরলদোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না।

২৬। সুষম বৃত্তাকার গতি কী সরল ছন্দিত গতি– ব্যাখ্যা করো। [সি. বো. ২১]

উত্তর: সুষম বৃত্তকার গতি সরল ছন্দিত গতি নয়।

আমরা জানি, যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে বস্তুর এ গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে। অর্থাৎ সরল ছন্দিত গতির $a \propto -x$। যা বৃত্তকার গতির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হয় না। সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার উল্টা দিকে যায়। কিন্তু সুষম বৃত্তাকার গতি সর্বদা একই দিকে চলে। তাই সুষম বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতি নয়।

২৭। সাম্যবস্থান হতে সরণের পরিবর্তনের একটি ববের বেগ কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ব্যাখ্যা করো। [কু. বো. ২১]

উত্তর: আমরা জানি, সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার বেগ,

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

যেখানে, ω (কম্পাঙ্ক) ও A (বিস্তার) উভয়ই একটি নির্দিষ্ট দোলকের ক্ষেত্রে ধ্রুবক। তাই সাম্যাবস্থানে সরণ $x = 0$ হওয়ায় বেগ $v = \omega A$; অর্থাৎ সর্বোচ্চ। আর সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো দিকে সরণ যত বাড়তে থাকে বেগ তত কমতে থাকে। ববটি যখন সর্বোচ্চ বিন্দুতে পৌছায় তখন $v = 0$ হয়। তাই বলা যায়, সাম্যাবস্থান হতে সরণ বাড়লে বেগ কমে এবং সরণ কমলে বেগ বাড়ে।

২৮। সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ কি না? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৯]

উত্তর: আমরা জানি, সরল দোলগতির জন্য সাম্যাবস্থান থেকে x দূরত্বে ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$.

উপরোক্ত সম্পর্ক থেকে এটি স্পষ্ট যে x এর সর্বোচ্চ মানের জন্য ত্বরণের মান সর্বোচ্চ হয়। অতএব, সরল দোলগতির ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ অবস্থানে x এর মান সর্বোচ্চ বলে সেখানে ত্বরণের মান সর্বোচ্চ।

২৯। একটি দোলক ঘড়ির দোলনকাল 2.5 s হলে এটি সঠিক সময় দিবে কি? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

উত্তর: আমরা জানি, দোলক ঘড়ি প্রতি সেকেন্ডে একটি করে বীট দেয়। প্রতি মিনিটে 60টি এবং প্রতি ঘন্টায় 3600টি বীট দেয়। এখন দোলক ঘড়ির দোলনকাল 2.5 s হলে 3600 টি বীট দিতে এর $\frac{2.5}{2} \times 3600 = 4500$ s তথা 1.25 ঘন্টা সময় লাগবে। অর্থাৎ দোলক ঘড়িটি ধীরে চলবে। ফলে এটি সঠিক সময় দিবে না।

৩০। সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণটি ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৫]

উত্তর: সরল দোলন গতিতে চলমান কোনো বস্তুকণার t সময়ে সরণ x হলে, এর গতির অন্তরক সমীকরণ হবে, $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

এখানে, ω = কণাটির কৌণিক বেগ, এই সমীকরণটিকে সমাধান করে পাওয়া যায়, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

এক্ষেত্রে বেগ, $v = \frac{dx}{dt}$

$= A\omega\cos(\omega t + \delta)$

এবং ত্বরণ $a = \frac{dv}{dt}$

$= -A\omega^2\sin(\omega t + \delta)$

$= -\omega^2 x$

অর্থাৎ, ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী।

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩১। সমবেগে চলন্ত লিফটে দোলকের দোলনকাল পরিবর্তন হয় না কেন?

উত্তর: দোলকের ক্ষেত্রে, পর্যায়কাল বা দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\therefore T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$$

দোলনকাল ও অভিকর্ষজ ত্বরণ পরস্পর ব্যাস্তানুপাতিক। অভিকর্ষজ ত্বরণ বাড়লে দোলনকাল হ্রাস পাবে এবং কমলে দোলনকাল বাড়বে।

সমত্বরণে লিফট উপরে উঠলে সেক্ষেত্রে দোলকের উপর কার্যকর ত্বরণ হবে $(g + a)$। ফলে ত্বরণ বাড়ার কারণে দোলনকাল হ্রাস পাবে। লিফটে নিচে নামার ক্ষেত্রে ঠিক উল্টো ঘটনা ঘটবে। কিন্তু সমবেগে লিফট উপরে উঠার ক্ষেত্রে কোনে লব্ধি কার্যকর বল ক্রিয়া করে না ফলে ত্বরণ বৃদ্ধি পাওয়ার কোনোরূপ সম্ভাবনা থাকে না। এজন্য সমবেগে চলন্ত লিফটে দোলকের দোলনকালের কোনোরূপ পরিবর্তন হয় না।

৩২। সমত্বরণে চলন্ত লিফটে দোলকের দোলনকাল কীরূপ হয়?

উত্তর: সমত্বরণে লিফট যদি উপরের দিকে উঠতে থাকে তবে এর অভ্যন্তরে অবস্থিত দোলকের ওপর কার্যকর ত্বরণ এর মান বৃদ্ধি পায় ফলে দোলনকাল কমে যায়।

অর্থাৎ কার্যকর ত্বরণ $= g + a$

লিফট যখন সমত্বরণে নিচে নামে তখন কার্যকর ত্বরণ কমে যায়, ফলে দোলনকাল বৃদ্ধি পায়।

অর্থাৎ কার্যকর ত্বরণ $= g - a$

৩৩। বাস্তব প্রকৃতিতে সরল দোলক পাওয়া যায় না কেন?

উত্তর: বাস্তবে সংজ্ঞানুসারে সরল দোলক পাওয়া যায় না। কারণ ওজনহীন সম্পূর্ণ নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা, আয়তনহীন বস্তু পাওয়া সম্ভব নয়। শুধুমাত্র গাণিতিক সুবিধার জন্য এ দোলক ব্যবহার করা হয়। বাস্তবক্ষেত্রে একটি পাকহীন সুতার সাহায্যে নির্দিষ্ট গাণিতিক আকারে একটি ক্ষুদ্র ধাতব বস্তুকে কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিলে সুতাসহ ধাতব বস্তুকে সরল দোলক বলে।

৩৪। একটি স্প্রিংকে খণ্ডিত করলে এর ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কী? [ঢা. বো. ২৩]

উত্তর: একটি স্প্রিং-কে খণ্ডিত করলে এর ধ্রুবক বেড়ে যায়। আমরা জানি, স্প্রিং-এর ক্ষেত্রে স্প্রিং ধ্রুবক স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক।

$$\therefore k \propto \frac{1}{l}$$

স্প্রিং-কে খণ্ডিত করলে এর দৈর্ঘ্য কমে যায়, তাই স্প্রিং ধ্রুবক বেড়ে যাবে। অর্থাৎ এর ধ্রুবকের পরিবর্তন হবে।

৩৫। একটি ভূ-স্থির উপগ্রহের স্প্রিং ভর ব্যবস্থায় দোলনকাল কেমন হবে? [চ. বো. ২৩]

উত্তর: একটি ভূ-স্থির উপগ্রহে স্প্রিং ভর ব্যবস্থায় দোলনকাল পৃথিবীতে স্প্রিংয়ের দোলনকালের সমান হবে।

আমরা জানি, স্প্রিং ব্যবস্থার দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

যেখানে, m = স্প্রিংয়ে ঝুলন্ত ভর, k = স্প্রিং ধ্রুবক।

কোনো বস্তুর ভর এবং স্প্রিং ধ্রুবক মহাবিশ্বের সকল স্থানে ধ্রুবক। তাই স্প্রিং ভর ব্যবস্থাকে ভূ-স্থির উপগ্রহে নেয়া হলেও এর দোলনকালের কোনো পরিবর্তন হবে না। অর্থাৎ পৃথিবীতে এর দোলনকালের সমান থাকবে।

৩৬। কোন সময়ে সরল দোলকের গতি সরলরৈখিক হয়। ব্যাখ্যা করো। [ঢা. বো. ২৩]

উত্তর: সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর কম হলে এর গতি সরলরৈখিক হয়। সরল দোলকে দোলন সৃষ্টি করলে এটি নিজের কার্যকারী দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তচাপে ঘূর্ণায়মান হয়। এই বৃত্তচাপ ব্যাসার্ধের তুলনায় খুব ছোট হলে বৃত্তচাপটি প্রায় সরলরৈখিক হয়। ফলে সরল দোলকের গতি সরলরৈখিক হয়। আবার, কৌণিক সরণ 4° এর কম হলে বৃত্তচাপ সরলরৈখিক হয়। তাই বলা যায়, কৌণিক বিস্তার 4° এর কম হলে সরল দোলকের গতি সরলরৈখিক হয়।

৩৭। একটি সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 3°; এর গতি সরল ছন্দিত হবে কিনা– ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ১৫]

উত্তর: আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ সমীকরণটি কৌণিক বিস্তার 4°বা এর চেয়ে কম মানের জন্যই প্রযোজ্য। কারণ, মান কম হলে বা ক্ষুদ্র হলে $\tan\theta = \sin\theta$ রেডিয়ান বিবেচনা করা যায়। এই শর্ত থেকে সমীকরণটি প্রতিষ্ঠিত। কৌণিক বিস্তার 4° এর বেশি হলে ববের গতিপথ সরল রৈখিক হবে না, এমনকি ত্বরণও সরণের সমানুপাতিক হবে না। ফলে সরল দোলকের গতি সরল দোলগতি সম্পন্ন হয় না। এ জন্যই সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4°এর মধ্যে রাখা হয়। অতএব সরল দোলকটির কৌণিক বিস্তার 3° হলে এর গতি সরল ছন্দিত হবে।

৩৮। পাহাড়ের ওপর দোলক ধীরে চলে কেন?

উত্তর: খনির ভেতর বা পাহাড়ের চূড়ায় g এর মান কম। আবার দোলনকাল g এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। কাজেই একটি দোলককে পাহাড়ের ওপর বা খনিতে নিলে এর দোলনকাল বেড়ে যায়। ফলে দোলক ধীরে চলে।

৩৯। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য কী বিভিন্ন হতে পারে? ব্যাখ্যা করো। [ব. বো. ২১]

উত্তর: পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভিন্ন তাই সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্যও বিভিন্ন হবে।

আমরা জানি, সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2}g$$

$$\therefore L \propto g \quad [\because \text{সেকেন্ড দোলকের } T = 2 \text{ sec, যা ধ্রুবক}]$$

অর্থাৎ সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য = L, অভিকর্ষজ ত্বরণ = g এর এর সমানুপাতিক। যেহেতু পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভিন্ন। ফলে সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল ধ্রুব রাখতে g-এর মানের পরিবর্তনের সাথে সাথে L-এর মানেরও পরিবর্তন হতে হবে। তাই যেখানে g-এর মান বেশি সেখানে কার্যকরী দৈর্ঘ্য বেশি এবং যেখানে g-এর মান কম সেখানে কার্যকরী দৈর্ঘ্য কম।

৪০। সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয় কেন? [সি. বো. ১৬]

উত্তর: সেকেন্ড দোলক সেই দোলককেই বলা যায় যার দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে সরল দোলকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে। কিন্তু সকল সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড নাও হতে পারে, কম বা বেশি হতে পারে। সেই সরল দোলক গুলোকে কখনোই সেকেন্ড দোলক বলা যায় না। সুতরাং সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয়।

৪১। দোলায়মান সেকেন্ড দোলক কোনো শব্দ উৎপন্ন করে না কেন?

উত্তর: সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল, $T = 2$ sec

কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক 0.5 Hz যা খুবই কম বলে আমাদের কানে শব্দের অনুভূতি সৃষ্টি হয় না। মানুষের শ্রাব্যতার সীমা 20 Hz হতে 20000 Hz। 20 Hz এর নিচে এবং 20000 Hz এর উপরে কোন শব্দ আমরা শুনতে পাই না।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

পর্যায়বৃত্তি ও পর্যায়বৃত্ত গতি

১। ঘড়ির কাঁটার গতি কোন গতির উদাহরণ? [ম. বো. ২১]
ক পর্যাবৃত্ত গতি খ স্পন্দন গতি
গ সরলরৈখিক গতি ঘ আপেক্ষিক গতি
উত্তর: ক পর্যাবৃত্ত গতি
ব্যাখ্যা: যখন কোনো গতির নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে পুনরাবৃত্তি ঘটে তাকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। উদাহরণ: ঘড়ির কাঁটার গতি, পৃথিবীর আহ্নিক গতি ও বার্ষিক গতি, সরলদোলকের গতি, কম্পমান সুরশালাকার গতি ইত্যাদি।

২। কালিক পর্যায়ক্রমের উদাহরণ কোনটি? [সি. বো. ২১]
ক স্কেলের উপর দাগ
খ শার্টের ডোরাকাটা দাগ
গ গিটারের তারের গতি
ঘ কঠিন পদার্থের কেলাসের মধ্যে অণু
উত্তর: গ গিটারের তারের গতি
ব্যাখ্যা: কালিক পর্যাবৃত্তি হলো সেসব ঘটনা যা একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে। যেমন– ঘড়ির সেকেন্ড বা মিনিটের কাঁটা যথাক্রমে 60 s বা 60 min পরপর, ঘণ্টার কাঁটা 12 ঘণ্টা পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে, পৃথিবী সূর্যের চারদিকে 365 দিনে একবার ঘুরে আসে, পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করতে চাঁদের 30 দিন সময় লাগে ইত্যাদি।

৩। পর্যাবৃত্ত গতির গতি পথ হতে পারে–
(i) বৃত্তাকার
(ii) উপবৃত্তকার
(iii) সরলরৈখিক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: পর্যাবৃত্ত গতিতে চলমান গতিপথ নির্দিষ্ট এবং এই গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট জ্যামিতিক রূপ, যেমন– সরলরেখা, বৃত্ত, উপবৃত্ত ইত্যাদি থাকতে পারে, আবার নাও পারে।

সরল ছন্দিত গতি বা সরল দোলন গতি

৪। নিচের কোনটি দোলন গতির উদাহরণ? [সম্মিলিত বোর্ড. ২১]
ক ঘড়ির কাঁটার গতি খ সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর গতি
গ বৈদ্যুতিক পাখার গতি ঘ সুরশলাকার গতি
উত্তর: ঘ সুরশলাকার গতি
ব্যাখ্যা: কোনো অগ্রপশ্চাৎ পর্যাবৃত্ত গতিকে দোলন গতি বা স্পন্দন গতি বলে। উদাহরণ– সরলদোলকের গতি, কম্পনশীল সুরশলাকা ও গিটারের তারের গতি, কঠিন বস্তুতে পরমাণুর স্পন্দন, বাতাসের মধ্য দিয়ে শব্দ তরঙ্গ সঞ্চালনের সময় বাতাসের অণুর স্পন্দন।

৫। স্বল্প বিস্তারে সরল দোলকের গতি কোন ধরনের গতি?
ক সরল দোলন গতি খ স্পন্দন গতি
গ পর্যাবৃত্তগতি ঘ সরলরৈখিক গতি
উত্তর: ক সরল দোলন গতি
ব্যাখ্যা: স্বল্প বিস্তারে (4° এর নিচে) সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি।

৬। নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দন? [কু. বো. ২৩]
ক সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি
খ ঘড়ির কাঁটার শীর্ষবিন্দুর গতি
গ কম্পনশীল সুর শলাকার বাহুর গতি
ঘ যে কোনো বিস্তারে সরল দোলকের গতি
উত্তর: গ কম্পনশীল সুর শলাকার বাহুর গতি
ব্যাখ্যা: যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে বস্তুর এ গতিকে সরল দোলন গতি বা সরল দোল গতি বা সরল ছন্দিত গতি বলে। উদাহরণ– কম্পমান সুরশলাকার গতি, স্বল্পবিস্তারে কোনো সরল দোলকের গতি, কোনো স্প্রিং এর এক প্রান্ত দৃঢ় অবস্থানে আটকে অপর প্রান্তে একটি ভারী বস্তু ঝুঁলিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে তার গতি ইত্যাদি।

৭। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ ও এর সরণের মধ্যে সম্পর্ক হলো– [চ. বো. ২৩; রা. বো. ২১]
ক ব্যস্তানুপাতিক খ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
গ সমানুপাতিক ঘ বর্গের সমানুপাতিক
উত্তর: গ সমানুপাতিক
ব্যাখ্যা: সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান হতে তার সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী।
অর্থাৎ, $F \propto -x$
$\therefore F = -kx$ [যেখানে, k = ধ্রুবক]

৮। সরলছন্দিত স্পন্দন গতির ত্বরণ ও সরণের সম্পর্কটি হলো– [ব. বো. ২১]
ক সমমুখী খ বিপরীতমুখী
গ স্থির ঘ ব্যস্তানুপাতিক
উত্তর: খ বিপরীতমুখী

৯। সরল ছন্দিত গতির প্রত্যায়নী বলের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [ব. বো. ২৪]
ক নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে খ হুকের সূত্র মেনে চলে না
গ সরণের ব্যস্তানুপাতিক ঘ সাম্যাবস্থান অভিমুখী নয়
উত্তর: ক নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে
ব্যাখ্যা: কোনো কণার উপর ক্রিয়াশীল বল F এবং সরণ x হলে সরল দোলন গতির ক্ষেত্রে, $F \propto -x$ বা, $F = -kx$; যেখানে k ধ্রুবক।
নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি, বস্তুর ভর m এবং সরণ a হলে, $F = ma \therefore ma = -kx$

১০। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [য. বো. ২৩]
ক সরণ সর্বনিম্ন, বেগ সর্বোচ্চ খ সরণ সর্বাধিক, বেগ অসীম
গ সরণ সর্বাধিক, বেগ সর্বাধিক ঘ সরণ সর্বনিম্ন, বেগ সর্বনিম্ন
উত্তর: ক সরণ সর্বনিম্ন, বেগ সর্বোচ্চ
ব্যাখ্যা: সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার বেগ v তার সরণ x এর উপর নির্ভরশীল হলে, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$
যখন, $x = 0$ তখন $v = v_{max} = \omega A$
যখন, $x = A$ তখন $v = v_{min} = 0$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১। সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? [ব. বো. ১৭]

ক কণার সরণ সাইনের বা কোসাইনের আপেক্ষক
খ বলের দিক সাম্যবিন্দু অভিমুখী
গ সাম্যবিন্দুতে গতিশক্তি সবচেয়ে কম
ঘ ত্বরণের মান সরণের বিপরীতমুখী

উত্তর: গ সাম্যবিন্দুতে গতিশক্তি সবচেয়ে কম

ব্যাখ্যা: সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণ এর সমধান,

$x = A\sin(\omega t + \delta)$ অথবা, $x = B\cos(\omega t + \varphi)$

আবার, ত্বরণ $a \propto -x$ অর্থাৎ ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা সাম্যাবস্থান অভিমুখী থাকে। আমরা জানি, সাম্যাবস্থানে $(x = 0)$ বেগ সর্বোচ্চ $(v_{max} = \omega A)$ থাকায় গতিশক্তি সর্বোচ্চ হবে।

১২। সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল কোনো কণার দোলনকাল বল ধ্রুবকের– [কু. বো. ১৬]

ক সমানুপাতিক
খ বর্গের সমানুপাতিক
গ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
ঘ বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: ঘ বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

সরল ছন্দিত গতির পর্যায়কাল বল ধ্রুবক k এর উপর নির্ভরশীল।

$\therefore T \propto \frac{1}{\sqrt{k}}$

১৩। সরল দোলগতি সম্পন্ন কোনো বস্তুর বার বার দোল দেয়ার কারণ– [ঢা. বো. ২৪, ২৩; চ. বো. ১৬]

(i) স্থিতিজড়তা
(ii) গতি জড়তা
(iii) প্রত্যয়নী বল
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii
খ ii ও iii
গ i ও iii
ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $F = -kx$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন (–) দ্বারা বুঝানো হয়েছে, প্রত্যয়নী বল $\vec{F}$ সব সময় সরণ $\vec{x}$ এর বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল। সর্বোচ্চ বিস্তার $x = A$ এর জন্য প্রত্যয়নী বলের মান হবে kA যা সরণের বিপরীতে কাজ করে সরলদোলককে গতিশীল রাখে। আবার যখন, $F = 0$ তখন দ্রুতি সর্বোচ্চ। এই সর্বোচ্চ বেগ বা গতিজড়তার কারণে সরল দোলক সাম্যাবস্থান $x = 0$ থেকে সর্বাধিক বিস্তার $x = A$ তে পৌছাতে পারে।

১৪। সরলছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য– [রা. বো. ১৯]

(i) গতি পর্যাবৃত্ত
(ii) ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক
(iii) গতি সরলরৈখিক
নিচের কোনটি সঠিক?'

ক i ও ii
খ i ও iii
গ ii ও iii
ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য–

- ✓ এই গতি পর্যাবৃত্ত গতি হবে।
- ✓ বস্তুর গতি সরল রৈখিক হতে হবে।
- ✓ বস্তুর গতি স্পন্দন গতি হবে।
- ✓ বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল প্রত্যয়নী বল বা এর কারণে সৃষ্ট ত্বরণ বস্তুর সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হতে হবে।
- ✓ প্রত্যয়নী বল বা এর কারণে সৃষ্ট ত্বরণ চলার পথের নির্দিষ্ট বিন্দু তথা সাম্যাবস্থানমুখী হতে হবে।

১৫। সরল ছন্দিত গতিতে– [সি. বো. ১৭]

(i) বস্তুর ত্বরণ বস্তুর সরণের সমানুপাতিক
(ii) ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী হয়
(iii) ক্রিয়াশীল বল বিপরীত বর্গের সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii
খ ii ও iii
গ i ও iii
ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

১৬। সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কোনো কণার সরণ সর্বোচ্চ হবে যখন– [য. বো. ২২]

(i) বেগ সর্বনিম্ন
(ii) ত্বরণ সর্বোচ্চ
(iii) বল সর্বোচ্চ
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii
খ i ও iii
গ ii ও iii
ঘ i, ii ও iii

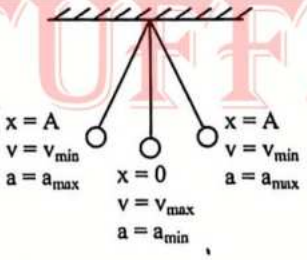
উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: সর্বোচ্চ সরণ $x_{max} = A$ হবে যখন,

$v = v_{min} = 0$

$a = a_{max} = -\omega^2 A$

যেহেতু ত্বরণ বলের সমানুপাতিক সুতরাং ত্বরণ যেখানে সর্বোচ্চ, বল সেখানে সর্বোচ্চ হবে।



১৭। সরল ছন্দিত স্পন্দনগতি সম্পন্ন কোনো কণার ক্ষেত্রে– [চ. বো. ১৬]

(i) কণার বেগ সাম্যাবস্থানে সর্বোচ্চ হয়
(ii) সরণ বৃদ্ধির সাথে সাথে বেগ হ্রাস পেতে থাকে
(iii) বিস্তারের প্রান্তে বেগ শূন্য হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i
খ iii
গ ii ও iii
ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

যখন, $x = 0$ তখন $v = \omega\sqrt{A^2 - 0} = \omega A = v_{max}$

যখন, $x = A$ তখন, $v = \omega\sqrt{A^2 - A^2} = 0 = v_{min}$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৮। সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার বেগ– [সি. বো. ১৬]
(i) মধ্যবিন্দুতে সর্বোচ্চ
(ii) সর্বোচ্চ সরণে শূন্য
(iii) সাম্যাবস্থায় সর্বনিম্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ক i ও ii

১৯। সরল ছন্দিত গতিতে সাম্যাবস্থা হলে, T সেই বিন্দু যেখানে–
(i) $x = 0, a_x = 0$
(ii) $x = 0, F_x = 0$
(iii) $v_x = 0, P_x = 0$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ক i ও ii
ব্যাখ্যা: $a = -\omega^2 x$
যখন, $x = 0$ তখন $a = 0 = a_{min}$
যখন, $x = A$ তখন $a = -\omega^2 A = a_{max}$
আবার, $x = 0$ হলে প্রত্যয়নী বল,
$F = -kx = -k \times 0 = 0$ হবে।

২০। যদি সরলদোল গতি সুষম বৃত্তাকার গতির অভিক্ষেপ হয় তবে– [য. বো. ২১]
(i) সরলদোল গতির বিস্তার, সুষম বৃত্তাকার গতির ব্যাসার্ধের সমান
(ii) উভয় গতির পর্যায়কাল একই হবে
(iii) সরলদোল গতির কৌণিক কম্পাংক সুষম বৃত্তাকার গতির কৌণিক বেগের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: সরল দোলন গতির সাথে সুষম বৃত্তাকার গতির সম্পর্ক:
✓ সুষম কৌণিক দ্রুতিতে গতিশীল কোনো কণার ক্ষেত্রে বৃত্তাকার পথের ব্যাসের উপর কণাটির অভিক্ষেপ সরল দোলন গতিসম্পন্ন হয়।
✓ সরল দোলন গতি এবং সুষম বৃত্তাকার গতির পর্যায়কাল একই হয়।
✓ সরল দোলন গতির কৌণিক কম্পাঙ্ক আর সুষম বৃত্তাকার গতির কৌণিক দ্রুতি একই হয়।
✓ সরল দোলন গতির বিস্তার বৃত্তের ব্যাসার্ধের সমান হয়।

২১। কোনো বস্তুতে স্পন্দন সৃষ্টি করা হলে, ঐ স্পন্দন বায়ুতে– [রা. বো. ১৯]
(i) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সঞ্চালিত হয়
(ii) মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণে মাধ্যমে সঞ্চালিত হয়
(iii) সরল ছন্দিত স্পন্দন সৃষ্টি করে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: বাতাসের মধ্য দিয়ে শব্দ তরঙ্গ সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে সঞ্চালিত হয় আর এই সঞ্চালনের সময় বাতাসের অণুর স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন সৃষ্টি করে। সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে ঘর্ষণ বা বায়ু প্রতিরোধের মতো বাহ্যিক শক্তির অনুপস্থিতিতে শক্তি সংরক্ষণ করা হয়। রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেম তাপ গ্রহণ বা বর্জন করে না।

সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণ ও ব্যবহার

২২। নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের ব্যবকলনীয় সমীকরণ? [য বো. ২৪]
ক $\frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 x$ খ $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$
গ $\frac{dx}{dt} = \omega^2 x$ ঘ $\frac{dx}{dt} = -\omega^2 x$
উত্তর: খ $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$
ব্যাখ্যা: সরল ছন্দিত স্পন্দনের ব্যবকলনীয় সমীকরণ–
$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$
$\therefore \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$

২৩। $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0$ সমীকরণ দ্বারা বর্ণিত গতিশীল কোনো কণার কম্পাঙ্ক– [কু. বো. ২৪]
ক $\frac{1}{\pi}$ Hz খ $\frac{2}{\pi}$ Hz
গ $\frac{8}{\pi}$ Hz ঘ $\frac{16}{\pi}$ Hz
উত্তর: খ $\frac{2}{\pi}$ Hz
ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 16x = 0$ .....(i)
সরলছন্দিত স্পন্দনের ব্যবকলনীয় সমীকরণ, $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ .....(ii)
(i) & (ii) তুলনা করে, $\omega^2 = 16 \Rightarrow \omega = 4 \Rightarrow 2\pi f = 4$
$\therefore f = \frac{2}{\pi}$ Hz

২৪। $5\frac{d^2x}{dt^2} + 180x = 0$ সমীকরণের কৌণিক কম্পাঙ্ক কত একক? [ব. বো. ২৩; অনুরূপ য. বো. ২১, ১৭; চা. বো. ১৭; চ. বো., সি. বো. ১৬]
ক 180 খ 36
গ 6 ঘ 5
উত্তর: গ 6
ব্যাখ্যা: $5\frac{d^2x}{dt^2} + 180x = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 36x = 0$
$\therefore \omega^2 = 36$
$\Rightarrow \omega = 6$ rads^{-1}

২৫। $2\frac{d^2y}{dt^2} + 50y = 0$ সমীকরণ অনুযায়ী একটি কণা সরল ছন্দিত গতিতে দুলছে। কণাটির পর্যায়কাল কত? [য. বো. ২৩]
ক 0.02 sec খ 0.796 sec
গ 1.25 sec ঘ 5 sec
উত্তর: গ 1.25 sec
ব্যাখ্যা: $2\frac{d^2y}{dt^2} + 50y = 0 \Rightarrow \frac{d^2y}{dt^2} + 25y = 0$
$\therefore \omega^2 = 25$
$\Rightarrow \omega = 5$ rads^{-1}
$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5} = 1.25$ sec

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৬। $5\frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0$ সমীকরণ অনুযায়ী সংশ্লিষ্ট কণাটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য রাশিসমূহ হল– [ঢা. বো. ২৪]

(i) কম্পাংক 5 একক
(ii) কৌণিক বেগ 5 একক
(iii) কৌণিক কম্পাংক 5 একক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ ii ও iii

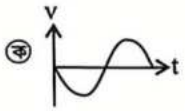
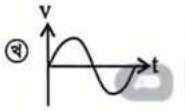
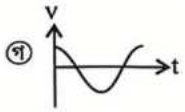
ব্যাখ্যা: $5\frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 25x = 0$

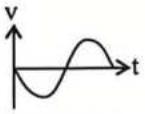
$\therefore \omega^2 = 25$

$\Rightarrow \omega = 5 \text{ rads}^{-1}$

সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণের সমাধান ও ব্যবহার

২৭। সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার গতির সমীকরণ $x = a\cos\omega t$ হলে বেগ (v) বনাম সময় (t) লেখচিত্র হবে নিচের কোনটি? [ব. বো. ২৪]

ক 
খ 
গ 
ঘ

উত্তর: ক 

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $x = a\cos\omega t$

$\Rightarrow \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(a\cos\omega t)$

$\therefore v = -\omega a\sin\omega t$

এখানে বেগ-সময় লেখচিত্র sin ফাংশন হিসেবে ক্রিয়াশীল তাই বেগ-সময় লেখচিত্রটি sin এর লেখচিত্র হবে।

২৮। সময়ের সাপেক্ষে অন্তরকলন করে সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন বস্তুর সরনের সমীকরণ থেকে কী পাওয়া যায়? [য. বো. ২২]

ক কম্পাঙ্ক খ পর্যায়কাল
গ বেগ ঘ ত্বরণ

উত্তর: গ বেগ

ব্যাখ্যা: $x = A\sin(\omega t + \delta)$ সমীকরণকে সময়ের সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে সরলদোলন গতিসম্পন্ন কণার বেগ v পাওয়া যায়।

$\therefore v = \frac{dx}{dt} = \omega A\cos(\omega t + \delta)$

২৯। সরলছন্দিত স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণের সমীকরণ– [ব. বো. ১৫]

ক $a = A\sin\omega t$ খ $a = A\omega\cos\omega t$
গ $a = -A\omega^2\sin\omega t$ ঘ $a = A\omega^2\cos\omega t$

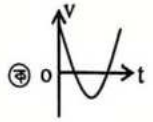
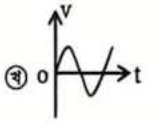
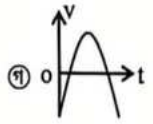
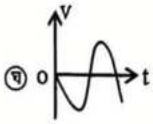
উত্তর: গ $a = -A\omega^2\sin\omega t$

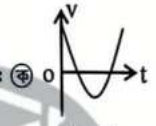
ব্যাখ্যা: $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$v = \frac{dx}{dt} = \omega A\cos(\omega t + \delta)$

$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$

৩০। সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোন কণার সরণের সমীকরণ $x = A\sin\omega t$ হলে বেগ-সময় লেখচিত্র হবে– [ম. বো. ২২]

ক 
খ 
গ 
ঘ 

উত্তর: ক 

ব্যাখ্যা: $v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(A\sin\omega t)$

$\therefore v = \omega A\cos\omega t$

এখানে, বেগ সময়ের cos ফাংশন হিসাবে ক্রিয়াশীল তাই বেগ-সময় লেখচিত্রটি cos এর লেখচিত্র হবে।

৩১। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি বস্তুর গতির সমীকরণ হচ্ছে $x = 6.0\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ meters, বিস্তার কত? [ব. বো. ১৯]

ক 1.0 m খ 0.0 m
গ 6.0 m ঘ 3.0 m

উত্তর: গ 6.0 m

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে,

$x = 6\cos\left(3\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$

সরলদোলন গতির অন্তরক সমীকরণ, $x = A\cos(\omega t + \delta)$

তুলনা করে পাই, বিস্তার $A = 6$ m।

৩২। সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার সমীকরণ $Y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$, কণাটির সর্বোচ্চ সরণ– [ব. বো. ১৯]

ক $\frac{1}{2}A$ খ A
গ $\frac{1}{2}\lambda$ ঘ λ

উত্তর: খ A

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $Y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$

যেখানে, বিস্তার = A

বিস্তার হলো সরল দোলন সম্পন্ন গতিশীল কণার সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে সর্বোচ্চ দূরত্ব।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৩। একটি বস্তুকণার সরল ছন্দিত গতির সমীকরণ, $x = 7 \sin 0.5\pi t$। সাম্যাবস্থান থেকে সর্বোচ্চ সরণে যেতে এটির সময় লাগে–

ক 0.5 s খ 1.0 s
গ 2.0 s ঘ 4.0 s

উত্তর: খ 1.0 s

ব্যাখ্যা: সর্বোচ্চ সরণ, $x = A = 7$

$\therefore x = 7 \sin(0.5\pi t)$

$\Rightarrow 7 = 7 \sin(0.5\pi t)$

$\Rightarrow \sin(0.5\pi t) = 1$

$\Rightarrow 0.5\pi t = \frac{\pi}{2}$

$\therefore t = 1$ s

৩৪। কোনো কণার স্পন্দন গতির সমীকরণ $x = 10 \sin(6\pi t + 3\pi)$। কণাটির কম্পাঙ্ক কত? [য. বো. ১৭]

ক 1.5 Hz খ 3 Hz
গ 6 Hz ঘ 10 Hz

উত্তর: খ 3 Hz

ব্যাখ্যা: সমীকরণ হতে, $A = 10$; $\omega = 6\pi$

$\therefore f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{6\pi}{2\pi} = 3$ Hz

৩৫। একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার সমীকরণ $y = 10 \sin\left(12t - \frac{\pi}{6}\right)$ m, কণাটির সর্বোচ্চ বেগ কত হবে? [রা. বো. ২৩]

ক $1440\ ms^{-1}$ খ $120\ ms^{-1}$
গ $12\ ms^{-1}$ ঘ $10\ ms^{-1}$

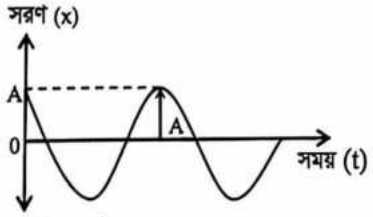
উত্তর: খ $120\ ms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $y = A\sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনায়,

$A = 10$ m, $\omega = 12\ rads^{-1}$

$\therefore v_{max} = \omega A = 12 \times 10 = 120\ ms^{-1}$

৩৬। সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল একটি কণার সরণ বনাম সময় লেখচিত্র দেখানো হলো– [দি. বো. ১৯]



কণাটির আদি দশা কত?

ক π খ $\frac{\pi}{2}$
গ $\frac{\pi}{4}$ ঘ 0

উত্তর: খ $\frac{\pi}{2}$

ব্যাখ্যা: চিত্র হতে, সরণের সমীকরণ, $x = A\cos\omega t$

$\therefore x = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

$\therefore \delta = \frac{\pi}{2}$

৩৭। দুটি স্পন্দনরত কণার সরণ যথাক্রমে $x = A\sin\omega t$ এবং $x = A\cos\omega t$ হলে এদের মধ্যকার দশা পার্থক্য কত? [য. বো. ২১]

ক 0 খ $\frac{\pi}{2}$
গ π ঘ 2π

উত্তর: খ $\frac{\pi}{2}$

ব্যাখ্যা: সরলছন্দিত স্পন্দনরত কণার গতির সমীকরণ, $x = A\sin(\omega t + \delta)$ যেখানে, x = সরণ, A = সর্বোচ্চ বিস্তার, ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক এবং δ = আদি দশা।

যখন, $\delta = 0$ তখন $x = A\sin\omega t$

যখন, $\delta = \frac{\pi}{2}$ তখন $x = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) = A\cos\omega t$

$\therefore$ কণা 2 টি মধ্যে দশা পার্থক্য $= \frac{\pi}{2} - 0 = \frac{\pi}{2}$

৩৮। সরলদোল গতিসম্পন্ন কোনো কণার গতির সমীকরণ, $x = 0.1 \sin\left(6\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ m, হলে এর– [চ. বো. ২২]

(i) পর্যায়কাল 3s
(ii) সর্বোচ্চ বেগ $1.88\ ms^{-1}$
(iii) আদি দশা $60°$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: সমীকরণ হতে, $\omega = 6\pi\ rads^{-1}$; $A = 0.1$ m

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{6\pi} = \frac{1}{3}$ sec

$v_{max} = \omega A = 6\pi \times 0.1 = 1.88\ ms^{-1}$

$\delta = \frac{\pi}{3} = 60°$

৩৯। সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কোনো কণার সরণের সমীকরণ $x = A\cos\omega t$, এক্ষেত্রে কণাটি- [রা. বো. ২১]

(i) এক প্রান্ত হতে যাত্রা শুরু করেছে
(ii) $t = \frac{T}{4}$ সময়ে সাম্যাবস্থানে থাকবে
(iii) $t = \frac{T}{2}$ সময়ে কণাটির যাত্রা শুরু বিন্দুর বিপরীত পাশে অবস্থান করবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: একটি কণা তার বিস্তারের একপ্রান্ত থেকে যাত্রা শুরু করলে,

$x = A\cos\omega t = A\cos\frac{2\pi}{T} \times t$

$t = \frac{T}{4}$ হলে $x = A\cos\frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{4} = A\cos\frac{\pi}{2} = 0$

যা সাম্যাবস্থান নির্দেশ করে।

$t = \frac{T}{2}$ হলে, $x = A\cos\frac{2\pi}{T} \times \frac{T}{2} = A\cos\pi = -A$

যা শুরুর প্রান্তবিন্দুর বিপরীত প্রান্তবিন্দু নির্দেশ করে।

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সরল দোলন গতি সংক্রান্ত রাশিমালা

৪০। দশা বলতে বুঝায়– [দি. বো. ২৪, ব. বো. ২১]

ক অবস্থান খ বেগ
গ ত্বরণ ঘ সবগুলো

উত্তর: ঘ সবগুলো

ব্যাখ্যা: সরলদোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার দশা বলতে ঐ কণার যেকোনো মুহূর্তে গতির সম্যক অবস্থা (সরণ, বেগ, ত্বরণ, বল), অবস্থান বা দিক বোঝায়।

৪১। $t = 0$ সময়ে সরলদোলন গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর দশাকে বলা হবে– [ব. বো. ২১]

ক কৌণিক দশা খ রেখিক দশা
গ আদি দশা ঘ তাৎক্ষণিক দশা

উত্তর: গ আদি দশা

ব্যাখ্যা: যাত্রা শুরু করার মুহূর্তে ($t = 0$) যে দশা থাকে তাকে প্রারম্ভিক বা আদি দশা বলে। সময়ের সঙ্গে প্রারম্ভিক দশা একই থাকে।

৪২। নিচের কোনটি শূন্য দশার সমতুল্য? [সি. বো. ২২]

ক $\pi/2$ খ π
গ $3\pi/2$ ঘ 2π

উত্তর: ঘ 2π

ব্যাখ্যা: $\delta = 0, 2\pi, 4\pi, \ldots$ একই দশা নির্দেশ করে,
আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$
$\delta = 0$ হলে, $x = A\sin\omega t$
$\delta = 2\pi$ হলে, $x' = A\sin(\omega t + 2\pi) = A\sin\omega t$
যেহেতু, $x = x'$ অর্থাৎ 2π শূন্য দশার সমতুল্য।

৪৩। সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণের সর্বোচ্চ অবস্থা হতে যাত্রা শুরু হলে আদি দশা কত? [রা. বো. ২১]

ক π খ $\frac{\pi}{2}$
গ $\frac{\pi}{4}$ ঘ 0

উত্তর: খ $\frac{\pi}{2}$

ব্যাখ্যা: $x = A\sin\alpha$
$\Rightarrow A = A\sin\alpha$
$\Rightarrow \sin\alpha = 1$
$\therefore \alpha = \frac{\pi}{2}$

৪৪। সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির কণার পাশাপাশি সর্বোচ্চ অবস্থান ও সাম্যাবস্থানের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? [ব. বো. ২৩; কু. বো. ১৬]

ক $\frac{\pi}{2}$ খ π
গ $\frac{3\pi}{2}$ ঘ 2π

উত্তর: ক $\frac{\pi}{2}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$
$\Rightarrow x = A\sin\theta$ [যেখান $\delta = 0, \omega t = \theta$ ধরে]
যখন, $x = A$ তখন, $\theta = \frac{\pi}{2}$
যখন, $x = 0$ তখন, $\theta = 0$
$\therefore$ স্পন্দনরত কণার সর্বোচ্চ অবস্থান ও সাম্যাবস্থানের মধ্যে দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$

৪৫। নিচের কোনটি সরল দোল গতির বেগের সঠিক রাশিমালা নির্দেশ করে? [দি. বো. ২৩]

ক $\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ খ $\omega(A^2 - x^2)$
গ $A\sin(\omega t + \delta)$ ঘ $A\cos(\omega t + \delta)$

উত্তর: ক $\omega\sqrt{A^2 - x^2}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$$v = \frac{dx}{dt} = \omega A\cos(\omega t + \delta)$$

$$\Rightarrow v = \omega A\sqrt{1 - \sin^2(\omega t + \delta)} = \omega A\sqrt{1 - \frac{x^2}{A^2}}$$

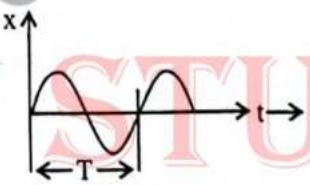
$$\therefore v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

৪৬। সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণা কত সময় পর পর একই দশাপ্রাপ্ত হয়? [দি. বো. ২২; ম. বো. ২১]

ক $\frac{2\pi}{\omega}$ খ $2\pi\omega$
গ $\frac{\pi}{\omega}$ ঘ $\frac{\omega}{2\pi}$

উত্তর: ক $\frac{2\pi}{\omega}$

ব্যাখ্যা:



আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$
t কে $T = \frac{2\pi}{\omega}$ পরিমাণ বৃদ্ধি করলে সরণ হয়,

$$x' = A\sin\left[\omega\left(t + \frac{2\pi}{\omega}\right) + \delta\right] = A\sin(\omega t + 2\pi + \delta)$$

$x' = A\sin(\omega t + \delta)$
$\because x = x'$
সুতরাং পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ সময় পর সরণের মান একই হচ্ছে।

৪৭। সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার সর্বোচ্চ সরণ কত হবে? [য. বো. ১৬]

ক $x_{max} = A$ খ $x_{max} = \omega^2 A$
গ $x_{max} = \omega A$ ঘ $x_{max} = \omega^2 x$

উত্তর: ক $x_{max} = A$

ব্যাখ্যা: সরলদোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে সর্বোচ্চ সরণকেই বিস্তার বলে। বিস্তারকে A দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪৮। সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ বেগ নির্দেশ করে কোনটি? [রা. বো. ১৬]

ক $\frac{\omega}{A}$ খ $\frac{A}{\omega^2}$

গ $A\omega$ ঘ $A^2\omega$

উত্তর: গ $A\omega$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

যখন, $x = 0$, $v = \omega\sqrt{A^2 - 0} = \omega A = v_{max}$

৪৯। সরলছন্দিত গতির সর্বোচ্চ সরণ ও সর্বোচ্চ বেগের অনুপাত–

ক $1/\omega$ খ ω

গ $a\omega^2$ ঘ ω^2

উত্তর: ক $1/\omega$

ব্যাখ্যা: $x_{max} = A$ এবং $v_{max} = \omega A$

$\therefore \frac{x_{max}}{v_{max}} = \frac{1}{\omega}$

৫০। সরল ছন্দিত গতিতে চলমান একটি বস্তুর বিস্তার 0.01 m ও কম্পাঙ্ক 12 Hz, বস্তুটির 0.005 m সরণে বেগ কত? [রা. বো. ১৭]

ক 0.03 ms^{-1} খ 0.3968 ms^{-1}

গ 0.5328 ms^{-1} ঘ 0.65264 ms^{-1}

উত্তর: ঘ 0.65264 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= 24\pi\sqrt{(0.01)^2 - (0.005)^2}$

$= 0.65297\ ms^{-1}$

$\omega = 2\pi f$

$= 2\pi \times 12$

$= 24\pi$

৫১। একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সর্বোচ্চ বেগ 0.03 ms^{-1}। কণাটির বিস্তার 0.006 m হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [কু. বো. ২১]

ক 3 rad s^{-1} খ 10 rad s^{-1}

গ 5 rad s^{-1} ঘ 7 rad s^{-1}

উত্তর: গ 5 rad s^{-1}

ব্যাখ্যা: $v_{max} = \omega A$

$\Rightarrow 0.03 = \omega \times 0.006$

$\therefore \omega = 5\ rads^{-1}$

৫২। সরলদোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ কত হবে? [কু. বো. ২১; য. বো. ১৫]

ক $a = \omega x^2$ খ $a = -\omega^2 x$

গ $a = -\omega x$ ঘ $a = \omega^2 x$

উত্তর: খ $a = -\omega^2 x$

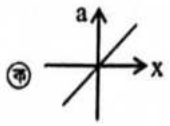
ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

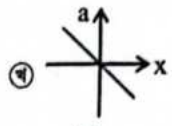
$\Rightarrow v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(A\sin(\omega t + \delta)) = \omega A\cos(\omega t + \delta)$

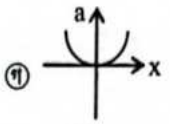
$\Rightarrow a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(\omega A\cos(\omega t + \delta)) = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$

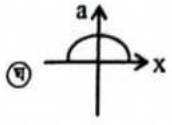
$\therefore a = -\omega^2 x$

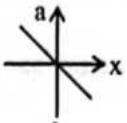
৫৩। সরলছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত একটি বস্তুর সরণের (x) সাথে ত্বরণের (a) পরিবর্তনের লেখচিত্র কোনটি? [য. বো. ২১]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: খ 

ব্যাখ্যা: $a = -\omega^2 x$

যা $y = mx$ এর অনুরূপ, যার ঢাল ঋণাত্মক।

তাই লেখচিত্রটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে।

৫৪। কোনো সরল ছন্দিত স্পন্দনরত বস্তুকণার বিস্তার A ও সরণ x হলে ত্বরণ সর্বনিম্ন হবে– [য. বো. ১৯]

ক $x = A$ অবস্থানে খ $x = \frac{A}{2}$ অবস্থানে

গ $x = \frac{A}{4}$ অবস্থানে ঘ $x = 0$ অবস্থানে

উত্তর: ঘ $x = 0$ অবস্থানে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $a = -\omega^2 x$

যখন, $x = 0$ তখন, $a = 0 = a_{min}$

যখন, $x = A$ তখন, $a = -\omega^2 A = a_{max}$

[ঋণাত্মক চিহ্ন বোঝায় ত্বরণ সরণের বিপরীত অভিমুখী]

৫৫। সরল ছন্দিত স্পন্দনশীল একটি কণার দোলনকাল 10 s। কোন সমীকরণটি এর ত্বরণ 'a' এবং সরণ 'x' এর সম্পর্ক প্রকাশ করে। [কু. বো. ২১; অনুরূপ ঢা. বো., চ. বো. ১৫]

ক $a = -(10\pi)x$ খ $a = -(20\pi)x$

গ $a = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$ ঘ $a = -(20\pi)^2 x$

উত্তর: গ $a = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$

ব্যাখ্যা: $a = -\omega^2 x = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 x = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$

৫৬। একটি সরল ছন্দিত গতির ত্বরণ $a = -bx$ দ্বারা প্রকাশ করা হলে (যেখানে, b ধ্রুবক এবং x হচ্ছে সরণ) এই গতির পর্যায় কাল = ?

ক $2\pi\sqrt{b}$ খ $2\pi/\sqrt{b}$

গ $2\pi/b$ ঘ $(2\sqrt{\pi})/b$

উত্তর: খ $2\pi/\sqrt{b}$

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, সরল ছন্দিত গতির ত্বরণ, $a = -bx$

আমরা জানি, $a = -\omega^2 x$

তুলনা করে পাই, $\omega^2 = b$

$\Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = b \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{b}$

$\therefore T = \frac{2\pi}{\sqrt{b}}$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৫৭। সরল ছন্দিত স্পন্দন কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণ যথাক্রমে 16 ms^{-1} ও 24 ms^{-2} হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক– [কু. বো. ২৩]

ক $\frac{3}{2}$ rad s^{-1} খ $\frac{2}{3}$ rad s^{-1}

গ $\frac{4\pi}{3}$ rad s^{-1} ঘ $\frac{3\pi}{4}$ rad s^{-1}

উত্তর: ক $\frac{3}{2}$ rad s^{-1}

ব্যাখ্যা: $v_{max} = \omega A$

$|a_{max}| = |-\omega^2 A|$

$\therefore \frac{|a_{max}|}{v_{max}} = \omega$

$\Rightarrow \frac{24}{16} = \omega$

$\therefore \omega = \frac{3}{2}$ rads^{-1}

৫৮। একটি সরলদোল গতিসম্পন্ন কণার সরণ 5 cm এবং এর ত্বরণ 80 cms^{-2} হলে এর পর্যায়কাল– [রা. বো. ২২]

ক $\frac{\pi}{4}$ খ $\frac{\pi}{2}$

গ π ঘ 2π

উত্তর: খ $\frac{\pi}{2}$

ব্যাখ্যা: $a = \omega^2 x$ [শুধু মান বিবেচনায়]

$\Rightarrow 80 = \omega^2 \times 5$

$\therefore \omega = 4$ rads^{-1}

$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 4$

$\therefore T = \frac{\pi}{2}$ sec

৫৯। m ভরের একটি বস্তু সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে? এর কৌণিক কম্পাংক হবে– [ম. বো. ২২]

ক $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ খ $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$

গ $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$ ঘ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

উত্তর: ঘ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

৬০। সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন 10 kg ভরের কোন বস্তুর কৌণিক কম্পাঙ্ক 10 rads^{-1} হলে বলধ্রুবক কত?

ক 1000 খ 10

গ 100 ঘ 0.1

উত্তর: ক 1000

ব্যাখ্যা: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$\Rightarrow k = m\omega^2$

$= 10 \times (10)^2$

$= 1000$ N/m

৬১। m ভরের একটি বস্তু সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে। এর পর্যায়কাল হবে– [সি. বো. ১৭, ১৫]

অথবা, নিচের কোনটি পর্যায়কাল ও বল ধ্রুবকের মধ্যকার সম্পর্ক নির্দেশ করে?

ক $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$ খ $T = 2\pi^2\sqrt{\frac{m}{k^2}}$

গ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ঘ $T = \frac{1}{2\pi}\frac{m}{k}$

উত্তর: গ $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$F = -kx$ এবং $F = ma$

$\therefore ma = -kx$

$\Rightarrow a = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$

এখন, $\omega^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \times \frac{m}{k}$

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৬২ ও ৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ নিম্নরূপ:

$Y = 10\sin(\omega t + \delta)$

৬২। যে কোনো সময়ে কণাটির বিস্তার A হলে, সাম্যাবস্থান থেকে 45° কোণে– [ম. বো. ২৪]

(i) সরণের মান $\pm\frac{A}{\sqrt{2}}$

(ii) বেগের মান $\pm\frac{\omega A}{\sqrt{2}}$

(iii) ত্বরণের মান $\pm\frac{\omega^2 A}{\sqrt{2}}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $y = 10\sin(\omega t + \delta)$

কণাটির যেকোনো সময়ে বিস্তার = A এবং

সাম্যাবস্থান থেকে কোণ, $\theta = \omega t = 45°$ হলে,

সরণ, $y = \pm A\sin 45° = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$ [যেখানে $\delta = 0°$]

বেগ, $v = \pm\omega A\cos 45° = \pm\frac{\omega A}{\sqrt{2}}$

ত্বরণ, $a = -\omega^2 y = \pm\frac{\omega^2 A}{\sqrt{2}}$

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬৩। সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার কম্পাঙ্ক-এর বল ধ্রুবকের–

ক সমানুপাতিক　　খ বর্গমূলের সমানুপাতিক
গ ব্যস্তানুপাতিক　　ঘ বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

উত্তর: খ বর্গমূলের সমানুপাতিক

ব্যাখ্যা: $\omega^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$

$\therefore \omega \propto \sqrt{k}$

৬৪। যদি পর্যায়কাল 3 sec এবং আদি দশা $\frac{\pi}{6}$ হলে, 16 sec পরে বেগের মান কত? [ম. বো. ২৪]

ক $11.56\ ms^{-1}$　　খ $11.72\ ms^{-1}$
গ $17.46\ ms^{-1}$　　ঘ $17.56\ ms^{-1}$

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই।

ব্যাখ্যা: $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3}$ rad/s

$y = 10\sin(\omega t + \delta)$

$v = 10\,\omega\cos(\omega t + \delta)$

$= 10 \times \frac{2\pi}{3}\cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{6}\right) = 10 \times \frac{2\pi}{3}\cos\left(\frac{2\pi}{3} \times 16 + \frac{\pi}{6}\right)$

$= -18.14$ m/s

❖ উদ্দীপকের আলোকে ৬৫ ও ৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি সরলদোলকের বিস্তার A এবং দোলনকাল T, দোলকটি $X = \frac{A}{2}$ সরণের সময়কাল t সেকেন্ড। [চ. বো. ১৭]

৬৫। দোলকটির সর্বোচ্চ বেগ–

ক $\frac{2\pi}{T}$　　খ $\frac{2\pi A}{T}$
গ $\frac{\pi A}{T}$　　ঘ $\frac{\pi A}{2T}$

উত্তর: খ $\frac{2\pi A}{T}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $V_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T} \times A = \frac{2\pi A}{T}$

৬৬। উদ্দীপকের সময়কাল t = কত?

ক $\frac{T}{2}$　　খ $\frac{T}{4}$
গ $\frac{T}{8}$　　ঘ $\frac{T}{12}$

উত্তর: ঘ $\frac{T}{12}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$\Rightarrow x = A\sin\omega t$　　[$\delta = 0°$ ধরে]

$\Rightarrow \frac{A}{2} = A\sin\left(\frac{2\pi}{T} \times t\right)$

$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} \times t = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$

$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} \times t = \frac{\pi}{6}$

$\therefore t = \frac{T}{12}$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৬৭ ও ৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরলদোলন গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ $Y = 20\sin(\omega t + \delta)$ cm, পর্যায়কাল 20 sec এবং আদি সরণ 5 cm. [ঢা. বো. ২২]

৬৭। কণাটির সর্বোচ্চ বেগ কত?

ক $2\pi\ cms^{-1}$　　খ $\pi\ cms^{-1}$
গ $\frac{\pi}{2}\ cms^{-1}$　　ঘ $3\pi\ cms^{-1}$

উত্তর: ক $2\pi\ cms^{-1}$

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $Y = 20\sin(\omega t + \delta)$

আমরা জানি, $Y = A\sin(\omega t + \delta)$

তুলনা করে, বিস্তার A = 20 cm

সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max} = \omega A$

$= \frac{2\pi}{T} \times A$

$= \frac{2\pi}{20} \times 20 = 2\pi\ cms^{-1}$

৬৮। কণাটির আদি দশা কত?

ক $0°$　　খ $14.48°$
গ $28.10°$　　ঘ $180°$

উত্তর: খ $14.48°$

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে,

$Y = 20\sin(\omega t + \delta)$

$t = 0$ sec হলে, $5 = 20\sin(\omega \times 0 + \delta)$

$\Rightarrow \sin\delta = \frac{5}{20}$

$\therefore \delta = \sin^{-1}(0.25) = 14.48°$

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৬৯ ও ৭০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

30 sec পর্যায়কালবিশিষ্ট সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ হলো, $y = 10\sin\left(\frac{\pi}{15}t + \delta\right)$.

৬৯। কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক– [ঢা. বো. ২৩]

ক $\frac{\pi}{15}\ rads^{-1}$　　খ $\frac{\pi}{12}\ rads^{-1}$
গ $\frac{\pi}{4}\ rads^{-1}$　　ঘ $\frac{\pi}{2}\ rads^{-1}$

উত্তর: ক $\frac{\pi}{15}\ rads^{-1}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, সরলছন্দিত কণার গতির সমীকরণ, $y = A\sin(\omega t + \delta)$

তুলনা করে পাই, $\omega = \frac{\pi}{15}\ rads^{-1}$

৭০। কণার সর্বোচ্চ বেগ– [ঢা. বো. ২৩]

ক $0.209\ ms^{-1}$　　খ $2.09\ ms^{-1}$
গ $1.04\ ms^{-1}$　　ঘ $4.36\ ms^{-1}$

উত্তর: খ $2.09\ ms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $v_{max} = \omega A$

$= \frac{\pi}{15} \times 10$

$= 2.09\ ms^{-1}$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৭১ ও ৭২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল দোল গতিসম্পন্ন একটি কণার ρ সরণ–

$Y = 0.5 \sin 4\pi t$ (m).

৭১। কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [চ. বো. ২৪]

ক 0.5 s খ 1 s

গ 2 s ঘ 4 s

উত্তর: ক 0.5 s

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $Y = 0.5\sin 4\pi t$

আমরা জানি, $Y = A\sin\omega t$

$\therefore \omega = 4\pi$

$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 4\pi$

$\therefore T = 0.5$ sec

৭২। উক্ত সরল দোলনকৃত কণার– [চ. বো. ২৪]

(i) কম্পাংক = 2Hz

(ii) বেগ = $2\pi \cos 4\pi t$ ms^{-1}

(iii) ত্বরণ = $4\pi^2 \sin 4\pi t$ ms^{-2}

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: $\omega = 4\pi$

$\Rightarrow 2\pi f = 4\pi$

$\Rightarrow f = 2$ Hz

আবার, $Y = 0.5 \sin(4\pi t)$

$\therefore v = \frac{dY}{dt} = 0.5 \times 4\pi \times \cos(4\pi t) = 2\pi \cos(4\pi t)$ ms^{-1}

আবার, $a = \frac{dv}{dt} = -8\pi^2 \sin(4\pi t)$ ms^{-2}

❖ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ৭৩ ও ৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সমীকরণ $y = 10 \sin\left(\frac{\pi t}{T} + \frac{\pi}{4}\right)$, যার পর্যায়কাল 5 sec।

৭৩। 1.25 sec এ কণাটির সরণ কত একক হবে? [দি. বো. ১৭]

ক 6 একক খ 10 একক

গ 12 একক ঘ 18 একক

উত্তর: খ 10 একক

ব্যাখ্যা: $y = 10 \sin\left(\frac{\pi t}{T} + \frac{\pi}{4}\right)$

$= 10 \sin\left(\frac{\pi \times 1.25}{5} + \frac{\pi}{4}\right)$

$= 10$ একক

৭৪। কণাটির– [দি. বো. ১৭]

(i) আদি দশা $\frac{\pi}{4}$

(ii) কম্পাংক 0.1 Hz

(iii) বিস্তার 10 একক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, $y = 10\sin\left(\frac{\pi t}{T} + \frac{\pi}{4}\right)$ .....(i)

আমরা জানি, $y = A\sin(\omega t + \delta)$ .....(ii)

আদি দশার ক্ষেত্রে, $t = 0$ sec বসিয়ে, $\delta = \frac{\pi}{4}$

(i) এবং (ii) তুলনা করে, $\omega = \frac{\pi}{T}$

$\Rightarrow 2\pi f = \frac{\pi}{5}$

$\Rightarrow f = \frac{1}{10} = 0.1$ Hz

এবং বিস্তার A = 10 m

❖ উদ্দীপকটি পড় এবং ৭৫ ও ৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে 15 cms^{-1} ও 30 cms^{-2}।

৭৫। উদ্দীপকের কণাটির পর্যায়কাল কত? [দি. বো. ২৪, ২২]

ক 0.785 s খ 1.57 s

গ 3.14 s ঘ 6.28 s

উত্তর: গ 3.14 s

ব্যাখ্যা: $v_{max} = \omega A$

$|a_{max}| = |-\omega^2 A|$

$\therefore \frac{|a_{max}|}{v_{max}} = \omega$

$\Rightarrow \omega = \frac{30}{15} = 2$ $rads^{-1}$

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2} = 3.14$ s

৭৬। উদ্দীপকে দোলনরত কণার– [দি. বো. ২২]

(i) বিস্তার 7.5 cm

(ii) সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তি শূন্য

(iii) সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: $v_{max} = \omega A$

$\Rightarrow 15 = 2 \times A$

$\therefore A = 7.5$ cm

যখন $x = A$ তখন $v = \omega\sqrt{A^2 - A^2} = 0$

ফলে সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তিও শূন্য হবে।

আবার বিভবশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

ফলে $x = 0$ অর্থাৎ সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি $E_p = 0$ হবে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সরল দোলন গতির শক্তি ও শক্তির সংক্ষরণশীলতা

৭৭। k স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট একটি স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের x পরিমাণ সরণ ঘটালে সঞ্চিত বিভব শক্তির পরিমাণ কত? [চ. বো. ২৪]

ক $U = \frac{1}{2}kx$ খ $U = kx$

গ $U = \frac{1}{2}kx^2$ ঘ $U = kx^2$

উত্তর: গ $U = \frac{1}{2}kx^2$

ব্যাখ্যা: k স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট একটি স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের x পরিমাণ সরণ ঘটালে সঞ্চিত বিভবশক্তি,

$$U = \int_0^x kx\,dx = k\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^x$$

$$= \frac{1}{2}k(x^2 - 0) = \frac{1}{2}kx^2$$

৭৮। k বল ধ্রুবকের একটি স্প্রিং এ T পরিমাণ টান প্রয়োগ করা হলো। ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় x পরিমাণ। এ অবস্থায় স্প্রিংটিতে সঞ্চিত বিভবশক্তি হবে– [ব. বো. ২১]

ক $\frac{2T^2}{k}$ খ $\frac{T^2}{2k}$

গ $\frac{T^2}{2x}$ ঘ $\frac{2k}{T^2}$

উত্তর: খ $\frac{T^2}{2k}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = kx \Rightarrow x = \frac{T}{k}$

বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times k \times \left(\frac{T}{k}\right)^2 = \frac{T^2}{2k}$

৭৯। সরল ছন্দিত কণার মোট শক্তি কীসের উপর নির্ভর করে? [য. বো. ২৪]

ক সরণ খ বেগ

গ বিস্তার ঘ কম্পাঙ্ক

উত্তর: গ বিস্তার

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, মোট শক্তি, $E = \frac{1}{2}kA^2$

$\therefore E \propto A^2$

অতএব, মোট শক্তি বিস্তারের উপর নির্ভর করে।

৮০। সরল দোলকের একটি পূর্ণ দোলনের ক্ষেত্রে কতটি অবস্থানে ববের সমস্ত শক্তিই বিভবশক্তি? [কু. বো. ২৪]

ক একটি খ দুইটি

গ তিনটি ঘ চারটি

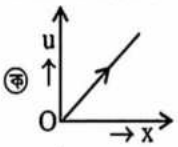
উত্তর: খ দুইটি

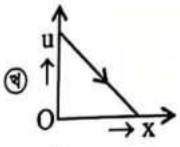
ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $U = \frac{1}{2}kx^2$

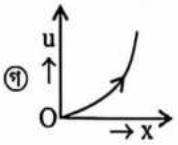
অর্থাৎ, বিভবশক্তি কণার অবস্থান তথা সরণের উপর নির্ভর করে। একটি সরল দোলকের পূর্ণ দোলনের ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থান থেকে ডানে ও বামে ২টি সর্বাধিক বিস্তারের বিন্দু তথা প্রান্ত বিন্দুতে সমস্ত শক্তিই বিভবশক্তি।

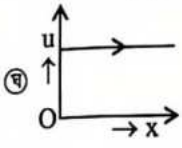
❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ৮১ ও ৮২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে $5\ ms^{-1}$, $10\ ms^{-2}$।

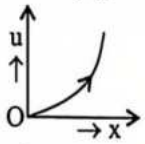
৮১। আদর্শ স্প্রিং এর জন্য বিভবশক্তি (v) এবং সম্প্রসারণ (x) এর মধ্যকার লেখচিত্র কোনটি? [য. বো. ২৪]

ক 

খ 

গ 

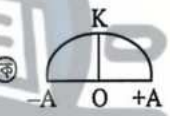
ঘ 

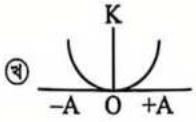
উত্তর: গ 

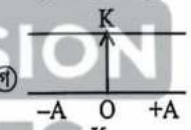
ব্যাখ্যা: $U = \frac{1}{2}kx^2$; যা $x^2 = 4ay$ এর অনুরূপ

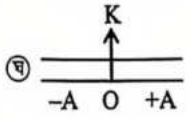
তাই এর লেখচিত্র পরাবৃত্তাকার হবে।

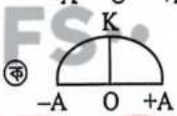
৮২। সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গড় গতিশক্তি প্রকাশের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [ম. বো. ২১]

ক 

খ 

গ 

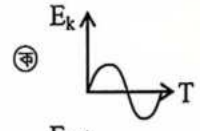
ঘ 

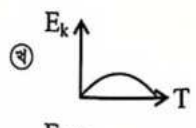
উত্তর: ক 

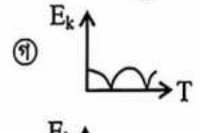
ব্যাখ্যা: $K = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

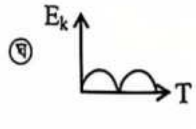
অর্থাৎ K এর সর্বোচ্চ মান O বিন্দুতে এবং সর্বনিম্ন মান A বিন্দুতে বিরাজমান। K বনাম x লেখচিত্রটি হবে পরাবৃত্তাকার; যেহেতু এদের সমীকরণ $x^2 = 4ay$ এর অনুরূপ।

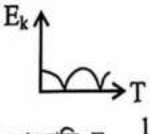
৮৩। একটি সরল ছন্দিত গতির সরণের সমীকরণ $y = A\sin \omega t$ উক্ত কণার $E_k - T$ লেখচিত্র কোনটি? [সি. বো. ২৪]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: গ 

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $E_k = \frac{1}{2}(A^2 - x^2)$

$x = 0$ হলে গতিশক্তি, E_k এর মান সর্বোচ্চ হবে। x এর মান বাড়ার সাথে সাথে গতিশক্তির মান কমতে থাকবে। $x = A$ হলে গতিশক্তি সর্বনিম্ন অর্থাৎ শূন্য হবে।

ADMISSION STUFFS
ADMISSIONSTUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮৪। সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত কণার বিভবশক্তি সর্বোচ্চ হবে যখন সরণ–

ক A খ $\frac{A}{2}$

গ $\frac{A}{\sqrt{2}}$ ঘ 0 হয়

উত্তর: ক A

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$

$U = U_{max}$ হবে যখন $x = A$ অর্থাৎ, $U_{max} = \frac{1}{2}kA^2$

৮৫। সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার বিস্তার A। এর সরণ কত হলে মোট শক্তির অর্ধেক গতিশক্তি এবং অর্ধেক বিভবশক্তি হবে?

ক $\frac{A}{3}$ খ $\frac{A}{2}$

গ $\frac{A}{\sqrt{2}}$ ঘ $\frac{A}{2\sqrt{2}}$

উত্তর: গ $\frac{A}{\sqrt{2}}$

ব্যাখ্যা: $E_k = E_p = \frac{1}{2}E$

$\therefore \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow A^2 = 2x^2$

$\therefore x = \frac{A}{\sqrt{2}}$

৮৬। সরল ছন্দিত গতিতে চলমান একটি বস্তুর মোট শক্তি E. কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত রেখে বিস্তার দ্বিগুণ করলে সরল ছন্দিত গতিতে চলমান বস্তুটির মোট শক্তি কত হবে?

ক E খ 2E

গ E/2 ঘ 4E

উত্তর: ঘ 4E

ব্যাখ্যা: $E = \frac{1}{2}kA^2$; যেখানে, কম্পাঙ্ক ধ্রুবক হলে k ধ্রুবক।

$\therefore E' = \frac{1}{2}k(2A)^2 = 4 . \frac{1}{2}kA^2 = 4E$

৮৭। কোনো স্প্রিংকে 2 cm প্রসারিত করলে সঞ্চিত বিভবশক্তি U। এটিকে 10 cm প্রসারিত করলে সঞ্চিত বিভবশক্তি কত? [কু. বো. ২৩]

ক $\frac{U}{25}$ খ $\frac{U}{5}$

গ 5U ঘ 25U

উত্তর: ঘ 25U

ব্যাখ্যা: $U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k \times (0.02)^2$

$\Rightarrow k = 5000\ U$

$\therefore U' = \frac{1}{2}kx'^2$

$= \frac{1}{2}(5000\ U) \times (0.1)^2$

$= 25\ U$

৮৮। একটি স্প্রিং-এ 500 N বল প্রয়োগ করায় স্প্রিংটি 10 cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিতে 20 kg ভরের একটি বোঝা খাড়া নিচের দিকে ঝুলিয়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটির স্থিতি শক্তি কত? [দি. বো. ২২]

ক 0.04 J খ 1.90 J

গ 3.80 J ঘ 98 J

উত্তর: গ 3.80 J

ব্যাখ্যা: $k = \frac{F}{x} = \frac{500}{0.1} = 5000\ Nm^{-1}$

$\therefore U = \frac{F^2}{2k} = \frac{(20 \times 9.8)^2}{2 \times 5000} = 3.8\ J$

৮৯। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার ক্ষেত্রে– [অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে] [চ. বো. ১৯]

(i) বিভব শক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta)$

(ii) গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \delta)$

(iii) মোট শক্তি $E \propto A^2$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$E_P = \int_0^x kx\,dx = k\left[\frac{x^2}{2}\right]_0^x = \frac{1}{2}k(x^2 - 0) = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta)$

$v = \frac{dx}{dt} = \omega A\cos(\omega t + \delta)$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2\cos^2(\omega t + \delta) = \frac{1}{2}m \times \frac{k}{m}A^2\cos^2(\omega t + \delta)$

$= \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \delta)$

❖ নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৯০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

0.3 m দৈর্ঘ্যের একটি দোলক অর্ধবৃত্ত দোল দেয়। এর ববের ভর 0.01 kg।

৯০। সর্বনিম্ন অবস্থানে গতিশক্তি কত? [কু. বো. ১৭]

ক 2.425 J খ 0.0294 J

গ 0.0194 J ঘ 0 J

উত্তর: খ 0.0294 J

ব্যাখ্যা: সর্বনিম্ন অবস্থানের গতিশক্তি সর্বোচ্চ অবস্থানের বিভবশক্তির সমান হবে।

$E_k = E_{P(max)} = mgL = 0.01 \times 9.8 \times 0.3 = 0.0294\ J$

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৯১ ও ৯২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল দোলগতি সম্পন্ন একটি কণার সরণ $x = \sqrt{3}\sin 2\pi t$ মিটার।

৯১। কণার স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [সি. বো. ২৩; ব. বো. ১৫]

ক 0.5 sec খ 0.75 sec

গ 1 sec ঘ 2 sec

উত্তর: গ 1 sec

ব্যাখ্যা: $\omega = 2\pi$

$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1\ sec$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৯২। 1 m দূরে কণার গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত কত? [সি. বো. ২৩; ব. বো. ১৫]

ক 1 : 2 খ 2 : 1
গ $1 : \sqrt{3}$ ঘ $\sqrt{3} : 1$

উত্তর: খ 2 : 1

ব্যাখ্যা: $\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{1}{2}k(A^2 - x^2)}{\frac{1}{2}kx^2} = \frac{\{(\sqrt{3})^2 - 1^2\}}{1^2}$ $[\because A = \sqrt{3}\ m]$

$\therefore E_k : E_p = 2 : 1$

স্প্রিং

৯৩। স্প্রিং ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি? [ব. বো. ২৪, ২৩; চ. বো. ১৬]
অথবা, বল ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি?

ক $[ML^{-1}T^{-2}]$ খ $[MT^{-2}]$
গ $[ML^2T^{-2}]$ ঘ $[M^{-1}T^2]$

উত্তর: খ $[MT^{-2}]$

ব্যাখ্যা: $F = kx$

$\Rightarrow k = \frac{F}{x} = \frac{ma}{x} = \frac{kg\ ms^{-2}}{m} = kgs^{-2}$

$\therefore [K] = [MT^{-2}]$

৯৪। স্প্রিংকে প্রসারিত করলে এর মধ্যে কোন ধরনের শক্তি সঞ্চিত হয়? [চ. বো. ২৩]

ক বিভব শক্তি খ শব্দ শক্তি
গ গতি শক্তি ঘ তাপশক্তি

উত্তর: ক বিভব শক্তি

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$

এখানে, $U \propto x^2$ অর্থাৎ, স্প্রিংকে যত প্রসারিত করা হবে এর ভিতরে তত বিভবশক্তি সঞ্চিত হবে।

৯৫। নির্দিষ্ট ভরের একটি বস্তুকে একটি স্প্রিং এ ঝুলিয়ে দিলে, নিম্নের কোনটি সঠিক হবে? [য. বো. ২২]

ক স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে বেগ কমে
খ স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে দোলনকাল কমে
গ স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে ত্বরণ কমে
ঘ স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে কম্পাঙ্ক কমে

উত্তর: খ স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে দোলনকাল কমে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $\omega^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$\therefore T \propto \frac{1}{\sqrt{k}}$ অর্থাৎ, স্প্রিং ধ্রুবক বাড়ালে দোলনকাল কম হবে।

৯৬। 100 Nm^{-1} স্প্রিং ধ্রুবকসম্পন্ন একটি স্প্রিংকে 2 cm প্রসারিত করতে দৈর্ঘ্য বরাবর প্রযুক্ত বল হবে– [ঢা. বো. ২১]

ক – 1 N খ 0.02 N
গ 2 N ঘ 200 N

উত্তর: গ 2 N

ব্যাখ্যা: $F = kx = 100 \times 0.02 = 2\ N$

৯৭। কোন স্প্রিংকে 10 N বল দ্বারা টেনে 5 cm প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে? [রা. বো. ২৩]

ক 0.005 Nm^{-1} খ 0.5 Nm^{-1}
গ 2 Nm^{-1} ঘ 200 Nm^{-1}

উত্তর: ঘ 200 Nm^{-1}

ব্যাখ্যা: $F = kx$

$\Rightarrow 10 = k \times (0.05)$

$\therefore k = 200\ Nm^{-1}$

৯৮। একটি স্প্রিংকে কেটে সমান দুইভাগে ভাগ করা হলে প্রতি টুকরায় স্প্রিং ধ্রুবক কত? [স্প্রিং ধ্রুবক k] [ঢা. বো. ২২]

ক $\frac{k}{2}$ খ 2k
গ $\frac{k}{4}$ ঘ 4k

উত্তর: খ 2k

ব্যাখ্যা: $k = \left(\frac{1}{k'} + \frac{1}{k'}\right)^{-1} = \frac{k'}{2} = 2k$

৯৯। 100 Nm^{-1} স্প্রিং-ধ্রুবকবিশিষ্ট একটি স্প্রিংকে সমান দু'ভাগে কাটা হলো। প্রতিটি খণ্ডের স্প্রিং ধ্রুবক হলো– [ঢা. বো. ২৩]

ক 50 Nm^{-1} খ 100 Nm^{-1}
গ 200 Nm^{-1} ঘ 10^4 Nm^{-1}

উত্তর: গ 200 Nm^{-1}

ব্যাখ্যা: $KL = kl$

$\Rightarrow k = \frac{KL}{l} = \frac{100 \times 1}{\frac{1}{2}} = 200\ Nm^{-1}$

১০০। দুটি স্প্রিং এর বল ধ্রুবক 200 Nm^{-1} ও 300 Nm^{-1} হলে শ্রেণি সমবায়ে তাদের বল ধ্রুবক কত হবে? [রা. বো. ২২]

ক 100 Nm^{-1} খ 120 Nm^{-1}
গ 250 Nm^{-1} ঘ 500 Nm^{-1}

উত্তর: খ 120 Nm^{-1}

ব্যাখ্যা: $k_s = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_1}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{300}\right)^{-1} = 120\ Nm^{-1}$

১০১। $2ms^{-1}$ বেগে চলন্ত 4 kg ভরের একটি বস্তু, স্প্রিংযুক্ত ভরশূন্য ও 100N/m স্প্রিং ধ্রুবক সম্পন্ন বাম্পারের সঙ্গে সংঘর্ষ হয়। স্প্রিংটির সর্বোচ্চ সংকোচন হল–

ক 0.4 m খ 0.8 m
গ 1.6 m ঘ 2.0 m

উত্তর: ক 0.4 m

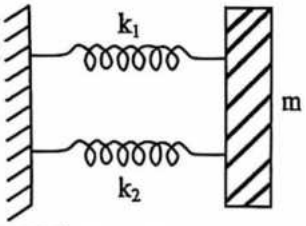
ব্যাখ্যা: $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow x^2 = \frac{mv^2}{k} = \frac{4 \times 2^2}{100} = \frac{16}{100}$

$\therefore x = 0.4\ m$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০২। চিত্রের m ভরের বস্তুটির কৌণিক কম্পাঙ্ক কোনটি? [ব. বো. ২৩]



ক $\omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$ খ $\omega = \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$

গ $\omega = \sqrt{\frac{k_1 . k_2}{m(k_1 + k_2)}}$ ঘ $\omega = \sqrt{\frac{m(k_1 + k_2)}{k_1 + k_2}}$

উত্তর: ক $\omega = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$

ব্যাখ্যা: $k = k_1 + k_2$

$\therefore \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{k_1 + k_2}{m}}$

১০৩। স্প্রিং এ সংযুক্ত কোনো কণার সরণ বিস্তারের অর্ধেক হলে সেক্ষেত্রে বেগ হবে– (v_{max} = সর্বোচ্চ বেগ) [ব. বো. ২৩]

ক v_{max} খ $\frac{v_{max}}{2}$

গ $\frac{v_{max}}{\sqrt{2}}$ ঘ $\frac{\sqrt{3}}{2} v_{max}$

উত্তর: ঘ $\frac{\sqrt{3}}{2} v_{max}$

ব্যাখ্যা: $v = \omega\sqrt{(A^2 - x^2)} = \omega\left\{A^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{2}\omega A$

$\therefore v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_{max}$ [$\because v_{max} = \omega A$]

১০৪। কোনো স্প্রিং-এর এক প্রান্তে m ভরের একটি বস্তু ঝুলালে 9.8 cm প্রসারিত হয়, এক্ষেত্রে বস্তুটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এর পর্যায়কাল কত হবে? [$g = 9.8\ m/s^2$] [ম বো. ২৪]

ক 0.0628 sec খ 0.628 sec

গ 6.28 sec ঘ 628 sec

উত্তর: খ 0.628 sec

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, স্প্রিং এর পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{0.098}{9.8}}$

$= 0.628$ sec

১০৫। একটি স্প্রিং সরল দোলগতিতে রয়েছে। স্প্রিং ধ্রুবক k এবং পর্যায়কাল T এবং প্রসারণ x হলে কোনটি সঠিক? [দি. বো. ২৩]

ক $T \propto x$ খ $T \propto x^2$

গ $T \propto \frac{1}{x}$ ঘ $T \propto \sqrt{x}$

উত্তর: ঘ $T \propto \sqrt{x}$

ব্যাখ্যা: যদি ভর m এর জন্য স্প্রিং এর প্রসারণ x হয়। তাহলে,

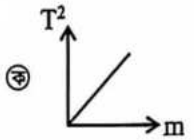
$mg = kx$

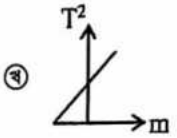
$\Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{x}{g}$

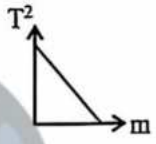
আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$

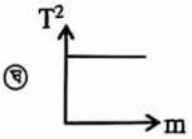
$\therefore T \propto \sqrt{x}$

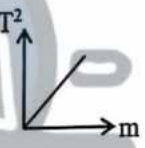
১০৬। একটি স্প্রিং এর প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে দুলতে দিলে এর দোলনকালের বর্গ (T^2) বনাম ভর (m) এর লেখচিত্র কেমন হবে? [রা. বো. ২১; য. বো. ১৬]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

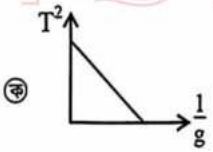
উত্তর: ক 

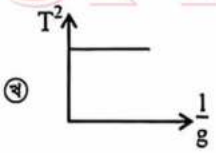
ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

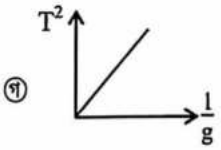
$\Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{k} m$; যা $y = mx + c$ এর অনুরূপ।

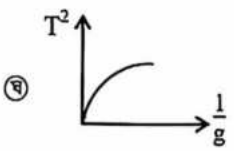
তাই T^2 বনাম m এর লেখচিত্র সরলরৈখিক হবে।

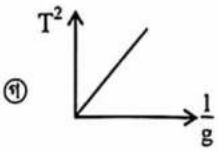
১০৭। $\left(T^2 - \frac{1}{g}\right)$ এর লেখচিত্র কোনটি? [কু. বো. ২১]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: গ 

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T^2 = 4\pi^2 L \times \frac{1}{g}$; যা $y = mx$ এর অনুরূপ।

তাই লেখচিত্রটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে।

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০৮। দৃঢ়ভাবে আটকানো k বল ধ্রুবকের এবং l দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিং-এর এক প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এর দোলনকাল হবে– [চ. বো. ২২]

(i) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

(ii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

(iii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: সরল দোলকের ক্ষেত্রে, দোলনকাল বা পর্যায়কাল,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তে m ভরের বস্তু নিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে দোলনকাল,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

আবার, আমরা জানি,

$\frac{m}{k} = \frac{e}{g}$

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

১০৯। স্প্রিংজনিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে কোন বস্তুর দোলনকাল নির্ভর করে– [কু. বো. ২৩]

(i) স্প্রিং ধ্রুবকের উপর
(ii) অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর
(iii) বস্তুর ভরের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: স্প্রিংজনিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে বস্তুর দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

এবং $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

$\therefore T \propto \sqrt{m}$; $T \propto \frac{1}{\sqrt{k}}$ এবং $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ অর্থাৎ, দোলনকাল বস্তুর ভর, স্প্রিং ধ্রুবক ও অভিকর্ষজ ত্বরণ এর উপর নির্ভরশীল।

১১০। একটি তারের স্প্রিং ধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পায়– [রা. বো. ২২]

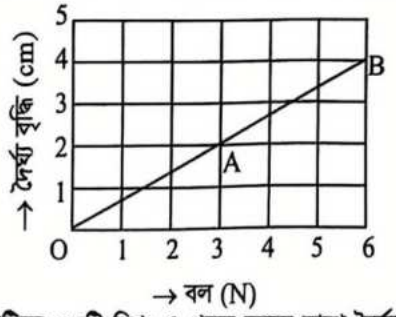
(i) দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে
(ii) প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি পেলে
(iii) প্রযুক্ত বল বৃদ্ধি পেলে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: স্প্রিং ধ্রুবক নির্ভর করবে স্প্রিং উপাদানের দৃঢ়তা, যে তার থেকে স্প্রিং ক্ষত হয়েছে তার বেধ এবং কুণ্ডলীর বাঁকগুলির ব্যাস, প্রতি ইউনিট দৈর্ঘ্যে বাঁকের সংখ্যা এবং স্প্রিংয়ের সামগ্রিক দৈর্ঘ্যের উপর। দৈর্ঘ্য ও স্প্রিং ধ্রুবক পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক। দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে স্প্রিং ধ্রুবক বৃদ্ধি পায়।

❖ নিচের লেখচিত্রটি লক্ষ কর এবং ১১১ ও ১১২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



লেখচিত্রটিতে একটি স্প্রিং-এ প্রযুক্ত বলের সাথে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

১১১। Nm^{-1} এককে স্প্রিং ধ্রুবক কত? [কু. বো. ২১]

ক 2 খ 200
গ 150 ঘ 50

উত্তর: গ 150

ব্যাখ্যা: $k = \frac{F}{x} = \frac{3}{2 \times 10^{-2}} = 150$ N/m

১১২। স্প্রিং দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 3 cm হলে স্প্রিং-এ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? [কু. বো. ২১]

ক 0.0675 J খ 0.0576 J
গ 0.02675 J ঘ 0.0375 J

উত্তর: ক 0.0675 J

ব্যাখ্যা: $U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 150(0.03)^2 = 0.0675$ J

সরল দোলক

১১৩। সরল দোলকের দৈর্ঘ্য ও দোলনকাল সংক্রান্ত কোন সমীকরণটি সঠিক নয়?

ক $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ খ $T_1 = \sqrt{\frac{L_1}{L_2 \times T_2}}$
গ $T_2 = T_1\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$ ঘ $L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$

উত্তর: খ $T_1 = \sqrt{\frac{L_1}{L_2 \times T_2}}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{L}{g}$

$\therefore L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$

আবার, $T \propto \sqrt{L}$

$\therefore \frac{T_1}{\sqrt{L_1}} = \frac{T_2}{\sqrt{L_2}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

১১৪। সরল দোলকের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়– [দি. বো. ১৫]

ক মুক্তিবেগ খ পাহাড়ের উচ্চতা
গ মহাকর্ষীয় ধ্রুবক ঘ পৃথিবীর আবর্তন বেগ

উত্তর: খ পাহাড়ের উচ্চতা

ব্যাখ্যা: সরল দোলকের সাহায্যে কোনো স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ (g), পাহাড়ের উচ্চতা, সময় ইত্যাদি পরিমাপ করতে পারি।

আমরা জানি, পাহাড়ের $h = \left(\frac{T'}{T} - 1\right)R = \left(\sqrt{\frac{g}{g'}} - 1\right)R$

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১১৫। সরল দোলকের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কৌণিক বিস্তার হবে– [কু. বো. ২২; সি. বো. ২২]

ক 1° খ 4°
গ 30° ঘ 40°

উত্তর: খ 4°

ব্যাখ্যা: কৌণিক বিস্তার 4° এর বেশি হলে সরল দোলকের ক্ষেত্রে তার সূত্রাবলি প্রযোজ্য নয়। তাই সরল দোলকের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কৌণিক বিস্তার হবে 4°।

১১৬। একটি সরল দোলকের বিস্তার দ্বিগুণ করলে এর দোলনকালের অবস্থা কী হবে?

ক দ্বিগুণ হবে খ অপরিবর্তিত থাকবে
গ অর্ধেক হবে ঘ চারগুণ হবে

উত্তর: খ অপরিবর্তিত থাকবে

ব্যাখ্যা: সরল দোলকের প্রথম সূত্র: কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে একটি সরল দোলকের প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগে।

১১৭। সরল দোলকের ববের ভর বেশি হলে, দোলনকাল কী হবে? [রা. বো. ১৫]

ক বাড়বে
খ কমবে
গ অপরিবর্তিত থাকবে
ঘ ভরের বর্গমূলের সমানুপাতিক হবে

উত্তর: গ অপরিবর্তিত থাকবে

ব্যাখ্যা: সরল দোলকের চতুর্থ সূত্র: কৌণিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে সরলদোলকের দোলনকাল ববের ভর, আয়তন, উপাদান ইত্যাদির উপর নির্ভর করে না। বিভিন্ন ভর, আয়তন বা উপাদানের ববের জন্য দোলকের দোলনকাল একই হয়।

১১৮। সরল দোলকের ববের ভর চারগুণ করা হলে দোলনকাল পূর্বের কত গুণ হবে? [রা. বো. ২৪; সি. বো. ২৩]

ক 1 গুণ খ 2 গুণ
গ 3 গুণ ঘ 4 গুণ

উত্তর: ক 1 গুণ

ব্যাখ্যা: সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভরের উপর নির্ভর করে না। ফলে ভর চারগুণ করা হলেও দোলনকালের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না।

১১৯। একটি সরলদোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য তিনগুণ করে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল– [রা. বো. ২৩]

ক শূন্য হবে খ একই থাকবে
গ $\sqrt{3}$ গুণ হবে ঘ অসীম হবে

উত্তর: ঘ অসীম হবে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

আর, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 0$

তাই সরল দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}}$$

$= \infty$ (অসীম) হবে।

১২০। কোন ব্যক্তি $\frac{g}{2}$ ত্বরণে নিচে নামলে তার হাতে অবস্থিত দোলকের দোলনকাল স্থির অবস্থার দোলনকালের তুলনায়– [ঢা. বো. ২২; অনুরূপ দি. বো. ১৬]

ক বাড়বে খ কমবে
গ একই থাকবে ঘ অসীম হবে

উত্তর: ক বাড়বে

ব্যাখ্যা: $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

তাই g কমলে T বাড়বে।

১২১। কোনো সরল দোলককে নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে আনলে দোলনকাল– [কু. বো. ২২]

ক সমান থাকবে খ শূন্য হবে
গ বাড়বে ঘ কমবে

উত্তর: ঘ কমবে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

আবার, পৃথিবীর নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলের ব্যাসার্ধ কম হওয়ায়, মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) বেশি। যেহেতু, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ অর্থাৎ, g যত বাড়বে দোলনকাল (T) তত কমবে।

১২২। একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য 2.45 m। কোন স্থানে অভিকর্ষজত্বরণ 9.81 m/sec^2 হলে ঐ স্থানে দোলকটির দোলনকাল–

ক 4 sec খ 5.5 sec
গ 3.54 sec ঘ 3.14 sec

উত্তর: ঘ 3.14 sec

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{2.45}{9.81}} = 3.14$ sec

১২৩। একটি সরল দোলকের পর্যায়কাল 2 s এর কম্পাঙ্ক কত? [সি. বো. ১৯]

ক 2 Hz খ 1 Hz
গ 0.5 Hz ঘ 4 Hz

উত্তর: গ 0.5 Hz

ব্যাখ্যা: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

১২৪। ভূ-পৃষ্ঠে একটি দোলক ঘড়ি 1sec-এ একবার টিক শব্দ করে। দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত m? [ঢা. বো. ২৪]

ক 0.248 খ 0.745
গ 0.993 ঘ 1.241

উত্তর: গ 0.993

ব্যাখ্যা: 1 sec এ একবার টিক শব্দ করে বলতে অর্ধদোলনকাল = 1 sec

$\therefore$ দোলনকাল, $T = 2 \times 1 = 2$ sec

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$$

$$= \frac{9.8 \times 2^2}{4 \times \pi^2} = 0.993 \text{ m}$$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১২৫। একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য L, ভর M এবং কম্পাঙ্ক f। এর কম্পাঙ্ক $2f$ করতে হলে– [রা. বো. ১৫]

ক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 4 L করতে হবে খ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 2 L করতে হবে

গ দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{2}$ করতে হবে ঘ দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{4}$ করতে হবে

উত্তর: ঘ দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{4}$ করতে হবে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{2f}{f} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

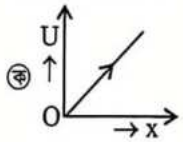
$$\therefore L_2 = \frac{L_1}{4}$$

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১২৬ ও ১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

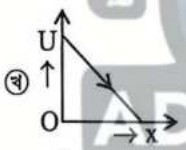
সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে $5\ ms^{-1}$, $10\ ms^{-2}$

১২৬। আদর্শ স্প্রিং এর জন্য বিভবশক্তি (U) এবং সম্প্রসারণ (x) এর মধ্যকার লেখচিত্র কোনটি? [য. বো. ২৪]

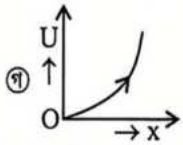
ক



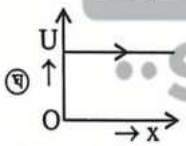
খ



গ



ঘ



উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, স্প্রিং এর বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$

যা পরাবৃত্তের $(x^2 = 4ay)$ সমীকরণ।

১২৭। পর্যায়কাল দ্বিগুণ করলে সরলদোলকের দৈর্ঘ্য কতগুণ বৃদ্ধি করতে হবে? [কু. বো. ২১]

ক 4 খ 2

গ $\frac{1}{2}$ ঘ $\frac{1}{4}$

উত্তর: ক 4

ব্যাখ্যা: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$$\Rightarrow 2 = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

$$\therefore L_2 = 4L_1$$

[বি. দ্রা. কতগুণ বৃদ্ধি বলতে মূলত প্রাথমিক অবস্থা হতে কতটুকু বৃদ্ধি পেয়েছে সেটাকে বুঝায়। এক্ষেত্রে, বৃদ্ধি $= L_2 - L_1 = 4L_1 - L_1 = 3L_1$ সুতরাং প্রকৃতপক্ষে 3 গুণ বৃদ্ধি পেয়েছে।]

১২৮। কোনো স্থানে দুটি সরল দোলকের দোলনকালের অনুপাত 2 : 3 হলে এদের কার্যকর দৈর্ঘ্যের অনুপাত হবে– [দি. বো. ১৫]

ক 2 : 3 খ 3 : 2

গ 4 : 9 ঘ 9 : 4

উত্তর: গ 4 : 9

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$

$$\Rightarrow \frac{2}{3} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{4}{9}$$

১২৯। 0.3 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সরল দোলকের দোলনকাল 0.8 sec পাওয়া গেল। দোলনকাল 2.4 sec করতে হলে দোলকটির দৈর্ঘ্য কত হবে? [ব. বো. ১৯]

ক 1.8 m খ 2.4 m

গ 2.7 m ঘ 3.6 m

উত্তর: গ 2.7 m

ব্যাখ্যা: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$$\Rightarrow L_2 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 \times L_1 = \left(\frac{2.4}{0.8}\right)^2 \times 0.3 = 2.7\ m$$

১৩০। 40 cm দীর্ঘ একটি সরল দোলক প্রতি মিনিটে 40 বার দোল দেয়। যদি এর দৈর্ঘ্য 160 cm করা হয়, তবে 60 বার দুলতে কত সময় নেবে?

ক 3 s খ 6 s

গ 9 s ঘ 80 s

উত্তর: ঘ 80 s

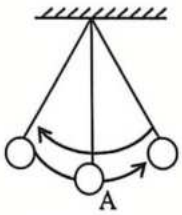
ব্যাখ্যা: $T \propto \sqrt{L}$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{n_1}{n_2} \times t_1 \times \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$$

$$\therefore t_2 = \frac{40}{60} \times 60 \times \sqrt{\frac{160}{40}} = 80\ s$$

১৩১। [ম. বো. ২৩; চ. বো. ২২; দি. বো. ২১; সম্মিলিত বোর্ড ১৮]



সাম্যাবস্থান

চিত্রানুযায়ী A বিন্দুতে নিচের কোনটি সঠিক?

ক বেগ এবং ত্বরণ উভয়ই সর্বোচ্চ খ বেগ সর্বনিম্ন, ত্বরণ সর্বোচ্চ

গ বেগ সর্বোচ্চ, ত্বরণ সর্বনিম্ন ঘ বেগ ও ত্বরণ উভয়ই সর্বনিম্ন

উত্তর: গ বেগ সর্বোচ্চ, ত্বরণ সর্বনিম্ন

ব্যাখ্যা: A বিন্দুতে অর্থাৎ সাম্যাবস্থানে $x = 0$ হবে।

$$\therefore \text{বেগ, } v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$$

$$= \omega\sqrt{A^2 - 0} = \omega A = v_{max}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = \omega^2 x$$

$$= -\omega^2 \times 0 = 0 = a_{min}$$

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৩২। একটি সরল দোলকের বিস্তার ও কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 0.01 m এবং 12 Hz। 0.005 m সরণের ক্ষেত্রে দোলকটির বেগ কত হবে? [ম. বো. ২৩]

ক $0.030\ ms^{-1}$ খ $0.06\ ms^{-1}$

গ $0.12\ ms^{-1}$ ঘ $0.653\ ms^{-1}$

উত্তর: ঘ $0.653\ ms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

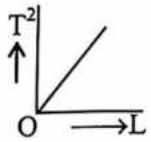
$= 2\pi f \times \sqrt{A^2 - x^2}$

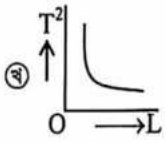
$= 2\pi \times 12 \times \sqrt{(0.01^2 - 0.005^2)}$

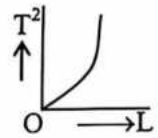
$= 0.653\ ms^{-1}$

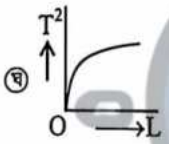
১৩৩। সরল দোলকের ক্ষেত্রে দোলনকালের বর্গ (T^2) বনাম কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) এর লেখচিত্র নিচের কোনটি? [চ. বো, ২৪, ১৯; কু. বো. ১৯; দি. বো. ১৭]

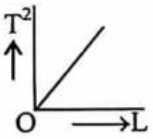
অথবা, কোন লেখচিত্রটি সরল দোলকের ২য় সূত্রকে প্রকাশ করে?

ক 

খ 

গ 

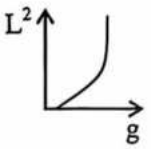
ঘ 

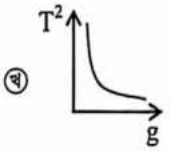
উত্তর: ক 

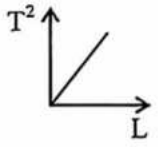
ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = \frac{2\pi}{g} \times L$ যা $y = mx$ এর অনুরূপ,

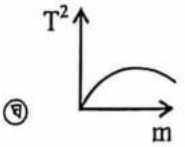
তাই লেখচিত্রটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে।

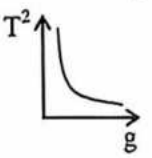
১৩৪। নিচের কোন লেখচিত্রটি সরলদোলকের তৃতীয় সূত্রকে প্রকাশ করে? [রা. বো. ১৭; অনুরূপ কু. বো. ১৭]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

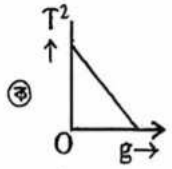
উত্তর: খ 

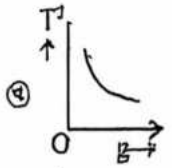
ব্যাখ্যা: $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow T^2 \propto \frac{1}{g}$

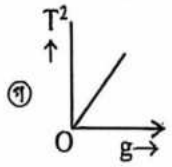
$\therefore gT^2 =$ ধ্রুবক যা $xy = k$ এর অনুরূপ।

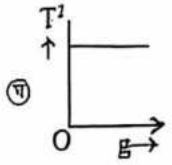
তাই T^2 বনাম g এর লেখচিত্র অধিবৃত্তাকার হবে।

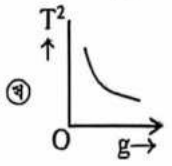
১৩৫। ($g - T^2$) লেখচিত্রটির প্রকৃতি কীরূপ হবে? [ঢা. বো. ২১; য. বো. ১৯; সি. বো. ১৫]

ক 

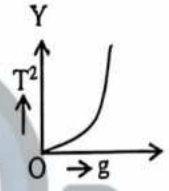
খ 

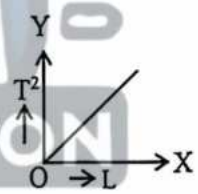
গ 

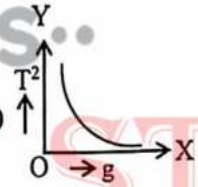
ঘ 

উত্তর: খ 

১৩৬। সরলদোলকের ক্ষেত্রে লেখচিত্র হচ্ছে– [য. বো. ১৫]

(i) 

(ii) 

(iii) 

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

১৩৭। একটি দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে– [চ. বো. ২৪; ঢা. বো. ১৭]

(i) সময় হারাবে

(ii) দ্রুত চলবে

(iii) দোলনকাল বৃদ্ধি পাবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে উঠা যায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, g এর মান তত কমতে থাকে। আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

অর্থাৎ, g এর মান কমলে দোলনকাল বৃদ্ধি পাবে ফলে দোলক ঘড়ি সময় হারাবে।

ADMISSION STUFFS
t.me/admission_stuffs
Rhombus Publications

PDF Credit - Admission Stuffs

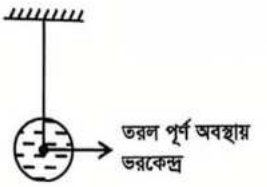
১৩৮। একটি সরল দোলকের ফাঁপা ববকে তরল দ্বারা পূর্ণ করে তলায় ছোট ছিদ্র করে দিয়ে এবং তরল ফোঁটায় ফোঁটায় পরতে থাকলে দোলকটি– [রা. বো. ১৭]

(i) প্রথমে ধীরে এবং পরে দ্রুত চলবে
(ii) প্রথমে দ্রুত এবং পরে ধীরে চলবে
(iii) লব্ধি ভারকেন্দ্র ক্রমান্বয়ে কেন্দ্র থেকে নিচে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: তরল ফোঁটায় ফোঁটায় পরতে থাকলে ভরকেন্দ্র নিচের দিকে নামতে থাকবে। আমরা জানি,



$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore T \propto \sqrt{L}$

অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য যত বাড়তে থাকবে পর্যায়কাল তত বাড়তে থাকবে। ফলে দোলকটি প্রথমে ধীরে চলবে। যখন তরল অর্ধেকের নিচে নেমে আসবে এবং ভরকেন্দ্র উপরে উঠতে থাকবে তখন দোলক দ্রুত চলবে।

১৩৯। সরলদোলকের গতির ক্ষেত্রে $\frac{1}{2}kA^2$ নির্দেশ করে– [কু. বো. ২১]

(i) সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি
(ii) সর্বোচ্চ গতিশক্তি
(iii) মোট শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$U = \frac{1}{2}kx^2$ যখন, $x = A$ তখন, $U = U_{max} = \frac{1}{2}kA^2$

$E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$ যখন, $x = 0$ তখন, $E_k = (E_k)_{max} = \frac{1}{2}kA^2$

মোট শক্তি, $E = \frac{1}{2}kA^2$ (সর্বদা)

১৪০। একটি সরল দোলকের ববের ভর 5 gm এবং কার্যকর দৈর্ঘ্য 13 cm। ববটিকে সাম্যবিন্দুগামী উল্লম্ব রেখা থেকে 5 cm দূরে টেনে ছেড়ে দেয়া হলে– [চ. বো. ২৩]

(i) সাম্যবিন্দু অতিক্রমকালে গতিশক্তি 4.9×10^{-4} J
(ii) ব্যবস্থাটি শক্তির সংরক্ষণশীল নীতি মেনে চলে
(iii) বরের ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

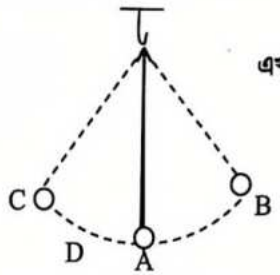
ব্যাখ্যা: $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{9.8}{0.13}} = 8.682 \text{ rads}^{-1}$

$\therefore E_k = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2} \times 0.005 \times (8.682)^2 \times \{(0.05)^2 - (0)^2\}$

$\therefore E_k = 4.712 \times 10^{-4}$ J

❖ উদ্দীপকের আলোকে নিচের ১৪১ ও ১৪২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



এখানে, $T = 2$ sec
$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

[সি. বো. ২১]

১৪১। দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য কত?

ক 0.49 m খ 0.99 m
গ 1.03 m ঘ 1.56

উত্তর: খ 0.99 m

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8 \times 2^2}{4\pi^2} = 0.99$ m

১৪২। কোন বিন্দুতে কণাটির বেগ সর্বোচ্চ হবে?

ক A খ B
গ C ঘ D

উত্তর: ক A

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$v = v_{max}$ হবে যখন, $x = 0$ হবে,

অর্থাৎ সাম্যাবস্থানে (A বিন্দুতে) কণাটির বেগ সর্বোচ্চ হবে।

❖ উদ্দীপকটি পড় এবং ১৪৩ ও ১৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 79.2 cm এবং ববের ব্যাসার্ধ 0.8 cm। (অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2})। [ব. বো. ১৭]

১৪৩। উক্ত দোলকটির দোলনকাল কত?

ক 0.5077 s খ 0.5129 s
গ 0.8976 s ঘ 1.7952 s

উত্তর: ঘ 1.7952 s

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{0.792 + 0.008}{9.8}}$

$= 1.7952$ sec

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৪৪। উক্ত দোলককে সেকেন্ড দোলকে পরিণত করলে–

(i) দোলকটি দ্রুত চলবে
(ii) দোলনকাল 2 sec হবে
(iii) সুতার দৈর্ঘ্য 19.29 cm বৃদ্ধি করতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, T = 2 sec

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8 \times (2)^2}{4\pi^2} = 0.993\text{m}$$

$\therefore$ নতুন সুতার দৈর্ঘ্য, $l' = 0.993 - 0.008 = 0.985$ m

$\therefore \Delta l = 0.985 - 0.792 = 0.1929\text{m} = 19.29$ cm

❖ **নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১৪৫ ও ১৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে 5 ms^{-1}, 10 ms^{-2}।

১৪৫। উদ্দীপকে দোলনরত কণার ক্ষেত্রে– [দি. বো. ২৪]

(i) বিস্তার 2.5 m
(ii) সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি শূন্য
(iii) সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তি শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$v_{max} = \omega A$

$\Rightarrow A = \frac{v_{max}}{\omega}$

$\therefore A = \frac{5}{2} = 2.5$ m

$v_{max} = \omega A$

$|a_{max}| = \omega^2 A$

$\frac{a_{max}}{v_{max}} = \frac{\omega^2 A}{\omega A} = \omega$

$\therefore \omega = \frac{10}{5} = 2\ rads^{-1}$

আবার, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

যখন, $x = A$ তখন $v = 0 = v_{min}$

ফলে সর্বোচ্চ অবস্থানে গতিশক্তি শূন্য এবং বিভবশক্তি,

$U = \frac{1}{2}kx^2$

অর্থাৎ, $x = 0$ (সাম্যাবস্থান) এর জন্য বিভবশক্তি শূন্য।

❖ **উদ্দীপকের আলোকে ১৪৬ ও ১৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
0.02 kg ভরের একটি বস্তু সরলছন্দিত গতিতে স্পন্দিত হচ্ছে যার দোলনকাল 2s বিস্তার 0.2 m।

১৪৬। দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য কত? [সি. বো. ২৪]

ক 9.929 m খ 0.9964 m
গ 0.9929 m ঘ 0.3171 m

উত্তর: গ 0.9929 m

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$$

$$= \frac{9.8 \times 2^2}{4\pi^2}$$

$$= 0.9929\text{ m}$$

১৪৭। স্পন্দিত বস্তুর সরণ যখন 0.1 m তখন গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির অনুপাত হবে কত? [সি. বো. ২৪]

ক 1 : 2 খ 1 : 3
গ 3 : 1 ঘ 2 : 1

উত্তর: গ 3 : 1

ব্যাখ্যা: $\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{1}{2}k(A^2 - x^2)}{\frac{1}{2}kx^2} = \frac{A^2 - x^2}{x^2}$

$$= \frac{0.2^2 - 0.1^2}{0.1^2}$$

$$= 3$$

$\therefore E_k : E_p = 3 : 1$

❖ **উদ্দীপকটির আলোকে ১৪৮ ও ১৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:**
0.01 kg ভরের একটি বস্তু কণা সরলরেখা বরাবর সরল দোলন গতিতে দুলছে। এর দোলনকাল 2 sec, বিস্তার 0.1 m এবং সরণ 0.02 m।

১৪৮। দোলকটির বল ধ্রুবক কত? [চ. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো. ২১; রা. বো. ১৭]

ক 0.0465 Nm^{-1} খ 0.0314 Nm^{-1}
গ 0.09854 Nm^{-1} ঘ 0.3944 Nm^{-1}

উত্তর: গ 0.09854 Nm^{-1}

ব্যাখ্যা: $k = m\omega^2 = 0.01 \times \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = 0.09854\ Nm^{-1}$

১৪৯। উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে দোলকটির গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত কত? [চ. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো. ২১; রা. বো. ১৭]

ক 0.42 : 1 খ 1 : 0.42
গ 24 : 1 ঘ 1 : 24

উত্তর: গ 24 : 1

ব্যাখ্যা: $\frac{E_k}{E_p} = \frac{(A^2 - x^2)}{x^2} = \frac{(0.1^2 - 0.02^2)}{0.02^2}$

$\therefore E_k : E_p = 24 : 1$

সেকেন্ড দোলক

১৫০। সেকেন্ড দোলক হচ্ছে যে সরল দোলকের দোলনকাল–

ক এক সেকেন্ড খ দুই সেকেন্ড
গ তিন সেকেন্ড ঘ চার সেকেন্ড

উত্তর: খ দুই সেকেন্ড

ব্যাখ্যা: যে সরল দোলকের দোলনকাল 2 s অর্থাৎ, যে দোলকের এক প্রান্ত বিন্দু হতে অপর প্রান্ত বিন্দুতে পৌঁছাতে 1 s সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৫১। একটি সেকেন্ড দোলকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে যেতে সময় লাগে– [ব. বো. ১৫]

ক 0.5 সে. খ 1 সে.
গ 1.5 সে. ঘ 2 সে.

উত্তর: খ 1 সে.

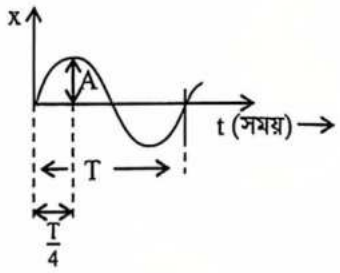
১৫২। যে দোলক সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক সরণে যেতে 0.5 সেকেন্ড সময় নেয় তাকে কী বলে? [দি. বো. ২১]

ক সরল দোলক খ জটিল দোলক
গ সেকেন্ড দোলক ঘ কেটার দোলক

উত্তর: গ সেকেন্ড দোলক

ব্যাখ্যা: সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে, যেহেতু $T = 2$ sec

$$\therefore \frac{T}{4} = 0.5 \text{ sec}$$



১৫৩। একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক কত? [য. বো. ২৪; ব. বো., ম. বো. ২৩; চ. বো. ২১, ১৫]

ক অসীম খ 1 Hz
গ 0.5 Hz ঘ 0 Hz

উত্তর: গ 0.5 Hz

ব্যাখ্যা: $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

১৫৪। মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাংক কত হবে? [য. বো. ১৫]

ক 0 Hz খ 1 Hz
গ 2 Hz ঘ অসীম

উত্তর: ক 0 Hz

ব্যাখ্যা: মহাকাশে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 0$ ফলে, $T = \infty$

$$\therefore f = \frac{1}{T} = 0 \text{ Hz}$$

১৫৫। সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [য. বো. ২১; ঢা. বো. ১৫]

ক $L \propto g$ খ $L \propto \frac{1}{g}$
গ $L \propto T$ ঘ $L \propto \frac{1}{T}$

উত্তর: ক $L \propto g$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে, $T = 2$ sec = ধ্রুবক

$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2} \times g$$

$$\therefore L \propto g$$

১৫৬। একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য– [চ. বো. ২১]

ক $L = \frac{\pi}{g^2}$ খ $L = \frac{\pi^2}{g}$
গ $L = \frac{g^2}{\pi}$ ঘ $L = \frac{g}{\pi^2}$

উত্তর: ঘ $L = \frac{g}{\pi^2}$

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore L = \frac{g}{\pi^2}$$

১৫৭। সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [কু. বো. ২২; সি. বো. ২২]

ক $g = 4\pi^2 (l + r)$ খ $g = \frac{(l + r)}{4\pi^2}$
গ $g = \frac{4\pi^2}{(l + r)}$ ঘ $g = \pi^2 (l + r)$

উত্তর: ঘ $g = \pi^2 (l + r)$

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{l + r}{g}}$$

$$\therefore g = \pi^2 (l + r)$$

১৫৮। নিচের কোন কারণে দোলক ঘড়ি স্লো চলবে? [সি. বো. ২১]

ক g কে স্থির রেখে L বাড়ালে T বাড়বে বলে
খ g কে স্থির রেখে L কমালে T কমবে বলে
গ L কে স্থির রেখে g বাড়ালে T বাড়বে বলে
ঘ L কে স্থির রেখে g বাড়ালে T কমবে বলে

উত্তর: ক g কে স্থির রেখে L বাড়ালে T বাড়বে বলে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\therefore T \propto \sqrt{L} \quad [\text{যেখানে, } g = \text{ধ্রুবক}]$$

আবার, দোলক ঘড়ির পর্যায়কাল বাড়লে ঘড়ি স্লো চলবে। ফলে যেসব কারণে পর্যায়কাল বাড়ে সেসব কারণে দোলক ঘড়ি স্লো চলবে।

১৫৯। একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 4 গুণ করলে দোলনকাল হবে– [ব. বো. ২৪; ঢা. বো. ১৯]

ক 2 sec খ 4 sec
গ 8 sec ঘ 16 sec

উত্তর: খ 4 sec

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $\frac{T_2}{T_1} = \frac{\sqrt{L_2}}{\sqrt{L_1}}$

$$\therefore T_2 = \sqrt{\frac{4L_1}{L_1}} \times T_1$$

$$= 2 \times 2 = 4 \text{ sec}$$

ADMISSION STUFFS
ADMISSIONSTUFFS

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৬০। একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 25.6% বৃদ্ধি করা হলে দোলনকাল বৃদ্ধি হবে– [ব. বো. ২৩; অনুরূপ ম. বো. ২২]

ক 12% খ 24.1%
গ 25.6% ঘ 50%

উত্তর: ক 12%

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$= \sqrt{\frac{(1+0.256)L_1}{L_1}}$

$\Rightarrow T_2 = 1.121\ T_1$

$\therefore \Delta T = \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1}\right) \times 100\%$

$= \frac{(1.121-1)T_1}{T_1} \times 100\%$

$= 12.1\%$

১৬১। একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে উক্ত দোলকটি দিনে কত সেকেন্ড সময় হারাবে? [ম. বো. ২২]

ক 129.8 s খ 258.5 s
গ 327.5 s ঘ 429.8 s

উত্তর: ঘ 429.8 s

ব্যাখ্যা: $\frac{T'}{T} = \frac{86400}{86400-n}$

$\therefore T \propto \sqrt{L}$

$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}}$

$\Rightarrow \frac{86400}{86400-n} = \sqrt{\frac{(1+0.01)L}{L}}$

$\Rightarrow \frac{86400}{86400-n} = 1.005$

$\therefore n = 86400 - \frac{86400}{1.005}$

$= 429.8$ sec

১৬২। কুমিল্লায় অবস্থিত একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য রাজশাহীতে অবস্থিত দোলকের চেয়ে 10% বেশি হলে, কোন বস্তুকে রাজশাহী থেকে কুমিল্লা নেয়া হলে তার ওজন কত হবে?

ক 10% বেশি খ 10% কম
গ সমান থাকবে ঘ $10^{1/2}$ কম

উত্তর: ক 10% বেশি

ব্যাখ্যা: $L \propto g$

$\therefore \frac{L'}{L} = \frac{g'}{g}$

$\Rightarrow \frac{(1+0.1)L}{L} = \frac{g'}{g}$

$\Rightarrow g' = 1.1g$

$\therefore \Delta g = \frac{g'-g}{g} \times 100\%$

$= \frac{(1.1-1)g}{g} \times 100\%$

$= 10\%$

১৬৩। দোলক ঘড়ি– [দি. বো. ১৯]

(i) পাহাড়ের উপর ধীরে চলে
(ii) বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিলে এটি ধীরে চলে
(iii) গ্রীষ্মকালের চেয়ে শীতকালে দ্রুত চলে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

g এর মান যত কমবে পর্যায়কাল (T) তত বাড়বে। আবার, পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব যত বাড়বে অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) তত কমবে। শীতকালে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে পর্যায়কাল হ্রাস পাবে। ফলে শীতকালে দোলক ঘড়ি দ্রুত চলে।

❖ নিচের উদ্দীপকের সাহায্যে ১৬৪ ও ১৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

এটি একটি সেকেন্ড দোলক, ($g = 10\ ms^{-2}$)

১৬৪। AB দূরত্ব অতিক্রম করতে ববটির কত সময় লাগবে? [ব. বো. ২৩]

ক 2s খ 1s
গ 0.75s ঘ 0.5s

উত্তর: ঘ 0.5s

ব্যাখ্যা: $T = 2$ sec

AB অতিক্রমে সময়, $t = \frac{T}{4} = \frac{2}{4} = 0.5$ sec

১৬৫। OB এর দৈর্ঘ্য কত? [ব. বো. ২৩]

ক 3.12 m খ 1.01 m
গ 0.992 m ঘ 0.496 m

উত্তর: খ 1.01 m

ব্যাখ্যা: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{(OB)}{10}}$

$\therefore OB = 1.01$ m

Rhombus Publications

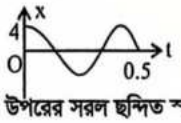
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

নিজেকে যাচাই করো

১। একটি সেকেন্ড দোলককে ভূপৃষ্ঠ হতে $\frac{R}{4}$ গভীরতায় নেয়া হলে নতুন দোলনকাল?

ক $\frac{\sqrt{3}}{2}$ s খ $2\sqrt{3}$ s গ 2 s ঘ $\frac{4}{\sqrt{3}}$ s

২। 

@AdmissionStuffs

উপরের সরল ছন্দিত স্পন্দন কণার সঠিক সমীরকণ কোনটি?

ক $x = 4\cos\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ খ $x = 4\cos(5\pi t)$

গ $x = 4\sin(5\pi t)$ ঘ $x = -4\sin\left(5\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$

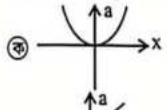
৩। একটি লিফট $\frac{g}{3}$ ত্বরণে উপরে উঠছে, তোমার ওজন আনুমানিক বৃদ্ধি পাবে–

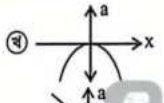
ক 20% খ 33.33% গ 47.5% ঘ 78%

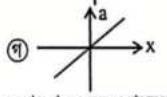
৪। একটি স্প্রিং এর পর্যায়কাল T। একে n সংখ্যক সমান অংশে ভাগ করা হলে, প্রতিটি অংশের পর্যায়কাল হবে–

ক $T\sqrt{n}$ খ Tn গ $\frac{T}{\sqrt{n}}$ ঘ Tn^2

৫। সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো কণার সরণ (x) এর সাথে ত্বরণের (a) পরিবর্তন নিম্নের কোন লেখচিত্রটি প্রকাশ করে?

ক 

খ 

গ 

ঘ

৬। কোনো সরল দোলক 5 s এ 10 টি পূর্ণদোলন সম্পন্ন করলে এর কার্যকর দৈর্ঘ্য কত হবে? $[g = 10\ ms^{-2}]$

ক $\frac{8}{5\pi^2}$ m খ $\frac{5\pi^2}{8}$ m গ $\frac{5}{8\pi^2}$ m ঘ $\frac{8\pi^2}{5}$ m

৭। $7\frac{d^2x}{dt^2} + 252x = 0$ গতির সমীকরণবিশিষ্ট কোন বস্তুর সর্বাধিক বেগ 54 ms^{-1} হলে বস্তুটির বিস্তার কত?

ক 9 m খ 10 m গ 6 m ঘ 20 m

৮। সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দনরত দুটি কণার সরণ $x_1 = A\sin\omega t$ এবং $x_2 = A\cos\omega t$, যে কোন সময়ে এদের মধ্যে দশা পার্থক্য কত হবে?

ক 2π খ π গ $\frac{\pi}{2}$ ঘ $\frac{\pi}{4}$

৯। একটি সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কণার বিস্তার 0.1 m, পর্যায়কাল 4s এবং আদি দশা 30°। উক্ত কণাটির দোলনগতির সমীকরণ কোনটি?

ক $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$ খ $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$

গ $x = 1.0\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$ ঘ $x = 1.0\sin\left(\frac{\pi}{4}t - \frac{\pi}{6}\right)$

১০। কোনো স্প্রিং এর এক প্রান্তে একটি বস্তু ঝুলালে এটি 20 cm প্রসারিত হয়। বস্তুটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে কম্পাঙ্ক হবে–

ক $\frac{7}{2\pi}$ Hz খ $\frac{3.9}{2\pi}$ Hz গ $\frac{0.7}{2\pi}$ Hz ঘ $\frac{4.9}{2\pi}$ Hz

১১। ঢাকা ও লন্ডনে একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 0.991 m এবং 0.994 m। লন্ডনে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ঢাকার তুলনায়–

ক 0.2% কম খ 0.2% বেশি গ 0.3% কম ঘ 0.3% বেশি

১২। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ $y = 2\sin\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi x}{18}\right)$ হলে কণাটির সর্বোচ্চ ত্বরণ–

ক 2.19 খ 2.31 গ 2 ঘ 2.09

১৩। 2 m লম্বা 1 kg ভরের পেনডুলামের 5° বিস্তৃতিতে মোট বিভব শক্তির মান কত?

ক 0.0745 J খ 0.745 J গ 7.45 J ঘ 7 J

১৪। k স্প্রিং ধ্রুবকের একটি স্প্রিংকে 3 : 7 অনুপাতে দুই টুকরো করা হয়। বড় টুকরোটির স্প্রিং ধ্রুবক কত?

ক $\frac{10}{3}$ k খ 11 k গ $\frac{6k}{11}$ ঘ $\frac{11k}{6}$

১৫। কোনো সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে এর দোলনকাল হয় 2.05 s। এটি সেখানে ঘণ্টায় কতটি দোলন কম দেয়?

ক 138 খ 87 গ 3323 ঘ 1661

১৬। একটি বস্তুর সরল ছন্দিত গতি $x = 5\cos\left(4\pi t + \frac{\pi b}{4}\right)$ m সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়। বস্তুটির বেগ–

ক $20\pi\sin\left(4\pi t + \frac{\pi b}{4}\right)$ খ $-20\cos\left(4\pi t + \frac{\pi b}{4}\right)$

গ $-20\pi\sin\left(4\pi t + \frac{\pi b}{4}\right)$ ঘ $-40\pi\cos\left(4\pi t + \frac{\pi b}{4}\right)$

১৭। সরলদোলন গতিসম্পন্ন একটি কণার সরণ $x = \sqrt{4}\sin 2\pi t$ হলে, সাম্যাবস্থা হতে 2 m দূরে গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত কত?

ক 3 : 1 খ 1 : 2 গ $1 : \sqrt{3}$ ঘ $\sqrt{3} : 1$

১৮। সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ $y = 5\sin(\omega t + \delta)$। আদি সরণ 2.5 cm হলে কণাটির আদি দশা?

ক 0° খ 30° গ 45° ঘ 90°

১৯। একটি সরল দোলকের দোলনকাল 50% বাড়াতে এর কার্যকর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন করতে হবে?

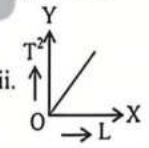
ক 25% খ 100% গ 125% ঘ 67%

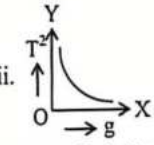
২০। যদি 60 kg ওজনের একটি লোক 4 m দৈর্ঘ্যের একটি দোলনায় বসে 3 m বিস্তারে দুলতে থাকে, তবে লোকটির সর্বোচ্চ গতিশক্তি–

ক 660 J খ 680 J গ 700 J ঘ 720 J

২১। সরলদোলকের ক্ষেত্রে লেখচিত্র হচ্ছে–

i.

ii. 

iii. 

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ২২ ও ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরলদোলন গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ $Y = 20\sin(\omega t + \delta)$ cm, পর্যায়কাল 20 sec এবং আদি সরণ 5 cm.

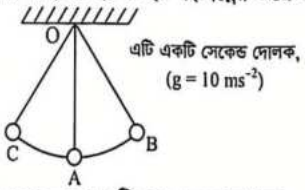
২২। কণাটির সর্বোচ্চ বেগ কত?

ক $2\pi\ cms^{-1}$ খ $\pi\ cms^{-1}$ গ $\frac{\pi}{2}\ cms^{-1}$ ঘ $3\pi\ cms^{-1}$

২৩। কণাটির আদি দশা কত?

ক 0° খ 14.48° গ 28.10° ঘ 180°

❖ নিচের উদ্দীপকের সাহায্যে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



২৪। AB দূরত্ব অতিক্রম করতে ববটির কত সময় লাগবে?

ক 2s খ 1s গ 0.75s ঘ 0.5s

২৫। OB এর দৈর্ঘ্য কত?

ক 3.12 m খ 1.01 m গ 0.992 m ঘ 0.496 m

উত্তরপত্র	১	ঘ	২	খ	৩	খ	৪	গ	৫	ঘ	৬	গ	৭	ক	৮	গ	৯	ক	১০	ক	১১	ঘ	১২	গ
১৩	ক	১৪	ক	১৫	খ	১৬	গ	১৭	ক	১৮	খ	১৯	গ	২০	ক	২১	গ	২২	ক	২৩	খ	২৪	ঘ	২৫	খ

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

দশম অধ্যায়

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব
Ideal Gas & Kinetic Theory of Gas

Board Questions Analysis

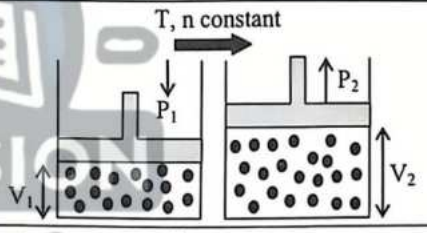
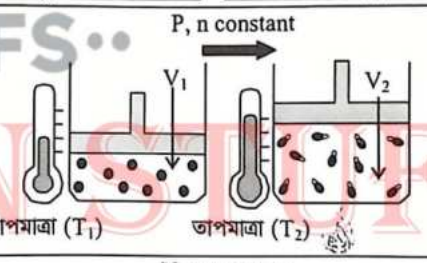
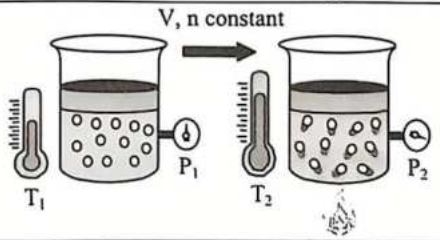
সৃজনশীল প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	১	১	১	২	১	১	১	১	১
২০২৩	১	১	১	১	২	২	১	১	১
২০২২	১	১	১	১	২	১	১	১	১

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বোর্ড / সাল	ঢাকা	রাজশাহী	চট্টগ্রাম	বরিশাল	যশোর	সিলেট	কুমিল্লা	দিনাজপুর	ময়মনসিংহ
২০২৪	৪	৪	৩	৪	৩	৪	৪	৩	৩
২০২৩	৪	২	২	২	৩	৩	৪	২	৩
২০২২	৪	৩	৩	১	৩	৩	৫	-	৩

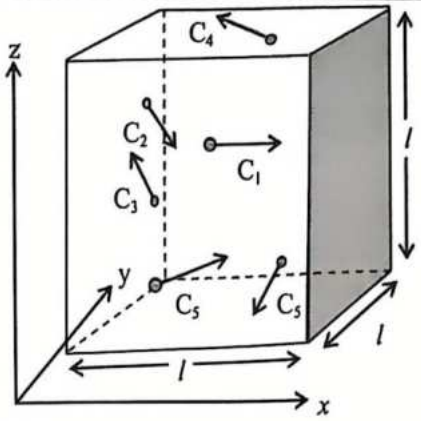
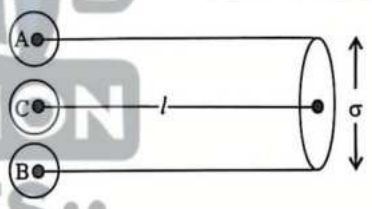
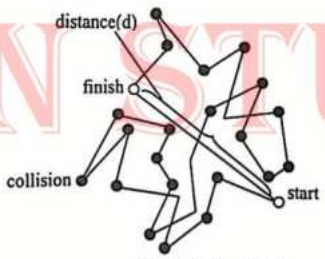
গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ও বিশ্লেষণ

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
বয়েলের সূত্র: • $P_1 V_1 = P_2 V_2$ [যখন, T স্থির] প্রাথমিক চাপ = P_1 চূড়ান্ত চাপ = P_2 প্রাথমিক আয়তন = V_1 চূড়ান্ত আয়তন = V_2	
চার্লসের সূত্র: • $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ [যখন, P স্থির] প্রাথমিক তাপমাত্রা = T_1 চূড়ান্ত তাপমাত্রা = T_2	
চাপীয় সূত্র: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ [যখন, V স্থির] • চাপীয় সূত্রকে গে-লুসাকের সূত্র নামেও পরিচিত।	
আদর্শ গ্যাস সমীকরণ $PV = nRT$	যেখানে, n = মোল সংখ্যা $n = \frac{W}{M} = \frac{\text{নির্দিষ্ট গ্যাসের ভর}}{\text{আণবিক ভর}}$
সমন্বিত সূত্র: • $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$ • $\frac{P_1}{d_1 T_1} = \frac{P_2}{d_2 T_2}$	যেখানে, d_1 = প্রাথমিক ঘনত্ব d_2 = চূড়ান্ত ঘনত্ব

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সূত্রাবলি	বিশ্লেষণ
■ গ্যাসের আণবিক গতিতত্ত্ব সংক্রান্ত • $PV = \frac{1}{3} mN\bar{c}^2$ m = একটি অণুর ভর $= \frac{1}{3} M\bar{c}^2$ N = অণুর সংখ্যা $\bar{c}^2$ = অণুর গড় বর্গবেগ M = m N = মোট ভর • $P = \frac{1}{3}\rho\bar{c}^2$ ρ = গ্যাসের ঘনত্ব • $PV = \frac{2}{3} E$ E = গ্যাসের গতিশক্তি • $E = \frac{f}{2} nRT$ $\bar{E}$ = গ্যাসের অণুর গড় গতিশক্তি • প্রত্যেক স্বাধীনতার মাত্রার শক্তির পরিমাণ $= \frac{1}{2} kT$ • $\bar{E} = \frac{f}{2} kT$ k = বোল্টজম্যান ধ্রুবক $= \frac{R}{N_A}$ $= 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$	 f = স্বাধীনতার মাত্রা • এক পারমাণবিক গ্যাস (He, Ar ইত্যাদি) : f = 3 • দ্বি পারমাণবিক গ্যাস (O_2, N_2) এবং সরলরৈখিক বহু পারমাণবিক গ্যাস (CO_2) : f = 5 • বহু পারমাণবিক গ্যাস (NH_3) : f = 6
• $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ • $C_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$	যেখানে, C_{rms} = বর্গমূল গড় বর্গবেগ M = আণবিক ভর (kg) m = একটি অণুর ভর (kg)
■ গড় মুক্তপথ সংক্রান্ত : • ক্লসিয়াসের রাশিমালা, $\lambda = \frac{\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{ধাক্কা সংখ্যা}} = \frac{l}{n\pi\sigma^2 l}$ $\lambda = \frac{1}{n\pi\sigma^2} = \frac{m}{\pi\sigma^2(mn)} = \frac{m}{\pi\sigma^2\rho}$ • বোল্টজম্যানের রাশিমালা, $\lambda = \frac{3}{4\pi\sigma^2 n}$ • ম্যাক্সওয়েলের রাশিমালা, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$ যেখানে, σ = অণুর ব্যাস n = একক আয়তনে অণুর সংখ্যা m = একটি অণুর ভর ρ = গ্যাসের ঘনত্ব	 যদি N সংখ্যার ধাক্কার ভেতর অণু মোট l দূরত্ব অতিক্রম করে তবে গড় মুক্ত পথ $\lambda = \frac{l}{N}$  চিত্র: গড় মুক্ত পথ
■ আর্দ্রতা (Humidity) • আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$ • গ্লেসারের ধ্রুবক = G • শিশিরাংক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$	যেখানে, f = শিশিরাংককে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ অথবা, f = বায়ুর তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ F = বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ θ_1 = শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা θ_2 = সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা

একক রূপান্তর

- P = 1atm = 101.325 kPa = 101325 Pa = 1.01325×10^5 Pa
  = 101325 Nm^{-2} = 760 mm Hg = 76 cm Hg = 760 torr = 1 bar
- V = 1 m^3 = 1000 dm^3 = 1000 L = 10^6 cm^3
- V = 1cm^3 = 1cc = 1mL
- R = 8.314 $Jmol^{-1}K^{-1}$ = 0.0821 $LatmK^{-1}mol^{-1}$

ADMISSION STUFFS

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▸ ১ একটি গ্যাসপূর্ণ বেলুনকে হ্রদের তলদেশে 50 m গভীরতায় নিয়ে যাওয়ায় 2 লিটার আয়তন ধারণ করে। হ্রদের তলদেশে বেলুনে আরো 1 লিটার গ্যাস প্রবেশ করিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। বেলুনের সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা 8 লিটার।

[বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Nm^{-2}, পানির ঘনত্ব 10^3 kgm^{-3}, g = 9.8 ms^{-2}]

(ক) মূল গড় বর্গবেগ কী? [ম. বো. ২৪; সি. বো. ১৭]

(খ) কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক 22°C –ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ ম. বো. ২১; ঢা. বো. ১৯; কু. বো. ১৭]

(গ) পানির উপরিতলে বেলুনের প্রাথমিক আয়তন কত ছিল? [ম. বো. ২৪; অনুপরূপ ব. বো. ২৪]

(ঘ) হ্রদের তলদেশ থেকে বেলুনটি পানির উপরিতলে অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে কি-না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ম. বো. ২৪; অনুরূপ কু. বো. ২৪, ২১, ১৯; ব. বো. ২৪; রা. বো ২৩; য. বো. ২৩; সি. বো. ২৩; ঢা. বো ২১; রা. বো. ২১; ব. বো ২১; চ. বো. ২১; সি. বো. ২১; চ. বো. ১৯; সম্মিলিত ১৮; ব. বো. ১৭]

উত্তর:

ক কোনো গ্যাসের অণুগুলোর বেগের বর্গের গাণিতিক গড়ের বর্গমূলকে এদের মূল গড় বর্গবেগ বা গড় বর্গবেগের বর্গমূল বলে।

খ যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভেতরের জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। শিশিরাঙ্কে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে।

কোনো স্থানের বায়ুর শিশিরাঙ্ক 22°C বলতে বোঝায়, 22°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ু তার মধ্যস্থ জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হবে। অর্থাৎ 22°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুর আর্দ্রতা 100% হবে। ফলে শিশির গঠিত বা অদৃশ্য হতে শুরু করবে।

গ পানির উপরিতলে চাপ, $P_1 = 1 \times 10^5$ Nm^{-2}

হ্রদের তলদেশে চাপ, $P_2 = P_1 + h\rho g$

হ্রদের তলদেশে বেলুনের আয়তন, $V_2 = 2$ L

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow P_1V_1 = (P_1 + h\rho g)V_2$

$\Rightarrow V_1 = \frac{(P_1 + h\rho g) \times V_2}{P_1}$

$\therefore V_1 = \frac{(10^5 + 50 \times 9.8 \times 10^3) \times 2}{1 \times 10^5}$

$= 11.8$ L **(Ans.)**

ঘ হ্রদের তলদেশে বেলুনে আরো 1 L গ্যাস প্রবেশ করানোর পর, বেলুনের আয়তন, $V_2 = 2 + 1 = 3$ L

এক্ষেত্রে বেলুনটি পুনরায় হ্রদের উপরিতলে পৌঁছালে,

$P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow P_1V_1 = (P_1 + h\rho g)\, V_2$

$\Rightarrow 1 \times 10^5 \times V_1 = \{1 \times 10^5 + (5 \times 10^3 \times 9.8)\} \times 3$

$\therefore V_1 = 17.7$ L

যা বেলুনটি সর্বোচ্চ ধারণক্ষমতা 8 L এর চেয়ে বেশি।

সুতরাং বেলুনটি হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে না। পানির উপরিতলে পৌঁছানোর পূর্বেই বেলুনটি ফেটে যাবে।

প্রশ্ন ▸ ২ একটি হ্রদের তলদেশ ও পৃষ্ঠের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 8°C ও 30°C। 2L আয়তনবিশিষ্ট একটি বায়ুপূর্ণ বেলুন হ্রদের তলদেশ হতে ছেড়ে দেয়া হলো। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা 15L। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5$$Nm^{-2}$, হ্রদের গভীরতা 15 m এবং পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}।

(ক) আদর্শ গ্যাস কাকে বলে। [ব. বো. ২৪; রা. বো. ২৩, ১৯; সি. বো. ২১; ম. বো. ২১; দি. বো. ১৭]

(খ) বোলজম্যান ধ্রুবক $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

(গ) বেলুনে আবদ্ধ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর। [রা. বো. ১৯]

(ঘ) বেলুনটি হ্রদের পৃষ্ঠে এসে বিস্ফোরিত হওয়ার সম্ভাবনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ১৯]

উত্তর:

ক যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লস-এর সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস (Ideal gas) বলে।

খ আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $PV = N_0kT$

$\therefore k = \frac{PV}{N_0T}$ ..... (i)

যেখানে P হলো গ্যাসের চাপ, V গ্যাসের আয়তন, N_0 অ্যাভোগেড্রোর সংখ্যা এবং T গ্যাসের তাপমাত্রা।

সুতরাং বোলজম্যান ধ্রুবক $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K বলতে বোঝায়, স্থির চাপে একটি আদর্শ গ্যাসাণুর তাপমাত্রা 1 k বৃদ্ধিতে গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধির জন্য সম্পাদিত কাজ হয় 1.38×10^{-23} J।

গ হ্রদের তলদেশে বেলুনের মধ্যে বায়ু চাপ,

$P = P_{atm} + h\rho g$

$= 10^5 + 15 \times 10^3 \times 9.8$

$= 2.47 \times 10^5$ Pa

আমরা জানি, $PV = nRT$

$\Rightarrow n = \frac{PV}{RT} = \frac{2.47 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3}}{8.314 \times 281}$

$= 0.2114$ mol

দেওয়া আছে,

তলদেশে তাপমাত্রা, $T = 281$ K

আয়তন, $V = 2$ L $= 2 \times 10^{-3}$ m^3

গভীরতা, $h = 15$ m

$\therefore$ গতিশক্তির পরিবর্তন,

$\Delta E_K = \frac{3}{2} nR\Delta T = \frac{3}{2} \times 0.2114 \times 8.314 \times (30 - 8)$

$= 58$ J

সুতরাং বেলুনে আবদ্ধ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন 58 J। **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

পৃষ্ঠে তাপমাত্রা, $T_1 = 281$K

চাপ, $P_1 = 2.47 \times 10^5$ Nm^{-2}

আয়তন, $V_2 = 2$L

তলদেশে তাপমাত্রা, $T_2 = 303$K

চাপ, $P_2 = 10^5$ N/m^2

আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\therefore V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{T_1P_2} = \frac{2.47 \times 10^5 \times 2 \times 303}{281 \times 10^5} = 5.326$ L < 15 L

সুতরাং হ্রদের পৃষ্ঠে বেলুনের আয়তন (5.326 L) সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা হতে কম হওয়ায় বেলুনটির বিদেস্ফারণের সম্ভাবনা নেই। **(Ans.)**

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৩ 200 gm নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি একটি বেলুনকে সমুদ্রের তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। সমুদ্র পৃষ্ঠের চাপ $10^5 Nm^{-2}$ এবং তাপমাত্রা 30°C। সমুদ্রের তলদেশের তাপমাত্রা 15°C। পানির ঘনত্ব $1000 kgm^{-3}$, $g = 9.8\ ms^{-2}$, $R = 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$.

(ক) স্বাধীনতার মাত্রা কী? [কু. বো. ২২, ১৭; ঢা. বো. ১৯, রা. বো. ১৭]

(খ) আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর? [য. বো. ২২]

(গ) সমুদ্র পৃষ্ঠে নাইট্রোজেনের মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। [য. বো. ২২; অনুরূপ ঢা. বো. ১৯]

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২২; অনুরূপ চ. বো. ২২; ঢা. বো. ১৯]

সমাধান:

ক একটি গতিশীল বস্তু বা সিস্টেমের অবস্থাকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

খ আকাশ মেঘাচ্ছন্ন হলে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে তাপ বিকিরণ বিঘ্নিত হওয়ায় শিশির পড়ে না।

দিনের বেলা সূর্যের তাপে ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বাতাস গরম থাকে এবং জলীয় বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘহীন রাতে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠান্ডা হতে থাকে এবং পরিশেষে শিশিরাঙ্কে পৌঁছালে শিশির জমতে শুরু করে। কিন্তু মেঘ তাপরোধী পদার্থ। তাই আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে তাপ বিকিরিত হতে পারে না। ফলে তাপমাত্রা যথেষ্ট কমে শিশিরাঙ্কের নিচে যেতে পারে না এবং শিশির জমে না।

গ সমুদ্র পৃষ্ঠে নাইট্রোজেন গ্যাসের মোট গতিশক্তি,

$$E = \frac{f}{2} nRT$$
$$= \frac{5}{2} \times \frac{200}{28} \times 8.314 \times 303$$
$$= 44984.68\ J \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,
পৃষ্ঠে তাপমাত্রা,
$T = (273 + 30) = 303\ K$
N_2 এর পরিমাণ, $W = 200\ g$
স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 5$

ঘ দেওয়া আছে,
পৃষ্ঠে তাপমাত্রা, $T_1 = 303\ K$
চাপ, $P_1 = 10^5\ Nm^{-2}$
আয়তন $= V_1$
তলদেশে তাপমাত্রা, $T_2 = 288\ K$
চাপ, $P_2 = P_1 + h\rho g$
আয়তন, $V_2 = \frac{V_1}{2}$

আমরা জানি,

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$
$$\Rightarrow \frac{P_1 \times V_1}{303} = \frac{(P_1 + h\rho g) \times \frac{1}{2} V_1}{15 + 273}$$
$$\Rightarrow \frac{10^5}{303} = \frac{(10^5 + h \times 10^3 \times 9.8) \times \frac{1}{2}}{288}$$
$$\therefore h = 9.193\ m$$

∴ তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় সমুদ্রের গভীরতা 9.913 m। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৪ $4 \times 10^{-2} m^3$ আয়তনের সিলিন্ডারে 300K তাপমাত্রায় ও $2.5 \times 10^5\ Nm^{-2}$ চাপে অক্সিজেন গ্যাস ভর্তি করা আছে। তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে কিছু পরিমাণ অক্সিজেন ব্যবহার করার পর চাপ $1.3 \times 10^5\ Nm^{-2}$ পাওয়া গেল। অক্সিজেনের আণবিক ভর $32 gmol^{-1}$।

(ক) সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে? [সি. বো. ২২]

(খ) শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২২]

(গ) উদ্দীপকের বর্ণিত অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহারের পূর্বে এর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ কত ছিল নির্ণয় কর। [সি. বো. ২২]

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণনামতে যে পরিমাণ অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহৃত হয়েছে তা নির্ণয় সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [সি. বো. ২২]

সমাধান:

ক যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে বস্তুর এ গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

খ শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কমে যায়। কারণ শীতকালে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়।

আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

অর্থাৎ, $T \propto L$

এখানে, কার্যকর দৈর্ঘ্য বাড়লে দোলনকাল বাড়বে এবং দৈর্ঘ্য কমলে দোলনকাল কমবে। শীতকালে তাপমাত্রা কম থাকায় সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়। এর ফলে দোলনকালও হ্রাস পাবে এবং ঘড়িটি দ্রুত চলবে।

গ আমরা জানি, মূল গড় বর্গবেগ,

$$C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$
$$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{32 \times 10^{-3}}}$$
$$= 483.561\ ms^{-1} \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,
আণবিক ভর,
$M = 32\ g$
$= 32 \times 10^{-3}\ kg$
তাপমাত্রা, $T = 300\ k$

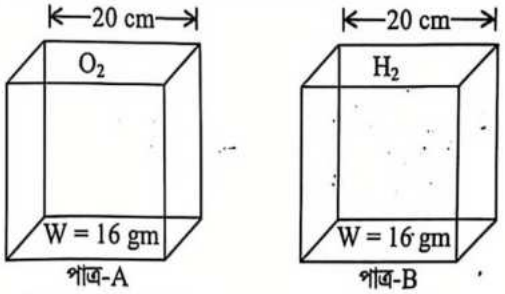
ঘ আদি অবস্থায়, $P_1V = n_1RT$ ..... (i)
পরবর্তী অবস্থায়, $P_2V = n_2RT$ ..... (ii)
(i) – (ii) করে,
$(P_1 - P_2)V = \Delta nRT$

$$\therefore \Delta n = \frac{(P_1 - P_2) \times V}{RT} = \frac{(2.5 - 1.3) \times 10^5 \times 4 \times 10^{-2}}{8.314 \times 300}$$
$$= 1.92446\ mol$$

এখন, $\Delta W = \Delta nM = 1.92446 \times 32 = 61.582\ g$

∴ ব্যবহৃত অক্সিজেন গ্যাসের পরিমাণ 61.582 g। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৫ চিত্রে A ও B দুটি ঘনকাকৃতি গ্যাসপাত্র যাদের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 20 cm এবং উভয় পাত্রে গ্যাসের চাপ $24 \times 10^5\ Nm^{-2}$।



(ক) আপেক্ষিক আর্দ্রতা কাকে বলে? [ব. বো. ২৪; রা. বো. ২৩, ১৯]

(খ) আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে শিশিরাঙ্ক কেমন হবে? [ব. বো. ২৪; য. বো. ২৩; ব. বো. ২১; চ. বো. ২১; রা. বো. ২৩]

(গ) তাপমাত্রা স্থির রেখে পাত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে পরিবর্তিত চাপ নির্ণয় কর। [ব. বো. ২৪; অনুরূপ প্রশ্ন য. বো. ২৪; রা. বো. ২৩]

(ঘ) A ও B উভয় পাত্রের প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসের C_{rms} বেগের মান সমান হবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [ব. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২২; সি. বো. ২২; দি. বো. ২২; য. বো. ১৯]

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সমাধান:

ক কোনো তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভর এবং ঐ একই তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

খ আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ, শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের সমান হয়। অর্থাৎ বায়ু উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। তখন হাইগ্রোমিটারে শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা সমান হয়ে যায়। অর্থাৎ $\theta_1 = \theta_2$ হয়।

সেক্ষেত্রে, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - (\theta_1 - \theta_2)$

$= \theta_1 - 0$

$= \theta_1$

অর্থাৎ শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হয়।

গ তাপমাত্রা স্থির রাখলে,

$P_A V_A = P'_A V'_A$

$\Rightarrow P_A a_1^3 = P'_A a_2^3$

$\Rightarrow P'_A = \frac{P_A \times a_1^3}{a_1^3}$

$= \frac{24 \times 10^5 \times (0.2)^3}{(0.1)^3}$

$= 1.92 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

পাত্রের বাহুর আদি দৈর্ঘ্য,

$a_1 = 0.2 \text{ m}$

পাত্রের বাহুর পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য,

$a_2 = \frac{a_1}{2} = 0.1 \text{ m}$

ঘ A পাত্রে, $P_A V_A = nRT_A$

$\Rightarrow T_A = \frac{P_A V_A}{nR}$

$= \frac{24 \times 10^5 \times 0.2^3}{\frac{16}{32} \times 8.314}$

$= 4618.7 \text{ K}$

B পাত্রে, $P_B V_B = nRT_B$

$\Rightarrow T_B = \frac{P_B V_B}{nR}$

$= \frac{24 \times 10^5 \times 0.2^3}{\frac{16}{2} \times 8.314}$

$= 288.67 \text{ K}$

দেওয়া আছে,

A পাত্রের জন্য,

চাপ, $P_A = 24 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

দৈর্ঘ্য, $a = 0.2 \text{ m}$

পরিমাণ, $W_A = 16 \text{ g}$

B পাত্রের জন্য,

চাপ, $P_B = 21 \times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$

দৈর্ঘ্য, $a = 0.2 \text{ m}$

পরিমাণ, $W_B = 16 \text{ g}$

আমরা জানি, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$\therefore \frac{C_{rms_B}}{C_{rms_A}} = \sqrt{\frac{T_B}{T_A} \times \frac{M_A}{M_B}}$

$\Rightarrow C_{rms_B} = \sqrt{\frac{288.67}{4618.7} \times \frac{32}{2}} \times C_{rms_A}$

$\therefore C_{rms_B} = C_{rms_A}$

সুতরাং, A ও B উভয় পাত্রের প্রাথমিক গ্যাসের C_{rms} বেগের মান সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬ পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে একজন শিক্ষার্থী $6.2 \times 10^{-7} \text{m}^3$ আয়তনের 4 g অক্সিজেনকে 0.62 mHg চাপ ও 27°C তাপমাত্রা থেকে S.T.P তে রূপান্তর করলো। পরীক্ষা শেষে শিক্ষক মন্তব্য করলেন গ্যাসের আয়তন ও গড় বর্গবেগের বর্গমূল উভয়ই হ্রাস পায়। [অক্সিজেনের আণবিক ভর 32 g এবং সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক $R = 8.31 \text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$]

(ক) শক্তির সমবিভাজন নীতি বিবৃত করো। [দি. বো., ম. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

(খ) বিষুব অঞ্চলের আবহাওয়া অস্বস্তিকর–ব্যাখ্যা কর। [দি. বো., ম. বো. ২৩]

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় অক্সিজেনের গতিশক্তি নির্ণয় করো। [দি. বো. ২৩]

(ঘ) উদ্দীপকে শিক্ষকের মন্তব্য সঠিক ছিল কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য করো। [দি. বো. ২৩]

সমাধান:

ক কোনো পদার্থের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বণ্টিত হয় এবং যেকোনো একটি অণুর প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার সাথে সংশ্লিষ্ট গতিশক্তির মান $= \frac{1}{2}kT$। এটিই শক্তির সমবিভাজন নীতি।

খ অতিরিক্ত তাপমাত্রা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার জন্য বিষুব অঞ্চলের আবহাওয়া বেশ অস্বস্তিকর।

বিষুব অঞ্চল সূর্যের কাছাকাছি অবস্থান করায় এ অঞ্চলের তাপমাত্রা একটু বেশি। আবার বিষুব অঞ্চলের অধিকাংশ এলাকা জুড়ে রেইনফরেস্ট থাকায় সারা বছর বৃষ্টিপাত হয়। ফলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকে। পরিবেশের তাপমাত্রা 26°C অপেক্ষা বেশি হলে দেহ থেকে তাপ বর্জনের হার কম হয়। তখন দেহ লোমকূপের মধ্য দিয়ে ঘাম নিঃসরণের মাধ্যমে তাপমাত্রা হ্রাস করতে চায়। কিন্তু আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে ঘাম বাষ্পায়নের হার কমে যায় ফলে গরম লাগে এবং শরীরের ঘাম অস্বস্তি সৃষ্টি করে।

গ প্রাথমিক অবস্থায় অক্সিজেনের গতিশক্তি,

$E_K = \frac{f}{2}nRT$

$= \frac{5}{2} \times \frac{4}{32} \times 8.314 \times 300$ [O_2 এর স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 5$]

$= 779.438 \text{ kJ}$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

আদি চাপ, $P_1 = 0.62 \text{ mHg} = 620 \text{ mm Hg}$

আদি আয়তন, $V_1 = 6.2 \times 10^{-7} \text{ m}^3$

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$

আমরা জানি, $\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1 V_1 T_2}{P_2 T_1} = \frac{620 \times 6.2 \times 10^{-7} \times 273}{780 \times 300}$

$= 4.4846 \times 10^{-7} \text{ m}^3 < V_1$

$\therefore$ আয়তন হ্রাস পাবে।

আবার, গড় বর্গবেগের বর্গমূল

$c \propto \sqrt{T}$

$\therefore \frac{c_2}{c_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{273}{300}}$

$\Rightarrow c_2 = 0.954 c_1$

অর্থাৎ, $c_1 > c_2$

$\therefore$ গড় বর্গবেগের বর্গমূল হ্রাস পাবে।

সুতরাং শিক্ষকের মন্তব্য সঠিক ছিল। **(Ans.)**

ADMISSION STUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ৭ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে একটি খোলা লিটার ফ্লাস্কের মধ্যে 1.32×10^{-3} kg নাইট্রোজেন গ্যাস থাকতে পারে। 90°C তাপমাত্রার গরম পানি দ্বারা ফ্লাস্কটি অর্ধপূর্ণ করা হলে গ্যাস পানির সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে।

(ক) হাইগ্রোমিটার কী? [সি. বো. ২১]

(খ) বর্ষাকালে ভেজা কাপড় দেরিতে শুকায় কেন? [কু. বো. ২৩]

(গ) পানির তাপমাত্রায় একটি নাইট্রোজেন অণুর গতিশক্তি নির্ণয় করো। [কু. বো. ২৩]

(ঘ) গরম পানি দ্বারা অর্ধপূর্ণ করার পর পূর্বের অর্ধেক পরিমাণ গ্যাস ধারণ করবে না– উক্তিটির যথার্থতা যাচাই করো। [কু. বো. ২৩; অনুরূপ সি. বো. ২৪, ২২; কু. বো. ২১; চ. বো. ১৯; দি. বো. ১৯]

সমাধান:

ক কোনো স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাকে আর্দ্রতামাপক যন্ত্র বা হাইগ্রোমিটার বলে।

খ বর্ষাকালে বায়ুমন্ডলের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকায় কাপড় দেরিতে শুকায়।

ভেজা কাপড় শুকানো অর্থাৎ ভেজা কাপড়ের পানি বাষ্পায়ন নির্ভর করে আপেক্ষিক আর্দ্রতা তথা বায়ুমন্ডলে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ওপর। আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে বাষ্পায়ন ধীরে হয় এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়। বর্ষাকালে বায়ুমন্ডলে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে তাই আপেক্ষিক আর্দ্রতাও বেশি হয়। ফলে পানির বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া ধীর হয়ে যায়।

গ একটি নাইট্রোজেন অণুর গতিশক্তি,

$$E = \frac{f}{2}kT = \frac{5}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times (90 + 273)$$

[N_2 এর স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 5$]

$$= 1.252 \times 10^{-20} \text{ J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

চাপ, $P = 101325$ Pa

আয়তন, $V = \frac{1 \times 10^{-3}}{2} \text{ m}^2 = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

আণবিক ভর, $M = 28 \times 10^{-3}$ kg

তাপমাত্রা, $T = (90 + 273) = 363$ K

এখানে,

$PV = nRT$

$$\Rightarrow PV = \frac{W}{M}RT$$

$$\Rightarrow W = \frac{PVM}{RT} = \frac{101325 \times 0.5 \times 10^{-3} \times 28 \times 10^{-3}}{8.314 \times 363}$$

$$= 4.7 \times 10^{-4} \text{ kg} < \frac{1.32 \times 10^{-3}}{2}$$

∴ গরম পানি দ্বারা অর্ধপূর্ণ করার পর, পূর্বের অর্ধেক এর চেয়ে কম পরিমাণ গ্যাস ধারণ করবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৮ A ও B দুইটি সিলিন্ডারে যথাক্রমে 5 g ভরের N_2 ও O_2 গ্যাস আছে। উভয় সিলিন্ডারে আয়তন 8L। A সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ 4×101^5 Pa এবং B সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ 5×10^5 Pa। [$R = 8.31 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$]

(ক) আদর্শ চাপ কাকে বলে? [সি. বো. ২৪; সম্মিলিত ১৮]

(খ) দিনের তুলনায় রাতে বেশি শিশির জমে কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪;]

(গ) B সিলিন্ডারের তাপমাত্রা কত? [সি. বো. ২৪; অনুরূপ সি. বো. ২২; কু. বো. ২৩; কু. বো. ২১; চ. বো. ১৯; দি. বো. ১৯]

(ঘ) উভয় সিলিন্ডারে গ্যাসের গতিশক্তি একই হবে কি-না– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [সি. বো. ২৪; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩; দি. বো. ২৩; য. বো. ২৩, ২২, ১৯; ঢা. বো. ১৯; কু. বো. ১৯; দি. বো. ১৭]

সমাধান:

ক সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C তাপমাত্রায় উলম্বভাবে অবস্থিত 76 cm উচ্চতা বিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদস্তম্ভের চাপকে প্রমাণ চাপ বলে।

খ যে তাপমাত্রায় কোনো স্থানের বায়ু উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে তাকে উক্ত বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে। তাপমাত্রা হ্রাস পেলে বায়ুর জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতা কমে যায়। ফলে উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। এ অবস্থায় তাপমাত্রা আর একটু কমলে শিশির জমা শুরু হয়। দিনের চেয়ে রাতে বায়ুর তাপমাত্রা অধিক হ্রাস পায়। তাই দিনের তুলনায় রাতে বেশি শিশির জমে।

গ আমরা জানি, $PV = nRT$

$$\Rightarrow T_B = \frac{PV}{nR}$$

$$= \frac{5 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3} \times 32}{5 \times 8.314}$$

$$= 3079.14 \text{ K (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

চাপ, $P = 5 \times 10^5$ Pa

আয়তন, $V = 8$ L $= 8 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

মোল, $n = \frac{W}{M} = \frac{5}{32}$ mol

ঘ A সিলিন্ডারের ক্ষেত্রে গতিশক্তি,

$$E_A = \frac{f}{2}P_AV_A$$

$$= \frac{5}{2} \times 4 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3}$$ [N_2 এর স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 5$]

$$= 8000 \text{ J}$$

B সিলিন্ডারের ক্ষেত্রে গতিশক্তি,

$$E_B = \frac{f}{2}P_BV_B$$

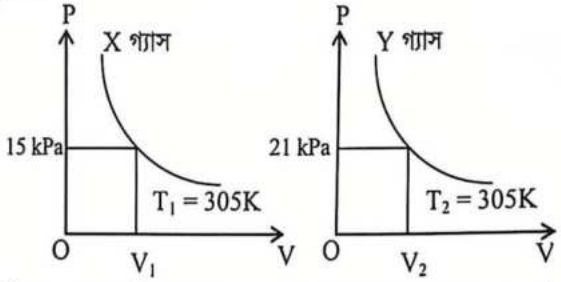
$$= \frac{5}{2} \times 5 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3}$$ [O_2 এর স্বাধীনতার মাত্রা, $f = 5$]

$$= 10000 \text{ J}$$

$\therefore E_A < E_B$

অর্থাৎ, উভয় সিলিন্ডারে গ্যাসের গতিশক্তি একই হবে না। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৯



দুটি ভিন্ন পাত্রে সংরক্ষিত 325 gm এবং 288 gm ভরের 10 mole করে যথাক্রমে X গ্যাস ও Y গ্যাস এর জন্য দুটি P-V লেখ অংকিত আছে।

(ক) হাইগ্রোমিটার কী? [ব. বো. ২৪; য. বো. ২২; সি. বো. ২১; কু. বো. ১৭]

(খ) স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P গ্রাফের প্রকৃতি কিরূপ হবে ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ১৯]

(গ) উদ্দীপক অনুযায়ী গ্যাসদ্বয়ের আয়তনের তুলনা ($V_1 : V_2$) কর। [কু. বো. ১৭]

(ঘ) পাত্র দুটির মুখ একই সময়ে খুলে দিলে কোন পাত্রটি আগে খালি হবে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [কু. বো. ১৭]

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

সমাধান:

ক কোনো স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাকে আর্দ্রতামাপক যন্ত্র বা হাইগ্রোমিটার বলে।

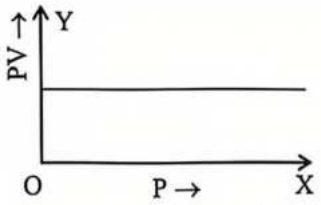
খ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের ওপর প্রযুক্ত চাপ P এবং এর আয়তন V হলে, $V \propto \frac{1}{P}$ [বয়েলের সূত্রানুসারে]

$\Rightarrow V = k.\frac{1}{P}$ [k = ধ্রুবক]

$\therefore PV = k$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায় চাপ ও আয়তনের গুণফল সর্বদা ধ্রুবক।

এখানে, চাপ ও আয়তন পরস্পর ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ বাড়ালে আয়তন কমে এবং চাপ কমালে আয়তন বাড়ে। এক্ষেত্রে লেখের X অক্ষে চাপ P এবং Y অক্ষে PV স্থাপন করলে যে লেখচিত্র পাওয়া যায় তা X অক্ষের সমান্তরাল সরলরেখা। যেহেতু স্থির তাপমাত্রায় PV = ধ্রুবক অর্থাৎ, PV এর কোনো পরিবর্তন হবে না। তাই P এর যেকোনো মানের জন্য PV এর মান ধ্রুবক। এ কারণে PV বনাম P গ্রাফ অঙ্কন করলে X অক্ষের সমান্তরাল রেখা পাওয়া যায়।



গ X গ্যাসের ক্ষেত্রে,

$P_xV_x = n_xRT_x$

$\Rightarrow V_x = \frac{n_xRT_x}{P_x} = \frac{10 \times 8.314 \times 305}{15000}$

$= 1.69\ m^3$

দেওয়া আছে,
চাপ, $P_x = 15\ kPa = 15000\ Pa$
তাপমাত্রা, $T_x = 305\ K$
মোল, $n_x = 10\ mol$

Y গ্যাসের ক্ষেত্রে,

$P_yV_y = n_yRT_y$

$\Rightarrow V_y = \frac{n_yRT_y}{P_y}$

$= \frac{10 \times 8.314 \times 305}{21000}$

$= 1.21\ m^3$

চাপ, $P_y = 21\ kPa = 21000\ Pa$

$\therefore \frac{V_x}{V_y} = 1.4$

$\Rightarrow V_x = 1.4\ V_y$

$\therefore$ সুতরাং X গ্যাসের আয়তন Y গ্যাসের আয়তনের 1.4 গুণ। **(Ans.)**

ঘ X গ্যাসের জন্য,

মোলসংখ্যা $= \frac{\text{ব্যবহৃত ভর}}{\text{আণবিক ভর}}$

$\Rightarrow n = \frac{W}{M}$

$\therefore M_X = \frac{W}{n} = \frac{325}{10} = 32.5\ g$

আবার, Y গ্যাসের জন্য,

$M_Y = \frac{W}{n} = \frac{288}{10} = 28.8\ g$

এখানে, $M_X > M_Y$

X গ্যাসের আণবিক ভর Y গ্যাসের আণবিক ভর অপেক্ষা বেশি। আমরা জানি, যার আণবিক ভর বেশি তার ব্যাপনের হার কম। সুতরাং X গ্যাসের ব্যাপনের হার Y গ্যাসের ব্যাপনের হার অপেক্ষা কম হবে। তাই পাত্র দুটির মুখ একই সময়ে খুলে দিলে Y পাত্রটি আগে খালি হবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১০ দৃশ্যকল্প-১: একটি গ্যাস সিলিন্ডারের আয়তন 1.5 m^3। সিলিন্ডারটিতে 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের 30×10^{25}টি অণু আবদ্ধ আছে। গ্যাসের অণুর ব্যাস 25×10^{-10}m। পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারটি সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করা হল।

দৃশ্যকল্প-২: নাইট্রোজেন গ্যাস দ্বারা একটি পাত্র 20 atm চাপে 27°C তাপমাত্রায় ভর্তি করা হল। এরপর অর্ধেক ভরের গ্যাস বের করে দেয়া হল এবং অবশিষ্ট গ্যাসের তাপমাত্রা 87°C এ বাড়ানো হল।

(ক) আর্দ্রতামিতি কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

(খ) পরম শূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে কী না? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩]

(গ) দৃশ্যকল্প-২ থেকে পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের চেয়ে কম না বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [দি. বো. ২২]

(ঘ) দৃশ্যকল্প-১ এ খালি সিলিন্ডার যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথের পরিবর্তন হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [দি.বো. ১৭]

সমাধান:

ক পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে।

খ চার্লস-এর সূত্রানুসারে পাই, $V_\theta = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$

যদি তাপমাত্রা ক্রমান্বয়ে কমিয়ে $\theta = -273°C$ করা যায়, তবে

$$V_{-273} = V_0\left(1 - \frac{273}{273}\right) = 0$$

দেখা যায় যে, $-273°C$ বা 0K উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়ে যায়। এই তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।

আবার, যদি তাপমাত্রা কমিয়ে $\theta = -274°C$ করা যায়, তবে

$$V_{-274} = V_0\left(1 - \frac{274}{273}\right) = -\frac{V_0}{273}$$

দেখা যায় যে, গ্যাসের আয়তন ঋণাত্মক মান প্রাপ্ত হয়। কিন্তু আয়তন ঋণাত্মক হতে পারে না। সুতরাং, পরমশূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে না।

গ অমরা জানি,

$PV = nRT$

$\therefore P \propto nT$

$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{T_2}{T_1}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{n_2}{n_1} \times \frac{T_2}{T_1} \times P_1 = \frac{1}{2} \times \frac{87 + 273}{300} \times 20$

$= 12\ atm < 20\ atm$

দেওয়া আছে,
আদি চাপ, $P_1 = 20\ atm$
আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 300\ K$
চূড়ান্ত তাপমাত্রা, $T_2 = 273 + 87 = 360\ K$

$\therefore$ পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের চেয়ে কম হবে। **(Ans.)**

ঘ প্রথম ক্ষেত্রে,

একক আয়তনে অণু সংখ্যা, $n_1 = \frac{N}{V_1} = \frac{30 \times 10^{25}}{1.5}$

$= 2 \times 10^{26}\ molecules/m^3$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,

একক আয়তনে অণু সংখ্যা, $n_2 = \frac{N}{V_2} = \frac{30 \times 10^{25}}{1.5 \times 2}$

$= 10^{26}\ molecules/m^3$

আমরা জানি, গড় মুক্ত পথ, $\lambda \propto \frac{1}{n}$

$\therefore \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2 \times 10^{26}}{10^{26}}$

$\therefore \lambda_2 = 2\lambda_1$

সুতরাং, খালি সিলিন্ডার যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথ পূর্বের দ্বিগুণ হয়। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১১ কোনো এক দিন দ্বাদশ শ্রেণির দুই বান্ধবী পলি ও কলি দেশের দুই জেলায় অবস্থান করছিল। পলি ঐদিন যশোরের তাপমাত্রা দেখল 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা দেখল 55%। একই দিনে কলি কুমিল্লায় শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব হাইগ্রোমিটারের তাপমাত্রা দেখল যথাক্রমে 33°C এবং 25.5°C। 33°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.62। [33°C, 30°C, 21°C এবং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 37.83 mm, 31.83 mm, 18.68 mm এবং 17.54 mm পারদ চাপ]

(ক) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কী? [ঢা. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; সি. বো. ২৩; চ. বো. ১৯]

(খ) স্থির তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব এর চাপের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৪]

(গ) ঐ দিন যশোরের শিশিরাংক হিসাব কর। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ চ. বো. ২৪, ২১; দি. বো. ২৪; রা. বো. ২১; কু. বো. ২১; সম্মিলিত ১৮; সি. বো. ১৭]

(ঘ) ঐ দিন পলি বলছিল যে, সে কলির চেয়ে অধিক আরাম বোধ করবে– তার কথার সত্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [ঢা. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২৪; য. বো. ২৩; চ. বো. ২৩; সি. বো. ২৩; চ. বো. ২২; য. বো. ২১; ঢা. বো. ১৭]

সমাধান:

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দেয় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

খ ধরি P_1 চাপ ও T_1 তাপমাত্রায় m ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন V_1 ও ঘনত্ব ρ_1 এবং P_2 চাপে ও T_2 তাপমাত্রায় ঐ গ্যাসের আয়তন V_2 এবং ঘনত্ব ρ_2।

সুতরাং $V_1 = \frac{m}{\rho_1}$ এবং $V_2 = \frac{m}{\rho_2}$

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে আমরা জানি,

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 m}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2 m}{\rho_2 T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2} = \text{ধ্রুবক} \quad [\because \text{তাপমাত্রা স্থির}]$$

$\therefore P \propto \rho$

সুতরাং স্থির তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের ঘনত্ব এর চাপের সমানুপাতিক।

গ আমরা জানি,

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা, } R = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে জলীয়বাষ্প চাপ, } f}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, } F}$$

$$\Rightarrow R = \frac{f}{30°C \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}$$

$\Rightarrow f = R \times 30°$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ

$= 0.55 \times 31.83$ mm (Hg)

$= 17.5065$ mm (Hg)

(18.68 – 17.54) mm (Hg) বা, 1.14 mm(Hg) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায় (21 – 20)°C তাপমাত্রা হ্রাসে

$\therefore$ 1 mm (Hg) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায় $\frac{1}{1.14}$°C তাপমাত্রা হ্রাসে

$\therefore$ (17.54 – 17.5065) mm (Hg) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায়

$= \frac{17.54 - 17.5065}{1.14}$ °C তাপমাত্রা হ্রাসে

$= 0.029$°C তাপমাত্রা হ্রাসে

সুতরাং, ঐ দিন যশোরের শিশিরাঙ্ক = (20 – 0.029)°C

= 19.971°C **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 33$°C

আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 25.5$°C

আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 33 - 1.62(33 - 25.5)$

$= 20.85$°C

(21 – 20)°C = 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপ, 18.68 – 17.54

= 1.14 mm (Hg) বৃদ্ধি পায়

$\therefore$ (20.85 – 20)°C = 0.85°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপ

(1.14 × 0.85) mm (Hg) = 0.969 mm (Hg) বৃদ্ধি পায়।

$\therefore$ কুমিল্লায় শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ

= (17.54 + 0.969) mm (Hg) = 18.509 mm (Hg)

$\therefore$ কুমিল্লায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{18.509}{37.83} \times 100\% = 48.926\%$$

কুমিল্লার আপেক্ষিক আর্দ্রতা যশোরের চেয়ে কম হওয়ায় কুমিল্লায় অধিক স্বস্তি অনুভূত হবে। সুতরাং, পলির কথা সত্য নয়। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১২ একজন আবহাওয়াবিদ দৈনিক প্রতিবেদন তৈরির জন্য একদিন ঢাকা এবং রাজশাহীতে স্থাপিত দুটি সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের মাধ্যমে নিম্নের উপাত্তগুলো সংগ্রহ করলেন।

স্থান	শুষ্ক বাল্ব থার্মো : পাঠ	সিক্ত বাল্ব থার্মো : পাঠ	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদকের মান
ঢাকা	28.6°C	20°C	1.664
রাজশাহী	32.5°C	22°C	1.625

[14°C, 16°C, 28°C, 30°C, 32°C এবং 34°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 11.99, 13.63, 28.35, 31.83, 35.66 এবং 39.90 mm Hg। স্বাস্থের জন্য আপেক্ষিক আর্দ্রতার স্বাচ্ছন্দ্যকর মান হলো 40% থেকে 60% পর্যন্ত।]

(ক) অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে?

(খ) একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি ধ্রুব থাকে কি না? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩; রা. বো. ১৭]

(গ) ঐ দিন ঢাকার শিশিরাঙ্ক কত ছিল? [ব. বো. ২৩; অনুরূপ চ. বো. ২৪; দি. বো. ২৪; রা. বো. ২৪, ২২, ২১; ঢা. বো. ২২; য. বো. ২২; কু. বো. ২১; চ. বো. ২১; সম্মিলিত ১৮; সি. বো. ১৭]

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন ব্যক্তি কোথায় অধিকতর স্বস্তি বোধ করবেন? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [ব. বো. ২৩; অনুরূপ ব. বো. ২১; ঢা. বো. ২৩, ২২; রা. বো. ২২, ২১, ১৭; য. বো. ২২, ২১; কু. বো. ২২, ২১; ম. বো. ২১; চ. বো. ২১; দি. বো. ১৯; সম্মিলিত ১৮]

সমাধান:

ক কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প, যদি সর্বাধিক বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম চাপ প্রয়োগ করে তবে তাকে অসম্পৃক্ত বাষ্প চাপ বলে।

খ গ্যাসের গতিসূত্র হতে পাই, গ্যাসের চাপ একক আয়তনের গতিশক্তির দুই তৃতীয়াংশ।

$$\therefore P = \frac{2}{3}\frac{E}{V}$$

$$\Rightarrow E = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2}nRT \quad [\because PV = nRT]$$

$$\therefore \text{প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি } E = \frac{3}{2}RT$$

$$\therefore \text{অণুগুলোর গড় গতিশক্তি } \bar{E} = \frac{3}{2}\frac{R}{N_A}T$$

$$\Rightarrow \bar{E} = \frac{3}{2}kT \quad [\text{যেখানে } k = \text{বোল্টজম্যান ধ্রুবক।}]$$

সকল এক মোল গ্যাসের জন্য গতিশক্তি কেবলমাত্র পরম তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে।

$\therefore$ নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের গড় গতিশক্তি ধ্রুব।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ গ্লেইসারের উৎপাদক,

$$G = \frac{\theta_1 - \theta}{\theta_1 - \theta_2}$$

দেওয়া আছে,
শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 28.6°C$
সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 20°C$

$$\Rightarrow 1.664 = \frac{28.6 - \theta}{28.6 - 20}$$

$\therefore \theta = 14.2896°C$

$\therefore$ ঐ দিন ঢাকার শিশিরাঙ্ক ছিল 14.2896°C। **(Ans.)**

ঘ ঢাকায়,

(16 – 14)°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ বৃদ্ধি পায় (13.63 – 11.99) mm (Hg)

$\therefore$ 0.2896°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ বৃদ্ধি পায়

$$= \frac{13.63 - 11.99}{16 - 14} \times 0.2896 = 0.2374 \text{ mm (Hg)}$$

$\therefore$ 14.2896°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 11.99 + 0.2374
= 12.2274 mm (Hg)

অনুরূপভাবে,

28.6°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ

$$= 28.35 + \frac{31.83 - 28.35}{30 - 28} \times 0.6$$
$$= 29.394 \text{ mm (Hg)}$$

$\therefore$ ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R_1 = \frac{f}{F} \times 100\%$

$$= \frac{12.2274}{29.394} \times 100\%$$
$$= 41.6\%$$

রাজশাহীতে,

গ্লেইসারের উৎপাদক, $G = \frac{\theta_1 - \theta}{\theta_1 - \theta_2}$

$$\Rightarrow 1.625 = \frac{32.5 - \theta}{32.5 - 22}$$

$\therefore \theta = 15.4375°C$

$\therefore$ শিশিরাঙ্ক 15.4375°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ

$$= 11.99 + \frac{13.63 - 11.99}{16 - 14} \times 1.4375$$
$$= 13.16875 \text{ mm (Hg)}$$

বায়ুর তাপমাত্রা 32.5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ

$$= 35.66 + \frac{39.90 - 35.66}{34 - 32} \times 0.5$$
$$= 36.72 \text{ mm (Hg)}$$

$\therefore$ রাজশাহীতে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R_2 = \frac{f}{F} \times 100\%$

$$= \frac{13.16875}{36.72} \times 100\%$$
$$= 35.862\%$$

$\therefore$ ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা (41.6%) সাচ্ছন্দ্যকর আপেক্ষিক আর্দ্রতার সীমার মধ্যে থাকায়, ব্যক্তি ঢাকায় অধিকতর স্বস্তি বোধ করবেন। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৩ কোনো একস্থানে হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা 24°C এবং শিশিরাঙ্ক 11.5°C। 24°C, 12°C এবং 11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38×10^{-3} m, 10.52×10^{-3} m এবং 9.9×10^{-3} m পারদ চাপ। 24°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.72।

(ক) স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে? [ঢা. বো. ২১]

(খ) শূন্য কাজ ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২১]

(গ) উক্ত স্থানে সিক্ত বাল্বের পাঠ কত? নির্ণয় কর। [ঢা. বো. ২১; অনুরূপ ব. বো. ২১; দি. বো. ২১; য. বো. ২১]

(ঘ) উল্লিখিত স্থানে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়পূর্বক আবহওয়া সম্পর্কে মন্তব্য কর। [ঢা. বো. ২১; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩, ২২; দি. বো. ২৪, য. বো. ২৩; চ. বো. ২৩, ২১; সি. বো. ২৩; চ. বো. ২২; রা. বো. ২২, ২১, ১৭; য. বো. ২২; কু. বো. ২২, ২১; ম. বো. ২২; য. বো. ২১; ব. বো. ২১; দি. বো. ১৯; সম্মিলিত ১৮]

সমাধান:

ক কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তের একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

খ বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর সরণ ঘটে তাহলে তাকে কাজ বলে।

$$W = \vec{F}.\vec{s}$$
$$= Fs\cos\theta$$

অর্থাৎ, বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশকে কাজ বলে। এখন, বল প্রয়োগ করার ফলে যদি বস্তুর সরণ না হয় অথবা বল প্রয়োগের দিক যদি সরণের উলম্বের দিকে হয় তাহলে কৃতকাজকে শূন্য কাজ বলে।

অর্থাৎ, $s = 0$ হলে, $W = 0$

এবং $\theta = 90°$ হলে, $W = Fs\cos 90° = 0$

গ দেওয়া আছে,

শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 24°C$

শিশিরাঙ্ক, $\theta = 11.5°C$

24°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.72$

সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = ?$

আমরা জানি, $G = \frac{\theta_1 - \theta}{\theta_1 - \theta_2}$

$$\Rightarrow \theta_1 - \theta_2 = \frac{\theta_1 - \theta}{G}$$
$$\Rightarrow \theta_2 = \theta_1 - \frac{\theta_1 - \theta}{G}$$
$$= 24 - \frac{24 - 11.5}{1.72}$$
$$= 16.73°C \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

24°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ, $F = 22.38 \times 10^{-3}$ m(Hg)

শিশিরাঙ্ক = 11.5°C

(12 – 11)°C বা, 1°C বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়

$$= 10.52 \times 10^{-3} - 9.9 \times 10^{-3}$$
$$= 6.2 \times 10^{-4} \text{ m(Hg)}$$

$\therefore$ 0.5°C বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়

$$= \frac{6.2 \times 10^{-4}}{1} \times 0.5 \text{ m(Hg)} = 3.1 \times 10^{-4} \text{ m(Hg)}$$

$\therefore$ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ,

$$f = (9.9 \times 10^{-3} + 3.1 \times 10^{-4}) \text{ m(Hg)}$$
$$= 1.02 \times 10^{-2} \text{ m(Hg)}$$

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100 = \frac{1.02 \times 10^{-2}}{22.38 \times 10^{-3}} \times 100$
$= 45.58\%$

যেহেতু, আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হওয়ায় ঐ স্থানে আবহাওয়া আরামদায়ক হবে। **(Ans.)**

Rhombus Publications

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৪ কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 20°C এবং শিশিরাঙ্ক 7.4°C। বায়ুর তাপমাত্রা কমে 16°C হল। 7°C, 8°C এবং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.53 mm, 8.05 mm ও 17.54 mm পারদ চাপ।

(ক) গড়মুক্ত পথ কাকে বলে? [য. বো. ২৩, ২২]

(খ) গ্যাসের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি গ্যাসের পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক–ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

(গ) উদ্দীপকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? [য. বো. ২৩; অনুরূপ দি. বো. ২৪; চ. বো. ২৩; সি. বো. ২৩; চ. বো. ২২; ব. বো. ২১; ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) আপেক্ষিক আর্দ্রতা অপরিবর্তিত রেখে বায়ুর তাপমাত্রা কমার ফলে শিশিরাঙ্কের পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [য. বো. ২৩; অনুরূপ ঢা. বো. ১৭]

সমাধান:

ক পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময়ে অণু যে সরলরৈখিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে গড় মুক্ত পথ বলে।

খ গ্যাসের গতিসূত্র হতে পাই, গ্যাসের চাপ একক আয়তনের গতিশক্তির দুই তৃতীয়াংশ।

$\therefore P = \frac{2}{3}\frac{E}{v}$

$\Rightarrow E = \frac{3}{2}PV$

$\Rightarrow E = \frac{3}{2}nRT$

$\therefore$ প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি $E = \frac{3}{2}RT$

$\therefore$ অণুগুলোর গড় গতিশক্তি $\bar{E} = \frac{3}{2}\frac{R}{N_A}T$

$\Rightarrow \bar{E} = \frac{3}{2}kT$ [যেখানে k = বোলজম্যান ধ্রুবক]

$\therefore \bar{E} \propto T$

গ (8 – 7)°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায় (8.05 – 7.53) mm Hg

$\therefore$ 0.4°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়

$= \frac{8.05 - 7.53}{8 - 7} \times 0.4 = 0.208$ mm Hg

$\therefore$ 7.4°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 7.53 + 0.208 = 7.738 mm Hg

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.738}{17.54} \times 100\% = 44.11\%$

সুতরাং, উদ্দীপকের ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 44.11%। **(Ans.)**

ঘ আপেক্ষিক আর্দ্রতা অপরিবর্তিত রেখে বায়ুর তাপমাত্রা কমালে শিশিরাঙ্ক পরিবর্তিত হবে। কেননা আপেক্ষিক আর্দ্রতা ধ্রুব রাখতে হলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমাতে হবে। অতঃপর তাপমাত্রা হ্রাস করতে হবে।

(20 – 8)°C তাপমাত্রা হ্রাস পাওয়ার ফলে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায় (17.54 – 8.05) mm Hg

$\therefore$ 4°C তাপমাত্রা হ্রাস পাওয়ার ফলে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায়

$= \frac{17.54 - 8.05}{20 - 8} \times 4 = 3.16$ mm Hg

$\therefore$ 16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 17.54 – 3.16 = 14.38 mm (Hg)

$\therefore R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$\Rightarrow 44.11\% = \frac{f}{14.38}$

$\therefore f = 6.342$ mm (Hg)

(8.05 – 7.53) mm সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পেলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় (8 – 7)°C

$\therefore$ (7.53 – 6.342) mm সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পেলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় $= \frac{8 - 7}{8.05 - 7.53} \times (7.53 - 6.342) = 2.29$°C

$\therefore$ নতুন শিশিরাংঙ্ক = (7 – 2.29)°C = 4.71°C **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৫ একদিন কোনো স্থানে একটি হাইগ্রোমিটারে শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা যথাক্রমে 25°C ও 19°C এবং শিশিরাঙ্ক 14.77°C। 15°C, 16°C এবং 25°C এ সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 17.54 mm Hg, 19.83 mm Hg এবং 25.21 mm Hg চাপ।

(ক) চার্লসের সূত্রটি লিখ। [চ. বো. ২৩; রা. বো. ২১]

(খ) শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয় কেন? [ম. বো. ২১]

(গ) গ্লেইসারের উৎপাদক নির্ণয় কর। [ম. বো. ২১]

(ঘ) ঐ দিনে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 20% কমে গেলে শিশিরাঙ্কের কীরূপ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২১]

সমাধান:

ক স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য 0°C এর আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ বা 0.00366 অংশ পরিবর্তিত হয়।

খ শীতকালে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকায় গায়ের চামড়া শুষ্ক হয়ে যায়। শীতকালে বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ অত্যন্ত কম থাকে। ফলে বায়ু শুষ্ক থাকে এবং বাষ্পায়ন দ্রুত ঘটে। ফলে বায়ু যেকোনো স্থান থেকে জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করে। দেহের অনাবৃত অংশের অপেক্ষাকৃত কোমল স্থানগুলো থেকে বায়ুমন্ডল জলীয় বাষ্প টেনে নেয়। এর ফলে শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয়।

গ গ্লেইসারের উৎপাদক, $G = \frac{\theta_1 - \theta}{\theta_1 - \theta_2} = \frac{25 - 14.77}{25 - 19} = 1.705$

দেওয়া আছে,
শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25$°C
আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 19$°C
শিশিরাঙ্ক, $\theta = 14.77$°C

সুতরাং গ্লেইসারের উৎপাদক 1.705। **(Ans.)**

ঘ (16 – 15)°C তাপমাত্রা হ্রাস পেলে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায় (19.83 – 17.54) mm Hg

$\therefore$ 0.23°C তাপমাত্রা হ্রাস পেলে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায়

$= \frac{19.83 - 17.54}{16 - 15} \times 0.23 = 0.5267$ mm (Hg)

$\therefore$ 14.77°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 17.54 – 0.5267 = 17.0133 mm (Hg)

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{17.0133}{25.21} \times 100\% = 67.486\%$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা 20% হ্রাস পেলে, নতুন আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$R_2 = 67.486 - 20$

$\Rightarrow R_2 = 47.486\%$

$\therefore R_2 = \frac{f_2}{F}$

$\Rightarrow f_2 = 47.486\% \times 25.21 = 11.971$ mm(Hg)

[প্রশ্নে f_2 হতে শিশিরাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য পর্যাপ্ত তথ্য নেই। প্রশ্নে আরও বিভিন্ন তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ তথ্যের ঘাটতি রয়েছে।]

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৬ কোনো একটি পরীক্ষণে খাগড়াছড়িতে বায়ুর তাপমাত্রা 28°C শিশিরাঙ্ক 7.8°C পাওয়া গেল। হঠাৎ শৈত্যপ্রবাহের ফলে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে 14°C হলে। 7°C, 8°C এবং 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.51, 8.05 এবং 28.35 mm পারদ।

(ক) গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র বিবৃত কর। [রা. বো. ২২; চ. বো. ২২; য. বো. ২১, ১৯, ১৫]

(খ) গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [সি. বো. ২৩]

(গ) খাগড়াছড়ির আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় করো। [সি. বো. ২৩; অনুরূপ দি. বো. ২৪; য. বো. ২৩, ২১; চ. বো. ২৩, ২২; সি. বো. ২৩; ঢা. বো. ১৭]

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তনে উক্ত স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্ক একই থাকবে নাকি ভিন্ন হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। [সি. বো. ২৩]

সমাধান:

ক তাপমাত্রা স্থির থাকলে, কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার ওপর প্রযুক্ত চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

খ গ্যাস ও বাষ্পের পার্থক্য নিম্নরূপ:

গ্যাস	বাষ্প
১. কোনো বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা সংকট তাপমাত্রার চেয়ে বেশি হলে তাকে গ্যাস বলে।	১. কোনো বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা সংকট তাপমাত্রার চেয়ে কম হলে তাকে বাষ্প বলে।
২. গ্যাসকে চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা যায় না।	২. বাষ্পকে সহজেই চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা যায়।
৩. উদাহরণ: অক্সিজেন, নাইট্রোজেন	৩. উদাহরণ: পানি থেকে বাষ্প।

গ $(8 - 7)°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়
$= (8.05 - 7.51)$ mm Hg

$\therefore$ 0.8°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়
$$= \frac{8.05 - 7.51}{8 - 7} \times 0.8 = 0.432 \text{ mm Hg}$$

$\therefore$ 7.8°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $= 7.51 + 0.432$
$= 7.942$ mm Hg

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{7.942}{28.35} \times 100\%$
$= 28.014\%$ **(Ans.)**

ঘ তাপমাত্রার পরিবর্তনে ঐ স্থানের শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে না। যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভিতরের জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। সুতরাং শিশিরাঙ্ক নির্ভর করে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর। তাপমাত্রা হ্রাস করলে বায়ুর জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতা হ্রাস পায়। ফলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। তবে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের কোনো পরিবর্তন হয় না। কেবল শিশিরাঙ্কে পৌঁছালে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্প শিশিররূপে জমতে শুরু করে। বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কে পৌঁছানোর পূর্বে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ ধ্রুব থাকে। যেহেতু শিশিরাঙ্ক বায়ুতে অবস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভর করে, তাই তাপমাত্রার পরিবর্তন করলে শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৭ কোনো নির্দিষ্ট দিনে একটি বদ্ধ ঘরের ভিতরে রক্ষিত একটি সাইক্রোমিটারের শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্বের পাঠ যথাক্রমে 25°C ও 20°C। একই সময়ে ঘরের বাইরের তাপমাত্রা 15°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 14°C, 16°C ও 18°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 11.99 mm Hg, 13.63 mm Hg ও 15.48 mm Hg, 25°C তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.70।

(ক) গড় মুক্তপথ কাকে বলে? [য. বো. ২৩, ২২; সি. বো. ১৭]

(খ) গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে তাপমাত্রা ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৪]

(গ) ঘরের ভিতরে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। [চ. বো. ২৪; অনুরূপ দি. বো. ২৪; রা. বো. ২৪, ২২; ব. বো. ২৩; ঢা. বো. ২২; কু. বো. ২২, ২১; য. বো. ২২; রা. বো. ২১; চ. বো. ২১; সম্মিলিত ১৮; সি. বো. ১৭]

(ঘ) ঘরের জানালা খুলে দিলে জলীয় বাষ্প কোনদিকে প্রবাহিত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। [চ. বো. ২৪]

সমাধান:

ক পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময়ে অণু যে সরলরৈখিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে গড় মুক্ত পথ বলে।

খ গ্যাসের অণুর গতিশীলতার জন্য তাপ উৎপন্ন হয়। এটি হলো গ্যাসের অণুর গতিতত্ত্ব। গ্যাসের অণুগুলো সতত সঞ্চারণশীল। তাদের গতিবেগ শূন্য হতে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত হতে পারে। অর্থাৎ গ্যাসের শক্তিই গতিশক্তি।

আবার, আমরা জানি, $E_k = \frac{3}{2} kT$ [যেখানে বোল্টজম্যান ধ্রুবক = k]

$$\therefore E_k \propto T$$

ফলে তাপমাত্রা বাড়ালে গতিশক্তি বাড়ে এবং তাপ অপসারণ করলে অণুগুলোর গড় গতিশক্তি হ্রাস পায়। অর্থাৎ গ্যাসের গতিতত্ত্ব তাপমাত্রার সাথে সম্পর্কিত।

গ দেওয়া আছে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্র, $\theta_1 = 25°C$
সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 20°C$
25°C তাপমাত্রায় গ্লেইসিয়ারের উৎপাদক, G = 1.70
আমরা জানি,
শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 25 - 1.70(25 - 20)$
$= 16.5°C$ **(Ans.)**

ঘ ঘরের ভেতরে–
$(18 - 16)°C = 2°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপ বৃদ্ধি
$= (15.48 - 13.63)$ mm (Hg)

$\therefore$ 0.5°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপ বৃদ্ধি
$$= \frac{15.48 - 13.63}{2} \times 0.5$$
$= 0.4625$ mm (Hg)

$\therefore$ শিশিরাঙ্কে (16.5°C) সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ,
$f_1 = 13.63 + 0.4625$ mm (Hg)
$= 14.0925$ mm (Hg)

ঘরের বাইরে–
15°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ,
$$F = \frac{(13.63 - 11.99)}{2} + 11.99 \text{ mm (Hg)}$$
$= 12.81$ mm (Hg)

$\therefore$ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_2 = R \times F$
$= 0.7 \times 12.81$
$= 8.967$ mm (Hg)

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপই বায়ুর তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্পচাপ। $f_1 > f_2$ হওয়ায় ঘরের ভেতরে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ বাইরের চেয়ে বেশি। তাই জানালা খুলে দিলে জলীয়বাষ্প ঘরের ভেতর থেকে বাইরের দিকে প্রবাহিত হবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

প্রশ্ন ▶ ১৮ কোন একদিন দুপুরের তাপমাত্রা 30°C এবং আর্দ্রতা 80%। হেলেন বাসায় AC চালু করায় তাপমাত্রা 21°C নেমে এল। সেদিন শিশিরাঙ্ক ছিল 9.5°C। [30°C, 21°C, 9°C ও 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 28.02 mm, 20.35 mm, 8.91 mm ও 9.2 mm Hg.]

(ক) বাস্তব গ্যাস কী? [ব. বো. ২২]

(খ) আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্ক কমে না বাড়ে? ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২]

(গ) তাপমাত্রা নেমে আসায় বায়ুস্থ জলীয় বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হয়? নির্ণয় কর। [ম. বো. ২২]

(ঘ) হেলেন AC চালু করায় আরাম রোধ করবে কেন? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২; অনুরূপ ঢা. বো. ২৩, ২, ২১; রা. বো. ২২, ২১, ১৭; য. বো. ২২, ২১; কু. বো. ২২, ২১; চ. বো. ২১; ব. বো. ২১; দি. বো. ১৯; সম্মিলিত বো. ১৮]

সমাধান:

ক যে গ্যাস বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে না তাকে বাস্তব গ্যাস বলে।

খ আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হয় না কারণ শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে না।

যে তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। শিশিরাঙ্ক বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা কমতে কমতে শিশিরাঙ্কে যাওয়া পর্যন্ত যদি বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন না হয় তবে শিশিরাঙ্ক পরিবর্তিত হবে না। আবার, তাপমাত্রা বাড়ালেও জলীয়বাষ্পের ধারণ ক্ষমতা বাড়বে। কিন্তু বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন হবে না। তাই আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলেও শিশিরাঙ্ক স্থির থাকে।

গ 30°C তাপমাত্রা বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ,

$$f = RF = 80\% \times 28.02 = 22.416 \text{ mm (Hg)}$$

আবার,

21°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 20.35 mm (Hg)

$$\therefore \text{ঘনীভূত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ} = \frac{22.416 - 20.35}{22.416} \times 100\%$$

$$= 9.216\%$$

সুতরাং, বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের 9.216% ঘনীভূত হয়। **(Ans.)**

ঘ (10 – 9)°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায় (9.2 – 8.91) mm

∴ 0.5°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায়

$$= \frac{9.2 - 8.91}{10 - 9} \times 0.5 = 0.145 \text{ mm (Hg)}$$

∴ 9.5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 8.91 + 0.145

$$= 9.055 \text{ mm (Hg)}$$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{9.055}{20.35} \times 100\%$

$$= 44.5\% < 80\%$$

হেলেন AC চালু করায় ঘরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা হ্রাস পায়, এজন্য AC চালু করায় সে আরামবোধ করবে। **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ১৯ এসি চালু করার পূর্বে একটি আবদ্ধ ঘরে কোনো একদিন শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের পাঠ 30°C ও 28°C পাওয়া গেল। কিন্তু ঘরটিতে আরামদায়ক অবস্থায় রাখতে তাপমাত্রা 24°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% থাকা প্রয়োজন। 30°C এ রাখতে গ্রেসিয়ারের উৎপাদক 1.65 এবং 24°C, 26°C, 28°C এবং 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38 mm Hg, 25.21 mm Hg, 28.35 mm Hg ও 31.83 mm Hg।

(ক) সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কাকে বলে? [ব. বো. ২১]

(খ) গ্যাসের অণুগুলোর শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

(গ) এসি চালু করার পূর্বে ঘরটিতে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। [অনুরূপ ঢা. বো. ২৪, ২২; দি. বো. ২৪; রা. বো. ২৪, ২৩, ২২, ২১; কু. বো. ২২, ২১; য. বো. ২২; চ. বো. ২১; সম্মিলিত ১৮; সি. বো. ১৭]

(ঘ) এসি চালু করে ঘরটিতে জলীয় বাষ্পচাপের কীরূপ পরিবর্তন করলে ঘরটি আরামদায়ক অবস্থায় আসবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [রা. বো. ২৪]

সমাধান:

ক স্থিরচাপে একমোল পরিমাণ কোন আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে সম্পন্ন কাজের পরিমাপকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে।

খ গ্যাসের অণুর মৌলিক স্বীকার্য অনুযায়ী, অণুগুলোর পরস্পরের মধ্যে বা পাত্রের দেয়ালের সাথে ধাক্কা খাওয়ার সময় ব্যতীত এদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ ক্রিয়া করে না। আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল না থাকায় এদের মধ্যে কোনো বিভবশক্তি সৃষ্টি হয় না। আবার স্বীকার্য অনুযায়ী, অনুগুলো সবসময় বিভিন্ন দিকে বিক্ষিপ্তভাবে ছুটে বেড়ায়। ফলে অণুগুলো পরস্পরের সাথে ও পাত্রের দেয়ালে ধাক্কা খায়। সুতরাং অনুগুলির মধ্যে গতিশক্তি বিদ্যমান। যেহেতু, বিভবশক্তি না থাকায় গ্যাসের অণুগুলোর শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি।

গ দেওয়া আছে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30°C$

সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28°C$

25°C তাপমাত্রায় গ্রেইসিয়ারের উৎপাদক, G = 1.65

আমরা জানি,

শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

$$= 30 - 1.65(30 - 28)$$

$$= 26.7°C \text{ (Ans.)}$$

ঘ 'গ' হতে পাই, শিশিরাঙ্ক 26.7°C

(28 – 26)°C = 2°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপ বৃদ্ধি,

$$= (28.35 - 25.21) \text{ mm (Hg)}$$

$$\therefore \text{0.7°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে চাপ বৃদ্ধি} = \frac{28.35 - 25.21}{2} \times 0.7$$

$$= 1.099 \text{ mm (Hg)}$$

∴ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ, $f_1 = 25.21 + 1.099$

$$= 26.309 \text{ mm (Hg)}$$

∴ এসি চালু করার পূর্বে ঘরে জলীয়বাষ্পের চাপ 26.309 mm (Hg)

এসি চালু করার পর, $R = \frac{f_2}{F}$

$$\Rightarrow 0.6 = \frac{f_2}{\text{24°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}$$

$$\Rightarrow f_2 = 0.6 \times 22.38$$

$$= 13.428 \text{ mm (Hg)}$$

$$\therefore \text{ঘরে জলীয়বাষ্প হ্রাস করতে হবে} = \frac{f_1 - f_2}{f_1} \times 100\%$$

$$= \frac{26.309 - 13.428}{26.309} \times 100\%$$

$$= 48.96\%$$

সুতরাং এসি চালু করে ঘরটিতে জলীয় বাষ্প 48.96% হ্রাস করলে ঘরটি আরামদায়ক অবস্থায় আসবে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

১। মূল গড় বর্গবেগ কী? [ম. বো. ২৪; সি. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো গ্যাসের অণুগুলোর বেগের বর্গের গাণিতিক গড়ের বর্গমূলকে এদের মূল গড় বর্গবেগ বা গড় বর্গবেগের বর্গমূল বলে।

২। স্বাধীনতার মাত্রা কী? [কু. বো. ২২, ১৭; ঢা. বো. ১৯, রা. বো. ১৭]

উত্তর: একটি গতিশীল বস্তু বা সিস্টেমের অবস্থাকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

৩। আপেক্ষিক আর্দ্রতা কাকে বলে? [ব. বো. ২৪; রা. বো. ২৩, ১৯]

উত্তর: কোনো তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভর এবং ঐ একই তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের ভরের অনুপাতকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

৪। শক্তির সমবিভাজন নীতি বিবৃত করো। [দি. বো., ম. বো. ২৩; রা. বো. ২২]

উত্তর: কোনো পদার্থের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বণ্টিত হয় এবং যেকোনো একটি অণুর প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার সাথে সংশ্লিষ্ট গতিশক্তির মান $= \frac{1}{2}kT$। এটিই শক্তির সমবিভাজন নীতি।

৫। আদর্শ চাপ কাকে বলে? [সি. বো. ২৪; সম্মিলিত ১৮]

উত্তর: সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 0°C তাপমাত্রায় উলম্বভাবে অবস্থিত 76 cm উচ্চতা বিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপকে প্রমাণ চাপ বলে।

৬। হাইগ্রোমিটার কী? [ব. বো. ২৪; য. বো. ২২; সি. বো. ২১; কু. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো স্থানের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয়, তাকে আর্দ্রতামাপক যন্ত্র বা হাইগ্রোমিটার বলে।

৭। আর্দ্রতামিতি কাকে বলে? [ব. বো. ২৩]

উত্তর: পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে।

৮। সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কী? [ঢা. বো. ২৪; কু. বো. ২৩; সি. বো. ২৩; চ. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দেয় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

৯। অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে?

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প যদি সর্বাধিক বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম চাপ প্রয়োগ করে তবে তাকে অসম্পৃক্ত বাষ্প চাপ বলে।

১০। গড়মুক্ত পথ কাকে বলে? [য. বো. ২৩, ২২; সি. বো. ১৭]

উত্তর: পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী সময়ে অণু যে সরলরৈখিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে গড় মুক্ত পথ বলে।

১১। গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র বিবৃত কর। [রা. বো. ২২; চ. বো. ২২; য. বো. ২১, ১৯, ১৫]

উত্তর: তাপমাত্রা স্থির থাকলে, কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার ওপর প্রযুক্ত চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

১২। চার্লসের সূত্রটি লিখ। [চ. বো. ২৩; রা. বো. ২১]

উত্তর: স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য 0°C এর আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ বা 0.00366 অংশ পরিবর্তিত হয়।

১৩। বাস্তব গ্যাস কী? [বা. বো. ২২]

উত্তর: যে গ্যাস বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে না তাকে বাস্তব গ্যাস বলে ধরা হয়। পৃথিবীর প্রায় সকল গ্যাসই বাস্তব গ্যাস।

১৪। সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কাকে বলে? [ব. বো. ২১]

উত্তর: স্থিরচাপে একমোল পরিমাণ কোন আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে সম্পন্ন কাজের পরিমাপকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে।

১৫। আদর্শ গ্যাস কাকে বলে। [ব. বো. ২৪; রা. বো. ২৩, ১৯; সি. বো. ২১; ম. বো. ২১; দি. বো. ১৭]

উত্তর: যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লস-এর সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস (Ideal gas) বলে।

১৬। মোল কী? [চ. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো পদার্থের যে পরিমাণের মধ্যে 6.023×10^{23} টি পরমাণু, অণু বা আয়ন থাকে সেই পরিমাণকে ঐ পদার্থের মোল বলা হয়।

১৭। বায়ুচাপ কাকে বলে?

উত্তর: বায়ুতে অণুসমূহ অবিরত ইতস্তত ছুটাছুটি করার ফলে পাত্রের একক ক্ষেত্রফলের উপর যে বল প্রয়োগ করে তাকে বায়ুচাপ বলে।

১৮। শিশিরাঙ্ক কাকে বলে? [ঢা. বো. ২৩, ২২, ২১; সি. বো. ২৩, ২২; রা. বো., চ. বো. ২১; কু. বো., ব. বো. ১৯; রা. বো. ১৭]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভেতরের জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ওই বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

১৯। পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? [দি. বো. ২২; কু. বো. ২১; রা. বো., কু. বো., চ. বো. (সম্মিলিত) বো. ১৮]

উত্তর: কোনো স্থানের বায়ুর প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয় বাষ্পকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

২০। বন্ধনশক্তি কাকে বলে? [সি. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো পদার্থের অণুতে 1 মোল নির্দিষ্ট প্রকৃতির যতগুলো বন্ধন আছে তার সবগুলো ভাঙতে যে পরিমাণ শক্তির প্রয়োজন হয় তার গড় মানকে ওই পদার্থের বন্ধনশক্তি বলে।

২১। মৌলিক স্বীকার্য কাকে বলে?

উত্তর: গ্যাসের অণুর গতিতত্ত্ব সুপ্রতিষ্ঠিত করার জন্য কতকগুলো পূর্ব শর্তকে মৌলিক স্বীকার্য বলে।

২২। রেনোর চাপীয় সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর: স্থির আয়তনে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ 0°C হতে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য তার 0°C-এর চাপের একটি নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ পরিবর্তিত হয়।

২৩। গড় বর্গবেগ কাকে বলে?

উত্তর: দুই বা ততোধিক বেগের বর্গের গড় মানকে গড় বর্গ বেগ বলে।

২৪। এক বায়ুমন্ডলীয় চাপ কী?

উত্তর: 0°C তাপমাত্রায় 45° অক্ষাংশে সমুদ্রের সমতলে যে পরিমাণ বায়ুচাপ 760mm পারদস্তম্ভের চাপের সমান হয়, তাকে এক বায়ুমন্ডলীয় চাপ বা 1atm বলে।

২৫। R-এর একক লিখ?

উত্তর: R-এর একক হল $Jmol^{-1}K^{-1}$

২৬। পরম শূন্য তাপমাত্রা কি?

উত্তর: স্থির চাপে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা ক্রমশ কমাতে থাকলে চার্লসের সূত্রানুযায়ী যে তাপমাত্রায় পৌঁছে তার আয়তন শূন্য হয় ও গ্যাসের গতিশক্তি সম্পূর্ণরূপে লোপ পায় তাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে।

২৭। গ্যাসের চলরাশি কি?

উত্তর: চাপ (P), তাপমাত্রা(T) এবং আয়তন (V) এই তিনটি রাশিকে গ্যাসের চলরাশি বলে।

২৮। গ্যাস কাকে বলে?

উত্তর: সাধারণ তাপমাত্রা ও চাপে যেসব পদার্থ বায়বীয় অবস্থায় থাকে তাদেরকে গ্যাস বলে।

২৯। আর্দশ গ্যাস সমীকরণটি লিখ?

উত্তর: আর্দশ গ্যাস সমীকরণটি হল: $PV = nRT$

৩০। বাষ্প কাকে বলে?

উত্তর: সংকট তাপমাত্রার নিচে যে সব পদার্থকে শুধুমাত্র চাপ প্রয়োগের মাধ্যমে তরলে পরিণত করা যায় সে সব পদার্থকে বাষ্প বলে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গুরুত্বপূর্ণ অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর

১। কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক 22°C –ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২৪, ২১; ঢা. বো. ১৯; কু. বো. ১৭]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভেতরের জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। শিশিরাঙ্কে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে।

কোনো স্থানের বায়ুর শিশিরাঙ্ক 22°C বলতে বোঝায়, 22°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ু তার মধ্যস্থ জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হবে। অর্থাৎ 22°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ুর আর্দ্রতা 100% হবে। ফলে শিশির গঠিত বা অদৃশ্য হতে শুরু করবে।

২। আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর? [য. বো. ২২]

উত্তর: আকাশ মেঘাচ্ছন্ন হলে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে তাপ বিকিরণ বিঘ্নিত হওয়ায় শিশির পড়ে না।

দিনের বেলা সূর্যের তাপে ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বাতাস গরম থাকে এবং জলীয় বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘহীন রাতে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠান্ডা হতে থাকে এবং পরিশেষে শিশিরাঙ্কে পৌছালে শিশির জমতে শুরু করে। কিন্তু মেঘ তাপরোধী পদার্থ। তাই আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে তাপ বিকিরিত হতে পারে না। ফলে তাপমাত্রা যথেষ্ট কমে শিশিরাঙ্কের নিচে যেতে পারে না এবং শিশির জমে না।

৩। শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কমে যায়। কারণ শীতকালে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়।

আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

অর্থাৎ, $T \propto L$

এখানে, কার্যকর দৈর্ঘ্য বাড়লে দোলনকাল বাড়বে এবং দৈর্ঘ্য কমলে দোলনকাল কমবে। শীতকালে তাপমাত্রা কম থাকায় সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়। এর ফলে দোলনকালও হ্রাস পাবে এবং ঘড়িটি দ্রুত চলবে।

৪। আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে শিশিরাঙ্ক কেমন হবে? [ব. বো. ২৪; য. বো. ২৩; ব. বো. ২১; চ. বো. ২১; রা. বো. ২৩]

উত্তর: আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ, শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের সমান হয়। অর্থাৎ বায়ু উপস্থিত জলীয়বাষ্পে দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। তখন হাইগ্রোমিটারে শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা সমান হয়ে যায়। অর্থাৎ $\theta_1 = \theta_2$ হয়।

সেক্ষেত্রে, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - (\theta_1 - \theta_2)$

$= \theta_1 - 0$

$= \theta_1$

অর্থাৎ শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হয়।

৫। বিষুব অঞ্চলের আবহাওয়া অস্বস্তিকর–ব্যাখ্যা কর। [দি. বো., ম. বো. ২৩]

উত্তর: অতিরিক্ত তাপমাত্রা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার জন্য বিষুব অঞ্চলের আবহাওয়া বেশ অস্বস্তিকর।

বিষুব অঞ্চল সূর্যের কাছাকাছি অবস্থান করায় এ অঞ্চলের তাপমাত্রা একটু বেশি। আবার বিষুব অঞ্চলের অধিকাংশ এলাকা জুড়ে রেইনফরেস্ট থাকায় সারা বছর বৃষ্টিপাত হয়। ফলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকে। পরিবেশের তাপমাত্রা 26°C অপেক্ষা বেশি হলে দেহ থেকে তাপ বর্জনের হার কম হয়। তখন দেহ লোমকূপের মধ্য দিয়ে ঘাম নিঃসরণের মাধ্যমে তাপমাত্রা হ্রাস করতে চায়। কিন্তু আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে ঘাম বাষ্পায়নের হার কমে যায় ফলে গরম লাগে এবং শরীরের ঘাম অস্বস্তি সৃষ্টি করে।

৬। বর্ষাকালে ভেজা কাপড় দেরিতে শুকায় কেন? [কু. বো. ২৩]

উত্তর: বর্ষাকালে বায়ুমন্ডলের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকায় কাপড় দেরিতে শুকায়। ভেজা কাপড় শুকানো অর্থাৎ ভেজা কাপড়ের পানি বাষ্পায়ন নির্ভর করে আপেক্ষিক আর্দ্রতা তথা বায়ুমন্ডলে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ওপর। আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে বাষ্পায়ন ধীরে হয় এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়। বর্ষাকালে বায়ুমন্ডলে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে তাই আপেক্ষিক আর্দ্রতাও বেশি হয়। ফলে পানির বাষ্পায়ন প্রক্রিয়া ধীর হয়ে যায়।

৭। দিনের তুলনায় রাতে বেশি শিশির জমে কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২৪;]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় কোনো স্থানের বায়ু উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে তাকে উক্ত বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে।

একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে। তাপমাত্রা হ্রাস পেলে বায়ুর জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতা কমে যায়। ফলে উপস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। এ অবস্থায় তাপমাত্রা আর একটু কমলে শিশির জমা শুরু হয়। দিনের চেয়ে রাতে বায়ুর তাপমাত্রা অধিক হ্রাস পায়। তাই দিনের তুলনায় রাতে বেশি শিশির জমে।

৮। স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P গ্রাফের প্রকৃতি কিরূপ হবে ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ১৯]

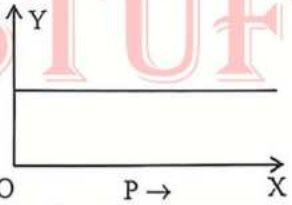
উত্তর: স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের ওপর প্রযুক্ত চাপ P এবং এর আয়তন V হলে, $V \propto \frac{1}{P}$ [বয়েলের সূত্রানুসারে]

$\Rightarrow V = k.\frac{1}{P}$ [k = ধ্রুবক]

$\therefore PV = k$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায় চাপ ও আয়তনের গুণফল সর্বদা ধ্রুবক।

এখানে, চাপ ও আয়তন পরস্পর ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ বাড়ালে আয়তন কমে এবং চাপ কমালে আয়তন বাড়ে। এক্ষেত্রে লেখের X অক্ষে চাপ P এবং Y অক্ষে PV স্থাপন করলে যে লেখচিত্র পাওয়া যায় তা X অক্ষের সমান্তরাল সরলরেখা। যেহেতু স্থির তাপমাত্রায় PV = ধ্রুবক অর্থাৎ, PV এর কোনো পরিবর্তন হবে না। তাই P এর যেকোনো মানের জন্য PV এর মান ধ্রুবক। এ কারণে PV বনাম P গ্রাফ অঙ্কন করলে X অক্ষের সমান্তরাল রেখা পাওয়া যায়।



৯। পরম শূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রার থাকতে পারে কী না? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩; দি. বো. ২১; সি. বো. ১৯]

উত্তর: চার্লস-এর সূত্রানুসারে পাই, $V_\theta = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$

যদি তাপমাত্রা ক্রমান্বয়ে কমিয়ে $\theta = -273°C$ করা যায়, তবে

$$V_{-273} = V_0\left(1 - \frac{273}{273}\right) = 0$$

দেখা যায় যে, $-273°C$ বা 0K উষ্ণতায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়ে যায়। এই তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।

আবার, যদি তাপমাত্রা কমিয়ে $\theta = -274°C$ করা যায়, তবে

$$V_{-274} = V_0\left(1 - \frac{274}{273}\right) = -\frac{V_0}{273}$$

দেখা যায় যে, গ্যাসের আয়তন ঋণাত্মক মান প্রাপ্ত হয়। কিন্তু আয়তন ঋণাত্মক হতে পারে না। সুতরাং, পরমশূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে না।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০। স্থির তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব এর চাপের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২৪]

উত্তর: ধরি P_1 চাপ ও T_1 তাপমাত্রায় m ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন V_1 ও ঘনত্ব ρ_1 এবং P_2 চাপে ও T_2 তাপমাত্রায় ঐ গ্যাসের আয়তন V_2 এবং ঘনত্ব ρ_2।

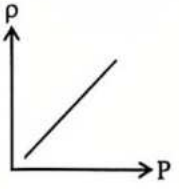
সুতরাং $V_1 = \frac{m}{\rho_1}$ এবং $V_2 = \frac{m}{\rho_2}$

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে আমরা জানি,

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\Rightarrow \frac{P_1 m}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2 m}{\rho_2 T_2}$

$\Rightarrow \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2}$ = ধ্রুবক [$\because$ তাপমাত্রা স্থির]



$\therefore P \propto \rho$

সুতরাং স্থির তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের ঘনত্ব এর চাপের সমানুপাতিক।

১১। একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি ধ্রুব থাকে কি না? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২৩; রা. বো. ১৭]

উত্তর: গ্যাসের গতিসূত্র হতে পাই, গ্যাসের চাপ একক আয়তনের গতিশক্তির দুই তৃতীয়াংশ।

$\therefore P = \frac{2}{3}\frac{E}{V}$

$\Rightarrow E = \frac{3}{2}PV$

$\Rightarrow E = \frac{3}{2}nRT$

$\therefore$ প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি $E = \frac{3}{2}RT$

$\therefore$ অণুগুলোর গড় গতিশক্তি $\bar{E} = \frac{3}{2}\frac{R}{N_A}T$

$\Rightarrow \bar{E} = \frac{3}{2}KT$ [যেখানে K = বোল্টজম্যান ধ্রুবক।]

সকল এক মোল গ্যাসের জন্য গতিশক্তি কেবলমাত্র পরম তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে।

সুতরাং, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের গড় গতিশক্তি ধ্রুব।

১২। গ্যাসের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি গ্যাসের পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক–ব্যাখ্যা কর। [য. বো. ২৩]

উত্তর: গ্যাসের গতিসূত্র হতে পাই, গ্যাসের চাপ একক আয়তনের গতিশক্তির দুই তৃতীয়াংশ।

$\therefore P = \frac{2}{3}\frac{E}{v}$

$\Rightarrow E = \frac{3}{2}PV$

$\Rightarrow E = \frac{3}{2}nRT$

$\therefore$ প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি $E = \frac{3}{2}RT$

$\therefore$ অণুগুলোর গড় গতিশক্তি $\bar{E} = \frac{3}{2}\frac{R}{N_A}T$

$\Rightarrow \bar{E} = \frac{3}{2}kT$ [যেখানে k = বোল্টজম্যান ধ্রুবক।]

$\therefore \bar{E} \propto T$

১৩। গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [সি. বো. ২৩]

উত্তর: গ্যাস ও বাষ্পের পার্থক্য নিম্নরূপ:

গ্যাস	বাষ্প
১. কোনো বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা সংকট তাপমাত্রার চেয়ে বেশি হলে তাকে গ্যাস বলে।	১. কোনো বায়বীয় পদার্থের তাপমাত্রা সংকট তাপমাত্রার চেয়ে কম হলে তাকে বাষ্প বলে।
২. গ্যাসকে চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা যায় না।	২. বাষ্পকে সহজেই চাপ প্রয়োগে তরলে পরিণত করা যায়।
৩. উদাহরণ: অক্সিজেন, নাইট্রোজেন	৩. উদাহরণ: পানি থেকে বাষ্প।

১৪। শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয় কেন? [ম. বো. ২১]

উত্তর: শীতকালে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকায় গায়ের চামড়া শুষ্ক হয়ে যায়। শীতকালে বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ অত্যন্ত কম থাকে। ফলে বায়ু শুষ্ক থাকে এবং বাষ্পায়ন দ্রুত ঘটে। ফলে বায়ু যেকোনো স্থান থেকে জলীয় বাষ্প সংগ্রহ করে। দেহের অনাবৃত অংশের অপেক্ষাকৃত কোমল স্থানগুলো থেকে বায়ুমন্ডল জলীয় বাষ্প টেনে নেয়। এর ফলে শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয়।

১৫। গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে তাপমাত্রা ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৪]

উত্তর: গ্যাসের অণুর গতিশীলতার জন্য তাপ উৎপন্ন হয়। এটি হলো গ্যাসের অণুর গতিতত্ত্ব। গ্যাসের অণুগুলো সতত সঞ্চারণশীল। তাদের গতিবেগ শূন্য হতে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত হতে পারে। অর্থাৎ গ্যাসের শক্তি গতিশক্তি।

আবার, আমরা জানি, $E_k = \frac{3}{2}kT$ [যেখানে বোল্টজম্যান ধ্রুবক = k]

$\therefore E_k \propto T$

ফলে তাপমাত্রা বাড়ালে গতিশক্তি বাড়ে এবং তাপ অপসারণ করলে অণুগুলোর গড় গতিশক্তি হ্রাস পায়। অর্থাৎ গ্যাসের গতিতত্ত্ব তাপমাত্রার সাথে সম্পর্কিত।

১৬। আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্ক কমে না বাড়ে? ব্যাখ্যা কর। [ম. বো. ২২]

উত্তর: আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হয় না কারণ শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে না।

যে তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। শিশিরাঙ্ক বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের ওপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা কমতে কমতে শিশিরাঙ্কে যাওয়া পর্যন্ত যদি বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন না হয় তবে শিশিরাঙ্ক পরিবর্তিত হবে না। আবার, তাপমাত্রা বাড়ালেও জলীয়বাষ্পের ধারণ ক্ষমতা বাড়বে। কিন্তু বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন হবে না। তাই আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলেও শিশিরাঙ্ক স্থির থাকে।

১৭। গ্যাসের অণুগুলোর শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি– ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২৪]

উত্তর: গ্যাসের অণুর মৌলিক স্বীকার্য অনুযায়ী, অণুগুলোর পরস্পরের মধ্যে বা পাত্রের দেয়ালের সাথে ধাক্কা খাওয়ার সময় ব্যতীত এদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ ক্রিয়া করে না। আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল না থাকায় এদের মধ্যে কোনো বিভবশক্তি সৃষ্টি হয় না। আবার স্বীকার্য অনুযায়ী, অনুগুলো সবসময় বিভিন্ন দিকে বিক্ষিপ্তভাবে ছুটে বেড়ায়। ফলে অণুগুলো পরস্পরের সাথে ও পাত্রের দেয়াল ধাক্কা খায়। সুতরাং অনুগুলির মধ্যে গতিশক্তি বিদ্যমান। যেহেতু, বিভবশক্তি না থাকায় গ্যাসের অণুগুলোর শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি।

ADMISSION ··STUFFS··
ADMISSIONSTUFFS
Rhombus Publications
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১৮। বোল্টজম্যান ধ্রুবক $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

উত্তর: আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে আমরা জানি, $PV = N_0kT$

$$\therefore k = \frac{PV}{N_0T} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

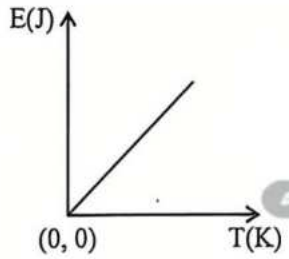
যেখানে P হলো গ্যাসের চাপ, V গ্যাসের আয়তন, N_0 অ্যাভোগ্যাড্রোর সংখ্যা এবং T গ্যাসের তাপমাত্রা।

সুতরাং বোলজম্যান ধ্রুবক $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/k বলতে বোঝায়, স্থির চাপে একটি আদর্শ গ্যাসাণুর তাপমাত্রা 1 k বৃদ্ধিতে গ্যাসের আয়তন বৃদ্ধির জন্য সম্পাদিত কাজ হয় 1.38×10^{-23} J।

১৯। পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য হয়– ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ২২]
অথবা, পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের সকল অণু স্থির থাকে– ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ১৭]
অথবা, পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাস-অণুর বেগ শূন্য হওয়ার কারণ কী? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো., কু. বো., চ. বো., সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে আমরা জানি,

T কেলভিন তাপমাত্রায় প্রতি মোল গ্যাসের গতিশক্তি,



$$E = \frac{3}{2}RT$$

অর্থাৎ, গতিশক্তি তাপমাত্রার সমানুপাতিক। এখন, পরম শূন্য তাপমাত্রায় $T = 0K$

সেক্ষেত্রে, $E = \frac{3}{2} \times R \times 0 = 0$

অর্থাৎ, পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য হয়। তাই পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের সকল অণু স্থির থাকে।

২০। গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে ঘনত্বের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২২]
অথবা, নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল– ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ১৯]

উত্তর: যদি স্থির চাপে T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় কোন নির্দিষ্ট ভর (m) বিশিষ্ট একটি গ্যাসের আয়তন ও ঘনত্ব যথাক্রমে V_1 ও V_2 এবং ρ_1 ও ρ_2 হয়; তবে

চার্লসের সূত্রমতে, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = K \ldots\ldots\ldots (i)$

[যেখানে, K = ধ্রুবক]

(i) নং সমীকরণ হতে,

$$\frac{m}{\rho_1 T_1} = \frac{m}{\rho_2 T_2} = K \qquad \left[\because \rho = \frac{m}{V}\right]$$

$\Rightarrow \rho_1 T_1 = \rho_2 T_2 = K$

অর্থাৎ $\rho T = K$

$$\Rightarrow \rho = \frac{K}{T}$$

অর্থাৎ, $\rho \propto \frac{1}{T}$

সুতরাং, স্থির চাপে কোন গ্যাসের ঘনত্ব ঐ গ্যাসের কেলভিন তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক হয়।

২১। মোলার গ্যাস ধ্রুবক $8.31 J\ mole^{-1}K^{-1}$ বলতে কী বুঝ? [ব. বো. ২১]

উত্তর: এক মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক ডিগ্রি বাড়ালে যে পরিমাণ কাজক সম্পন্ন করে তাকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বা মোলার গ্যাস ধ্রুবক বা বলে। এখন, মোলার গ্যাস ধ্রুবক $8.31\ J\ mole^{-1}K^{-1}$ বলতে বুঝায়– 1 মোল কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে 8.31 J কাজ করতে হবে।

২২। এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয় কেন? [সি. বো. ২১]

উত্তর: এক মোল গ্যাসের জন্য গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয়। কারণ এক মোল গ্যাসের জন্য $PV = RT$ এই সমীকরণ যেকোনো আদর্শ গ্যাসের বেলায় সকল তাপমাত্রা ও চাপের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

সুতরাং, $R = \frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$

এখানে, প্রমাণ চাপ P_0, প্রমাণ তাপমাত্রা T_0 এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে এক মোল গ্যাসের আয়তন V_0।

আমরা জানি,

প্রমাণ অবস্থায় চাপ, $P_0 = 1.013 \times 10^5\ Nm^{-2}$

তাপমাত্রা, $T_0 = 273.15\ K$

এক মোল গ্যাসের আয়তন, $V_0 = 22.4 \times 10^{-3}\ m^3.mol^{-1}$

$$\therefore R = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

$$= \frac{(1.013 \times 10^5\ Nm^{-2})\ (22.4 \times 10^{-3}\ m^3.mol^{-3})}{273.15\ K}$$

$$= 8.31\ Jk^{-1}\ mol^{-1}$$

২৩। চার্লসের সূত্রের আলোকে পরমশূন্য তাপমাত্রা ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২১]

উত্তর: চার্লসের সূত্র:

স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য 0°C এর আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ অংশ পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ $V_\theta = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$

নির্দিষ্ট চাপে ও 0°C তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন যদি V_0 হয় তবে –273°C তাপমাত্রায় ঐ গ্যাসের আয়তন হবে,

$V_{-273} = V_0 - \frac{273}{273}\ V_0 = 0$।

অর্থাৎ, –273°C তাপমাত্রায় যে কোনো গ্যাসের আয়তন তত্ত্বীয়ভাবে শূন্য হয়। এই তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়।

২৪। একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায় কেন–ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ১৯]

উত্তর: বয়েলের সূত্রানুসারে, $P_1V_1 = P_2V_2 = ধ্রুবক$।

এখানে, স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ, চাপ কমলে আয়তন বাড়ে। কাজেই, নির্দিষ্ট চাপে নির্দিষ্ট আয়তনের বেলুনে হাইড্রোজেন গ্যাস ভর্তি করে ছেড়ে দিলে তা উপরের দিকে গতিশীল হয়। ভূপৃষ্ঠে বায়ুর ঘনত্ব বেশি। যত উপরে উঠা যায় বায়ুর ঘনত্ব তত কমতে থাকে। ফলে বায়ুর চাপও কমতে থাকে। বাইরের চাপ যত কমতে থাকে বেলুনের আয়তন ততই বাড়তে থাকে। নির্দিষ্ট উচ্চতায় ওঠার পর বেলুনের সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা অতিক্রম করায় নির্দিষ্ট উচ্চতায় হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ফেটে যায়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

২৫। একক চাপে এক মোল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? [চ. বো. ১৯]

উত্তর: আমরা জানি, স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

এখানে, মোল সংখ্যা n = 1

একক চাপের ক্ষেত্রে, P = 1

এখন, PV = nRT

$$\Rightarrow \frac{V}{T} = \frac{nR}{P} = \frac{1 \times R}{1} = R = \text{ঢাল}$$

অতএব, একক চাপে এক মৌল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল, সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবককে নির্দেশ করে।

২৬। চলমান অবস্থায় গাড়ির চাকার চাপ বৃদ্ধি পায় কেন? [য. বো. ১৫]

উত্তর: চাপীয় সূত্রানুযায়ী, স্থির আয়তনে একটি নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের চাপ তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। অর্থাৎ $P \propto T$। এখন, তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে চাপ বাড়বে, আবার তাপমাত্রা হ্রাস করলে চাপ কমবে।

চলন্ত মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বাড়ে। কারণ চলন্ত গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যে ঘর্ষণ হয়। ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। তাপ বৃদ্ধি পাওয়ার দরুন চাপও বৃদ্ধি পায়, ফলে বায়ুস্থ অণুসমূহের ছুটাছুটি বৃদ্ধি পায়। তাই টায়ারের দেয়ালের উপর চাপও বৃদ্ধি পায়। সুতরাং বলা যায় যে, চলন্ত মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পায়।

২৭। গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে কি? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ২২]

উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে। T তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন V এবং চাপ P হলে, বয়েলের সূত্র হতে পাই,

$$V \propto \frac{1}{P} \quad [\text{তাপমাত্রা (T) স্থির}]$$

$\therefore PV = \text{ধ্রুব সংখ্যা}$

আবার, গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে আমরা পাই,

$$PV = \frac{1}{3} M\overline{c^2} \quad [M = \text{গ্যাসের আণবিক ভর}]$$

$$= \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} M\overline{c^2}$$

$$= \frac{2}{3} E \quad [\because \text{গ্যাসের গতিশক্তি } E = \frac{1}{2} M\overline{c^2}]$$

আবার, $E = \frac{3}{2} RT$

স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের মোট গতিশক্তি, E = ধ্রুব সংখ্যা

$\therefore PV = \text{ধ্রুবসংখ্যা}$

অতএব, গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে।

২৮। গ্যাসের বেগ নির্ণয়ে r.m.s বেগ নেয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২১]

উত্তর: গতিতত্ত্ব অনুসারে গ্যাসের অণুগুলো চারিদিকে ছুটাছুটি করে। এ ছুটাছুটির সময় অণুগুলোর মধ্যে অবিরাম সংঘর্ষ ঘটে। ফলে তাদের গতিবেগ পরিবর্তিত হয়। এ অবস্থায় সকল অণুর গতিবেগ সমান থাকে না। সাধারণ প্রয়োগের জন্য গড় মানকে একক মান হিসেবে ব্যবহার করা যায়। কিন্তু গ্যাস অণুসমূহের বেগসমূহের গড় মান ব্যবহার করলে প্রচুর ত্রুটির সম্ভাবনা থাকে। তাই গ্যাস অণুর গতিবেগের একটি বিশেষ গড় মান ব্যবহার করা যায়। এটিই বর্গমূল গড় বর্গ বেগ যা ইংরেজিতে Root mean sqaure বা RMS বেগ নামে পরিচিত। কোন গ্যাসের অণুসমূহের বিভিন্ন গতিবেগের বর্গের গড়মান গ্রহণ করে তার বর্গমূল করলে গ্যাসটির অণুসমূহের বর্গমূল গড় বর্গবেগ পাওয়া যায়।

২৯। গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড়মুক্ত পথ বেশি হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ১৯]

উত্তর: বিজ্ঞানী ক্লসিয়াস এর গড় মুক্তপথের সূত্রটি:

$$\lambda = \frac{1}{\pi a^2 n}$$

$$= \frac{m}{\pi a^2 mn}$$

$$= \frac{m}{\pi a^2 \rho}$$

যেখানে,
n = একক আয়তনে অণুর সংখ্যা
a = আণবিক ব্যাস
$\rho = mn$ = গ্যাসের ঘনত্ব
m = 1 টি অণুর ভর

যদি, m, a ধ্রুব হয় তাহলে,

$$\lambda \propto \frac{1}{\rho}$$

অর্থাৎ গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক যার অর্থ গ্যাসের ঘনত্ব যত বেশি হবে অণুগুলোর গড় মুক্তপথ তত কম হবে। অতএব, গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড় মুক্তপথ বেশি হয় না।

৩০। শীতের সকালে শিশির দেখা যায় কেন? [রা. বো. ২৩; কু. বো. ২১; চ. বো. ১৫]

উত্তর: শীতের সকালে তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির তৈরি করে।

শীতকালে দিনে ও রাতে যথেষ্ট তাপমাত্রার পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়। দিনের বেলা সূর্যের তাপে ভূ-পৃষ্ঠ ও সংলগ্ন বায়ু উত্তপ্ত হয়। এসময় বায়ু জলীয়বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। রাতে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে শীতল হয়। ঘাস, পাতা ইত্যাদির তাপ বিকিরণ হার বেশি বলে এগুলো বেশি শীতল হয় এবং সংলগ্ন বায়ুকেও শীতল করে। এ তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির হিসেবে জমা হয়।

৩১। কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50% বলতে কি বুঝ? [য. বো. ২৩; চ. বো. ২১; ঢা. বো. ১৬]

উত্তর: আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$$R = \frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প ভর}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্প ভর}}$$

$$= \frac{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ}}$$

$$= \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ}}$$

কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50% বলতে বোঝায়; বায়ুর তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প প্রয়োজন তার শতকরা 50 ভাগ জলীয় বাষ্প বায়ুতে আছে। বায়ুর তাপমাত্রায় ঐ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের অর্ধেক। ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্কের সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের অর্ধেক।

৩২। কোনো অঞ্চলে কুয়াশা কেন পড়ে? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২৩]

উত্তর: কোনো কোনো সময় বিস্তীর্ণ অঞ্চল জুড়ে ভূ-সংলগ্ন বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে কুয়াশা সৃষ্টি হয়ে থাকে।

তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে গেলে বায়ু জলীয় বাষ্প ধরে রাখার সামর্থ্য হারায়। তখন জলীয়বাষ্প সম্পৃক্ত হয়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পানি বিন্দুর আকারে বায়ুমন্ডলে ভাসমান ধুলিকণা, কয়লার গুড়া বা পানি শোষণকারী পদার্থের কণাকে কেন্দ্র করে ভূ-পৃষ্ঠের উপরে ভাসতে থাকে। একেই কুয়াশা বলে। সাধারণত বায়ুপ্রবাহ না থাকলে মেঘহীন রাত্রিতে কুয়াশা বেশি পড়ে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৩। পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়– ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. ২২; রা. বো. ১৬]

উত্তর: পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে বায়ুর ঘনত্ব হ্রাস পায়। তাই গড় বর্গবেগ বৃদ্ধি পায়।

কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে। পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়। আবার জলীয় বাষ্পের ভর ও ঘনত্ব বায়ুতে চেয়ে কম হওয়ায় পরম আর্দ্রতা বাড়লে বায়ুর ঘনত্ব কমে যায়।

অণুর গড় বর্গবেগ, $c^2 = \frac{3P}{\rho}$ । অর্থাৎ চাপ স্থির থাকলে গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ ঘনত্বের ব্যাস্তানুপাতিক। এজন্য পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধিতে গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়।

৩৪। একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে অস্বস্তিকর অনুভূত হয় কেন? [রা. বো. ২২]

উত্তর: একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হওয়ায় কক্সবাজারে অস্বস্তি অনুভূত হয়।

আমাদের শরীর থেকে প্রতিনিয়ত ঘাম বের হয়। এ ঘাম শুকানোর হার নির্ভর করে আপেক্ষিক আর্দ্রতার উপর। আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে ঘাত দ্রুত শুকায়। ঘাম শরীর থেকে প্রয়োজনীয় সুপ্ত তাপ গ্রহণ করে বাষ্পায়িত হয়। ফলে শরীর কিছু তাপ হারায় এবং আমরা ঠান্ডা অনুভব করি। কিন্তু আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে ঘাম দ্রুত বাষ্পায়িত হয় না ফলে ঘামে শরীর ভিজে যায়। ঘর্মাক্ত শরীর খুবই অস্বস্তিকর। এক্ষেত্রে একই তাপমাত্রায় হওয়ায় যেখানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি সেখানে বেশি অস্বস্তিবোধ হয়। কক্সবাজার ঢাকা অপেক্ষা সমুদ্রের নিকটবর্তী হওয়ায় সেখানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি, তাই গরমের দিনে একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে বেশি অস্বস্তিবোধ হয়।

৩৫। বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের কীরূপ পরিবর্তন হয়? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. ২২]

উত্তর: বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমন্ডলীয় চাপ কমে যায়।

জলীয়বাষ্পের ঘনত্ব একই তাপমাত্রার বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা কম। অর্থাৎ কোনো স্থানের জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বাড়লে বায়ুর ঘনত্ব কমে যায়। আবার, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বায়ুর চাপ এর ঘনত্বের সমানুপাতিক। তাই বায়ুর ঘনত্ব কমলে বায়ুমন্ডলের চাপও কমে যায়।

৩৬। গ্রীষ্মকালে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ অধিক হলেও শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. ২১]

উত্তর: সাধারণত বায়ুতে সবসময়ই কিছু জলীয়বাষ্প থাকে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুর জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতা সীমাবদ্ধ। গ্রীষ্মকালে ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ুমণ্ডল শীতকাল অপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত থাকে এবং অধিক জলীয়বাষ্প দ্বারা বায়ু অসম্পৃক্ত থাকে। কিন্তু শিশির কণা জমতে হলে ভূ-পৃষ্ঠকে তাপ বিকিরণ করে বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা কমিয়ে জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হতে হবে। গ্রীষ্মকালে অধিক জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে সম্পৃক্ত হতে পারে না বলে শিশির পড়ে না।

৩৭। পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে কোনটি অধিক গুরুত্বপূর্ণ? ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. ১৯]

উত্তর: কোনো সময় কোন স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে ঐ বায়ুর পরম আর্দ্রতা বলে। অন্যদিকে কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা দ্বারা উক্ত স্থানে নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং একই তাপমাত্রায় উক্ত বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে বোঝায়। অর্থাৎ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বায়ুমণ্ডলের সম্পৃক্ততার মাত্রা অর্থাৎ বায়ু কতখানি শুষ্ক বা সিক্ত তা নির্দেশ করে। কোনো স্থানে স্বস্তিদায়ক কি না, ঝড় বা বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা কতটুকু এসব কিছুই আপেক্ষিক আর্দ্রতার ওপর নির্ভরশীল। তাই পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে আপেক্ষিক আর্দ্রতা অধিক গুরুত্বপূর্ণ।

৩৮। শীতকালে অপেক্ষা বর্ষাকালে কাপড় দেরীতে শুকায়–ব্যাখ্যা কর। [সম্মিলিত বোর্ড ১৮]

উত্তর: বর্ষকালে বাতাসের আর্দ্রতা বেশি থাকে, যার ফলে ভিজা কাপড় হতে পানির বাষ্পায়ন খুব ধীরে হয়। ফলে ভিজা কাপড় শুকাতে সময় বেশি লাগে। শীতকালে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকে। অর্থাৎ, শীতকালে বাতাস খুব শুষ্ক থাকে। যার ফলে ভিজা কাপড়ের পানির বাষ্পায়ন খুব দ্রুত হয়। এ কারণে বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকালে ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায়।

৩৯। সম্পৃক্ত বাষ্পচাপই কোনো স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশী এর যথার্থতা লিখ। [ব. বো. ১৭]

উত্তর: কোনো স্থানের জলীয়বাষ্পের চাপ ঐ স্থানের জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। জলীয়বাষ্পের পরিমাণ যত বেশি হবে তার চাপও তত বেশি হবে। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে। সম্পৃক্ত অবস্থায় নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু সর্বোচ্চ পরিমাণ জলীয়বাষ্প ধারণ করে। ফলে জলীয়বাষ্পের চাপও তখন সর্বোচ্চ হয়। সুতরাং সম্পৃক্ত বাষ্পচাপই কোনো স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশি।

৪০। ঠান্ডা পানির জন্য পিতলের কলসী এবং মাটির কলসীর মধ্যে কোনটি বেশি উপযোগী? ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. ২২]

উত্তর: ঠান্ডা পানির জন্য পিতলের কলসীর চেয়ে মাটির কলসী বেশি উপযোগী।

মাটির কলসীতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র থাকে। সেই ছিদ্রগুলো দিয়ে পানি চুইয়ে বের হয়ে আসে এবং বাষ্পীভূত হতে থাকে। বাষ্পীভবের জন্য সুপ্ততাপ কলসীর ভেতরের পানি থেকেই সরবরাহ করে। ফলে মাটির কলসীতে রাখা পানি ঠান্ডা থাকে। কিন্তু পিতলের কলসীতে এরূপ ছিদ্র না থাকার পানির বাষ্পায়ন কেবল কলসীর মুখ থেকে হয়। তাই ঠান্ডা পানির জন্য মাটির কলসী বেশি উপযোগী।

৪১। "আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র"- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. ২১]

উত্তর: যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রায় বয়েল এবং চার্লসের সূত্র পুরোপুরি মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে। সাধারণভাবে, কোনো গ্যাসই সকল তাপমাত্রায় বা চাপে বয়েল অথবা চার্লসের সূত্র মেনে চলে না। তবে H_2, O_2 প্রভৃতি প্রকৃত গ্যাসগুলো সাধারণ চাপে ও তাপমাত্রায় মোটামুটি গ্যাসের সূত্র মেনে চলে। উচ্চচাপে এবং নিম্নতাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের ক্ষেত্রেই গ্যাসের সূত্রাবলি প্রযোজ্য হয় না। অর্থাৎ, আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র।

৪২। প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. ১৭]

উত্তর: সমুদ্র পৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 273.15 K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতা বিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদস্তম্ভ যে চাপ দেয়, তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

$\therefore$ প্রমাণ চাপ = 760 mm পারদস্তম্ভ চাপ

$= 0.76\ m \times 13596\ kg/m^3 \times 9.806\ ms^{-2}$

$= 1.013 \times 10^5\ Nm^{-2}$ [পারদ স্তম্ভ চাপ = $h\rho g$]

$= 1.013 \times 10^3\ Pa$

প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপ ব্যবহার করা হয়। বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের গলনাঙ্ক অনেক কম বলে 0°C এর নিচেও পারদচাপ মাপা সম্ভব। আবার, বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ সহজে বাষ্পীভূত হয় না বলে ব্যারোমিটার নলে প্রবেশ করে না। প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে পানি ব্যবহার করলে যে উচ্চতার দরকার হতো, বিশুদ্ধ পারদস্তম্ভে তা হতে অনেক কম উচ্চতার প্রয়োজন হয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪৩। সম্পৃক্ত বাষ্প ও অসম্পৃক্ত বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লিখ?

উত্তর:

সম্পৃক্ত বাষ্প	অসম্পৃক্ত বাষ্প
১. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানে যখন সর্বাধিক বাষ্প ধারণ করে তখন ঐ বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্প বলে।	১. কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে যখন সর্বাধিক ধারণ ক্ষমতা অপেক্ষা কম বাষ্প ধারণ করে তখন ঐ বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্প বলে।
২. সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মানে না।	২. অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চালর্সের সূত্র মানে।
৩. আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায়।	৩. যে কোনো স্থানে তৈরি করা যায়।

৪৪। লেখচিত্রের মাধ্যমে বায়ুর চাপ ও জলীয় বাষ্পের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর?

উত্তর: আমরা জানি,

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \text{ধ্রুবক}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 m}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2 m}{\rho_2 T_2} = \text{ধ্রুবক} \quad \left[\because V = \frac{m}{p}\right]$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 T_1}{\rho_1} = \frac{P_2 T_2}{\rho_2} = \text{ধ্রুবক}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2} = \text{ধ্রুবক} \qquad [T_1 = T_2 \text{ হলে}]$$

$$\therefore \frac{P}{\rho} \propto \text{ধ্রুবক}$$

অর্থাৎ, $\rho \propto P$ যা নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বায়ুর চাপ ও জলীয় বাষ্পের ঘনত্বের সম্পর্ক নির্দেশ করে। স্থির তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব তার চাপের সমানুপাতিক। অর্থাৎ বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুর ঘনত্ব কমে এবং বায়ুর চাপও কমে। আবার বিপরীতক্রমে বলা যায়, বায়ুর ঘনত্ব বাড়বে যদি বায়ুতে জলীয় বাষ্প কমে, ফলে চাপ বাড়বে। নিম্নে গ্রাফে এই সম্পর্ক দেখানো হল:

৪৫। নিম্নচাপে বাস্তব গ্যাস আর্দশ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে কেন? ব্যাখ্যা কর?

উত্তর: নিম্নচাপে বাস্তব গ্যাস আর্দশ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে। যে সব গ্যাস বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে না তাদেরকে বাস্তব গ্যাস বলে আবার, যে সব গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যগুলো মেনে চলে তাদেরকে আর্দশ গ্যাস বলে।

এখন, কোনো একটি আবদ্ধ পাত্রে নিম্নচাপে গ্যাস রাখা হলে গ্যাসের অণুগুলোর মধ্যে আন্তঃআণবিক দূরত্ব অনেক বেশি থাকে ফলে আন্তঃআণবিক বল অত্যন্ত কম। আবার, গ্যাস অণুর সংখ্যা কম হওয়ায় অণুগুলোর মোট আয়তন পাত্রের আয়তনের তুলনায় নগণ্য হয়। ফলে নিম্নচাপে বাস্তব গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যগুলো মেনে আর্দশ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে।

HSC পরীক্ষার্থীদের জন্য বাছাইকৃত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

গ্যাসের সূত্রাবলি

১। প্রমাণ চাপ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [ম. বো. ২৪]

ক পারদের ঘনত্ব 13596 kg cm^{-3}
খ পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 0.76 cm
গ চাপের সমীকরণ = $F\rho g$
ঘ চাপের মান 1.013×10^5 N/m^2

উত্তর: ঘ চাপের মান 1.013×10^5 N/m^2

ব্যাখ্যা: প্রমাণ চাপ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে, পারদের ঘনত্ব 13596 kgm^{-3}, পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 0.76 m, চাপের সমীকরণ $h\rho g$ এবং চাপের মান 1.013×10^5 Nm^{-2}।

২। এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ সমান– [কু. বো. ২১]

(i) 1.013×10^5 Nm^{-2}
(ii) 1.013×10^5 Pa
(iii) 760 mmHg
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ,
$1atm = 1.013 \times 10^5$ Nm^{-2}
$= 1.013 \times 10^5$ Pa = 76 cm Hg = 760 mm Hg

৩। নিচের কোন সমীকরণটি ঠিক?

ক 1 Pa = $1Nm^2$ খ $1atm = 1.013 \times 10^5$ mm Hg
গ 1atm = 101.32 Pa ঘ $1atm = 1.01 \times 10^2$ kPa

উত্তর: ঘ $1atm = 1.01 \times 10^2$ kPa

ব্যাখ্যা: 1 Pa = 1 Nm^{-2}
1 atm = 1.013×10^5 Pa = 760 mm Hg = 1.013×10^2 kPa

৪। 1 torr = ?

ক $\frac{1}{2}$ mmHg খ 1mmHg
গ $1\frac{1}{2}$ mmHg ঘ 2mmHg

উত্তর: খ 1mmHg

ব্যাখ্যা: 1 torr বলতে একটি ব্যারোমিটারে 1 mm Hg বা 1 mm পারদের সমান।

৫। STP তে সকল গ্যাসের মোলার আয়তন– [ঢা. বো., কু. বো. ২১]

ক 22.4 L খ 22.9 L
গ 28.4 L ঘ 22.8 L

উত্তর: ক 22.4 L

ব্যাখ্যা: স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাস যে আয়তন দখল করে তাকে প্রমাণ বা স্বাভাবিক বা আদর্শ আয়তন বলে। স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় এক মোল গ্যাসের আয়তন 22.4 লিটার = 22.4×10^{-3} m^3।

৬। NTP তে 1 মোল গ্যাসের আয়তন–

(i) 22.4 লিটার
(ii) 22.4 সিসি
(iii) 22.4×10^3 মিলিলিটার
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: NTP তে 1 মোল গ্যাসের আয়তন,
V = 22.4 L = 22.4 dm^3 = 22.4×10^3 cm^3 = 22.4×10^3 mL

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৭। 4 মোল O_2 গ্যাসের ক্ষেত্রে R এর মান হবে– [চ. বো. ১৯; য. বো. ১৬; কু. বো. ১৫]

ক $33.24\ JK^{-1}\ mol^{-1}$ খ $1.038\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

গ $8.31\ JK^{-1}\ mol^{-1}$ ঘ $1.06 \times 10^3\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

উত্তর: গ $8.31\ JK^{-1}\ mol^{-1}$

ব্যাখ্যা: সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, R অক্সিজেনসহ সকল গ্যাসের জন্য একই থাকে। মোলসংখ্যা 1 বা একাধিক এর জন্য R এর মানের কোনো পরিবর্তন না ঘটলেও শক্তি বা অন্যান্য রাশি নির্ণয়ে মোল সংখ্যা ব্যবহৃত হবে।

৮। বোল্টজম্যান ধ্রুবক k এর একক কোনটি?

ক $J\ mol^{-1}\ K^{-1}$ খ $J\ K^{-1}$

গ J ঘ কোনটিই নয়

উত্তর: খ $J\ K^{-1}$

ব্যাখ্যা: বোল্টজম্যান ধ্রুবক, K হচ্ছে প্রতি অণুর জন্য গ্যাস ধ্রুবক।

আমরা জানি, $\bar{E} = \frac{E}{N_A} = \frac{3}{2}\frac{R}{N_A} \times T = \frac{3}{2}kT$

$\Rightarrow k = \frac{2}{3}\frac{\bar{E}}{T}$

$\therefore$ k এর একক $= JK^{-1}$

৯। সব কণার জন্য এবং সব তাপমাত্রায় গ্যাসের জন্য কোনটি প্রযোজ্য

ক ভর খ ভরবেগ

গ আয়তন ঘ গতিশক্তি

উত্তর: ক ভর

ব্যাখ্যা: সব কণার জন্য এবং সব তাপমাত্রায় গ্যাসের ক্ষেত্রে ভর স্থির থাকে। গ্যাসের ক্ষেত্রে, ভরবেগ, আয়তন ও গতিশক্তি তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

১০। গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপগতীয় স্থানাংকগুলো হচ্ছে– [রা. বো. ২৪; চ. বো. ২৩; দি. বো. ২১]

ক আয়তন, তাপমাত্রা ও ঘনত্ব খ ভর, আয়তন ও ঘনত্ব

গ তাপমাত্রা, ভর ও আয়তন ঘ চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন

উত্তর: ঘ চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন

ব্যাখ্যা: গ্যাসের চলরাশি তিনটি। যথা– চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন। এসব স্থানাঙ্কের পরিবর্তনে গ্যাসের ধর্ম পরিবর্তিত হয়।

১১। 'PV' রাশিটি নির্দেশ করে– [চ. বো. ২৪; সি. বো. ২২]

ক ভরবেগ খ ক্ষমতা

গ বল ঘ শক্তি

উত্তর: ঘ শক্তি

ব্যাখ্যা: PV এর একক $= Pa \times m^3 = Nm^{-2} \times m^3 = Nm = J$
$=$ শক্তির একক

১২। $PV =$ ধ্রুবক সমীকরণটি মেনে চলে কোন সূত্র? [দি. বো. ২৪; অনুরূপ রা. বো. ২৪; চ. বো. ২১]

ক বয়েলের সূত্র খ চার্লসের সূত্র

গ চাপীয় সূত্র ঘ অ্যাভোগেড্রোর সূত্র

উত্তর: ক বয়েলের সূত্র

ব্যাখ্যা: বয়েলের সূত্রানুসারে, $V \propto \frac{1}{P}$ [যখন তাপমাত্রা ও ভর স্থির থাকে]

$\Rightarrow V =$ ধ্রুবক $\times \frac{1}{P}$

$\therefore PV =$ ধ্রুবক

১৩। A ও B পাত্রে একই ভরের একই গ্যাস তাপীয় সাম্য অবস্থায় আছে। যদি পাত্র দুটির চাপ ও আয়তন যথাক্রমে P_A, P_B ও V_A, V_B তবে নিচের কোন শর্তটি সঠিক?

ক $P_A \neq P_B, V_A = V_B$ খ $P_A = P_B, V_A \neq V_B$

গ $\frac{P_A}{P_B} = \frac{V_A}{V_B}$ ঘ $P_A V_A = P_B V_B$

উত্তর: ঘ $P_A V_A = P_B V_B$

ব্যাখ্যা: 2টি ভিন্ন পাত্রে, একই ভরের একই গ্যাস তাপীয় সাম্য অবস্থায় থাকলে তারা বয়েলের সূত্র মেনে চলবে। বয়েলের সূত্র হতে আমরা পাই, $P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \ldots\ldots = P_nV_n$

১৪। নিচের কোনটি তাপমাত্রা ও চাপের সাথে গ্যাসের ঘনত্বের সম্পর্ক নির্দেশ করে– [কু. বো. ২৩]

ক $\frac{\rho T}{P} =$ ধ্রুবক খ $\frac{PT}{\rho} =$ ধ্রুবক

গ $\frac{\rho P}{T} =$ ধ্রুবক ঘ $\rho PT =$ ধ্রুবক

উত্তর: ক $\frac{\rho T}{P} =$ ধ্রুবক

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} =$ ধ্রুবক

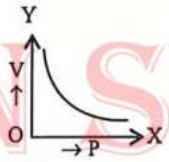
$\Rightarrow \frac{P_1 \times \frac{m}{\rho_1}}{T_1} = \frac{P_2 \times \frac{m}{\rho_2}}{T_2} =$ ধ্রুবক

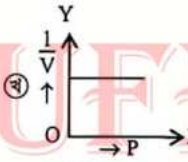
$\Rightarrow \frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2} =$ ধ্রুবক

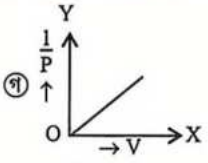
$\Rightarrow \frac{\rho_1 T_1}{P_1} = \frac{\rho_2 T_2}{P_2} =$ ধ্রুবক

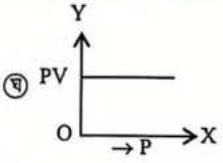
$\therefore \frac{\rho T}{P} =$ ধ্রুবক

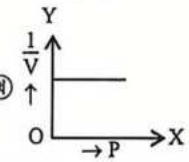
১৫। স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি সঠিক নয়? [দি. বো. ২৪]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: খ 

ব্যাখ্যা: বয়েলের সূত্রানুসারে,

আমরা জানি, $V \propto \frac{1}{P}$ [যখন তাপমাত্রা ও ভর স্থির থাকে]

অর্থাৎ, আয়তন চাপের ব্যাস্তানুপাতিক। ফলে আয়তন বাড়লে চাপ কমবে। আবার,

$PV = k$

$\Rightarrow V = k \times \frac{1}{P}$ [V কে y এবং $\frac{1}{p}$ কে x ধরে]

$\therefore y = kx$; যা মূলবিন্দুগামী সরলরেখার সমীকরণ।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

❖ নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ১৬ ও ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
27°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে চাপ দ্বিগুণ করা হলো।

১৬। উদ্দীপকের ঘটনা নিচের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? [ঢা. বো. ২৪]
ক বয়েলের সূত্র খ চার্লসের সূত্র
গ চাপীয় সূত্র ঘ এ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র
উত্তর: গ চাপীয় সূত্র
ব্যাখ্যা: গ্যাসের চাপীয় সূত্র স্থির আয়তনে চাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক নির্দেশ করে।

১৭। গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [ঢা. বো. ২৪]
ক 600 K খ 600 K
গ 500 K ঘ 150 K
উত্তর: ক 600 K
ব্যাখ্যা: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ [গ্যাসের চাপীয় সূত্র হতে পাই]
$\Rightarrow \frac{P_1}{(273+27)} = \frac{2P_1}{T_2}$
$\Rightarrow T_2 = \frac{2P_1}{P_1} \times 300$
$\therefore T_2 = 600\ k$

১৮। গ্যাসের চাপীয় সূত্রটিতে নিচের কোন রাশিটির মান স্থির থাকে? [য. বো. ২১]
ক তাপমাত্রা খ তাপ
গ চাপ ঘ আয়তন
উত্তর: ঘ আয়তন
ব্যাখ্যা: চাপীয় সূত্র হতে, স্থির আয়তনে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ এর পরম বা কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

১৯। পরম তাপমাত্রা স্কেলে চাপের সূত্র হলো– [ঢা. বো., কু. বো. ২১]
ক $P \propto T$ খ $P \propto T^2$
গ $P \propto \frac{1}{T}$ ঘ $P \propto \sqrt{T}$
উত্তর: ক $P \propto T$

২০। স্থির তাপমাত্রায় পানির তলদেশ হতে একটি বুদ বুদ উপরে উঠতে থাকলে বুদবুদের আয়তন বৃদ্ধির কারণ–
ক পৃষ্ঠটান খ সান্দ্রতা
গ চাপ ঘ ঘনত্ব
উত্তর: গ চাপ
ব্যাখ্যা: বয়েলের সূত্রানুসারে, চাপ যত কমতে থাকবে আয়তন তত বাড়তে থাকবে। পানির তলদেশে বুদবুদের উপর বায়ু ও পানির চাপ থাকলেও যত উপরে উঠা যায় পানির চাপ তত কমতে থাকে। ফলে বুদবুদ পানির তলদেশ থেকে যত উপরে উঠতে থাকে বুদবুদের আয়তন তত বাড়তে থাকে।

২১। $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ সম্পর্কটি কোন সূত্রকে সমর্থন করে?
ক বয়েলের সূত্র খ চার্লসের সূত্র
গ চাপের সূত্র ঘ রেঁনোর সূত্র
উত্তর: খ চার্লসের সূত্র
ব্যাখ্যা: চার্লসের সূত্র হতে, স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর পরম বা কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক।
$\therefore V \propto T$ [যখন চাপ ও ভর স্থির থাকে]
$\Rightarrow \frac{V}{T} = k$
$\therefore \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \ldots\ldots = \frac{V_n}{T_n}$

২২। স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগের মান–
ক $0.0366°\ C^{-1}$ খ $0.366°\ C^{-1}$
গ $\frac{1}{273°}\ C^{-1}$ ঘ $273°\ C^{-1}$
উত্তর: গ $\frac{1}{273°}\ C^{-1}$
ব্যাখ্যা: চার্লসের সূত্রানুসারে, $V_\theta = V_0 + \frac{\theta}{273} V_0$
এই নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ হচ্ছে স্থিরচাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগ। একে γ_p দিয়ে সূচিত করা হয়। সকল গ্যাসের জন্য আয়তন প্রসারণ সহগের মান $\frac{1}{273}\ °C^{-1}$ বা, $0.00366°C^{-1}$

২৩। $\frac{PV}{2} = RT$ গ্যাস সমীকরণে V নির্দেশ করে–
ক পাত্রের আয়তন খ $\frac{1}{2}$ মোল গ্যাসের আয়তন
গ 1 মোল গ্যাসের আয়তন ঘ 2 মোল গ্যাসের আয়তন
উত্তর: ঘ 2 মোল গ্যাসের আয়তন
ব্যাখ্যা: এখানে, $\frac{PV}{2} = RT$
$\Rightarrow PV = 2RT$ কে $PV = nRT$ এর সাথে তুলনা করে পাই,
$n = 2$ mol.

২৪। 37°C তাপমাত্রা ও 1.5 atm চাপে 20 gm O_2 গ্যাসের আয়তন কত? [রা. বো. ২২]
ক $0.8 \times 10^{-3}\ m^3$ খ $1.05 \times 10^{-2}\ m^3$
গ $1.26 \times 10^{-2}\ m^3$ ঘ $1.07 \times 10^{-2}\ m^3$
উত্তর: ঘ $1.07 \times 10^{-2}\ m^3$
ব্যাখ্যা: $PV = nRT$
$\Rightarrow V = \frac{\frac{20}{32} \times 8.314 \times 310}{1.5 \times 10^5}$
$\therefore V = 1.07 \times 10^{-2}\ m^3$

২৫। গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে একটি গ্যাস সিলিন্ডারের চাপের সৃষ্টি হয়, কারণ–
ক সিলিন্ডারের দেয়ালের সাথে অণুগুলোর ধাক্কার দরুন
খ সিলিন্ডারের দেয়ালে গ্যাস অণুগুলোর বিস্ফোরণের দরুন
গ সিলিন্ডারের গ্যাসের অণুগুলোর অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের দরুন
ঘ গ্যাস অণুগুলো একটি আরেকটির চেয়ে অনেক দূরে
উত্তর: ক সিলিন্ডারের দেয়ালের সাথে অণুগুলোর ধাক্কার দরুন
ব্যাখ্যা: গ্যাস অণুর মৌলিক স্বীকার্যসমূহ হতে, সিলিন্ডারের দেয়ালের সাথে অণুগুলোর ধাক্কার দরুণ গ্যাস সিলিন্ডারে চাপ সৃষ্টি হয়।

২৬। 1atm বায়ুচাপ 27°C তাপমাত্রায় একটি হ্রদের তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদ বুদ উপরিতলে আসায় আয়তন দ্বিগুণ হয়। হ্রদের গভীরতা হলো–
ক –10.34 m খ 10.34 m
গ -1.02×10^{-4} m ঘ 1.02×10^{-4} m
উত্তর: খ 10.34 m
ব্যাখ্যা: $P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow (P_1 + h\rho g)\ V_1 = P_2\ (2V_1)$
$\Rightarrow P_2 + h\rho g = 2P_2$
$\therefore h = \frac{P_2}{\rho g} = \frac{1.013 \times 10^5}{1000 \times 9.8} = 10.34$ m

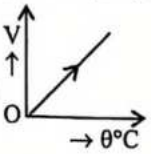
n = বুদবুদের পরিবর্তিত আয়তন যতগুণ হবে
Shortcut সূত্র:
$h = \frac{(n-1)}{\rho g} P$

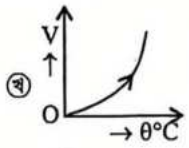
Rhombus Publications

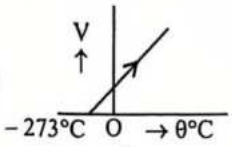
t.me/admission_stuffs

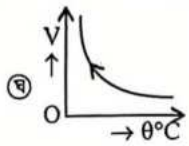
PDF Credit - Admission Stuffs

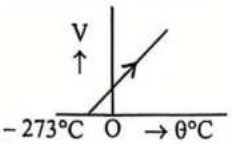
২৭। কোন লেখচিত্রটি চার্লসের সূত্রের জন্য প্রযোজ্য? [য. বো. ২৪]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: গ 

ব্যাখ্যা: চার্লসের সূত্রের ক্ষেত্রে আমরা জানি, তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে থাকলে আয়তন বনাম তাপমাত্রার গ্রাফ মূলবিন্দুগামী হবে। 'গ' নং লেখচিত্রে সরলরেখাটিকে পেছনে বর্ধিত করলে এটি X অক্ষকে – 273°C এ ছেদ করবে। পরমশূন্য তাপমাত্রায় (– 273°C বা 0 K) গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়।

২৮। 0°C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের চাপ 2×10^5 Pa হলে, 50°C তাপমাত্রায় এর চাপ কত হবে?

ক 2.663×10^5 Pa খ 2.363×10^5 Pa
গ 2.636×10^5 Pa ঘ 2.266×10^5 Pa

উত্তর: খ 2.363×10^5 Pa

ব্যাখ্যা: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{T_2}{T_1} \times P_1$

$= \frac{323}{273} \times 2 \times 10^5$

$= 2.366 \times 10^5$ Pa

২৯। স্থির আয়তনে 1 atm চাপের কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C হতে 1°C বাড়ালে পরিবর্তিত চাপ হবে– [দি. বো. ২১]

ক 0.00366 atm খ 1 atm
গ 1.00366 atm ঘ 2 atm

উত্তর: গ 1.00366 atm

ব্যাখ্যা: $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

$\Rightarrow P_2 = \frac{274}{273} \times 1$

$\therefore P_2 = 1.00366$ atm

$\therefore \Delta P = P_2 - P_1 = 1.00366^{-1} = 0.00366$ atm

৩০। 10°C তাপমাত্রায় 1 লিটার বায়ুতে তাপ প্রয়োগ করা হলো যে পর্যন্ত এর আয়তন ও চাপ দ্বিগুণ না হয়। বায়ুর চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

ক 483 K খ 566 K
গ 283 K ঘ 1132 K

উত্তর: ঘ 1132 K

ব্যাখ্যা: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{2P_1 \times 2V_1}{T_2}$

$\Rightarrow T_2 = 2 \times 2 \times 283$

$\therefore T_2 = 1132$ K

৩১। 5×10^5 Nm^{-2} চাপে এবং 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন 100 cc। 10^6 Nm^{-2} চাপে ওই গ্যাসের আয়তন 58.3 cc হলে তাপমাত্রা কত? [য. বো. ২৩]

ক 257.0°C খ 87.45°C
গ 76.8°C ঘ 31.482°C

উত্তর: গ 76.8°C

ব্যাখ্যা: $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\Rightarrow \frac{5 \times 10^5 \times 100}{300} = \frac{10^6 \times 58.3}{T_2}$

$\therefore T_2 = 349.8$ K $= 76.8$°C

৩২। একটি গাড়ির চাকা 300 K তাপমাত্রায় এবং 3×10^5 Pa চাপে 0.02 m^3 আয়তনের বাতাস ধারণ করে রাখে। চাকার অভ্যন্তরস্থ বাতাসের ভর কত?

ক 2.41 g খ 28.8 g
গ 67.36 g ঘ 239.3 g

উত্তর: গ 67.36 g

ব্যাখ্যা: $PV = \frac{m}{M}RT$

$\Rightarrow m = \frac{PVM}{RT}$

$= \frac{3 \times 10^5 \times 0.02 \times 28}{8.314 \times 300}$

$\therefore m = 67.36$ g

বায়ুতে নাইট্রোজেনের আধিক্য থাকার দরুণ নাইট্রোজেনকে বাতাসের আণবিক ভর বিবেচনা করা হয়েছে

৩৩। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের চাপ 5% বৃদ্ধি করলে এর আয়তন হ্রাস পাবে?

ক 4.26% খ 4.76%
গ 5% ঘ 5.26%

উত্তর: খ 4.76%

ব্যাখ্যা: $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow V_2 = \frac{P_1}{(1 + 0.05)P_1} \times V_1$

$\therefore V_2 = 0.952\ V_1$

$\Rightarrow \Delta V = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \times 100\% = \frac{(1 - 0.952)V_1}{V_1} \times 100\%$

$\therefore \Delta V = 4.76\%$

❖ নিচের উদ্দীপকের আলোকে এবং ৩৪ ও ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

40°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন দ্বিগুণ করা হলো। [কু. বো. ২২]

৩৪। উদ্দীপকটির গ্যাস নিচের কোন সূত্র সমর্থন করে?

ক গে-লুসাকের সূত্র খ অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র
গ বয়েল এর সূত্র ঘ চার্লস এর সূত্র

উত্তর: ঘ চার্লস এর সূত্র

ব্যাখ্যা: চার্লসের সূত্রের ক্ষেত্রে চাপ স্থির থাকে এবং $V \propto T$

৩৫। গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

ক 80°C খ 176.5°C
গ 353°C ঘ 626°C

উত্তর: গ 353°C

ব্যাখ্যা: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = (2 \times 313)$K

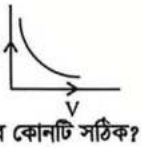
$= 626$ K

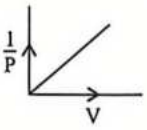
$\therefore T_2 = 353$°C

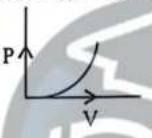
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৩৬। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক হচ্ছে–
(i) $PV = kT$
(ii) $PV = nRT$
(iii) $P = \frac{R}{VT}$
নিচের কোনটি সঠিক?
ক ii ও iii খ i ও ii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ i ও ii
ব্যাখ্যা: আমরা জানি, আদর্শ গ্যাস সমীকরণ বা গ্যাস সূত্রাবলির সমন্বয়,
$PV = nRT$
$\Rightarrow PV = \frac{N}{N_A} RT$
$\Rightarrow PV = N \frac{R}{N_A} T$
$\because PV = kT$ [যখন অণুর সংখ্যা $N = 1$ এবং বোল্টজম্যান ধ্রুবক $= k$]

৩৭। নিম্নের চিত্রে P-V তিনটি লেখচিত্র দেয়া হল–
[ঢা. বো. ১৬, ১৭; অনুরূপ সি. বো. ২৪; কু. বো. ১৭; রা. বো. ২১, ১৯; চ. বো. ১৬; দি. বো. ১৬; ব. বো. ১৭]
(i) 

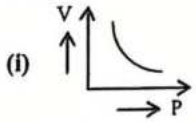
(ii) 

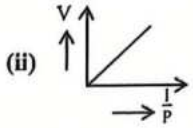
(iii) 

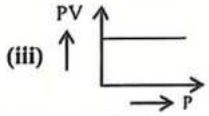
নিচের কোনটি সঠিক?
ক ii ও iii খ i ও iii
গ i ও ii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: গ i ও ii

৩৮। গ্যাস কর্তৃক প্রদত্ত চাপ নির্ভর করে গ্যাসের– [ব. বো. ২১]
(i) ঘনত্বের উপর
(ii) আণবিক বেগের উপর
(iii) প্রকৃতির উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $\frac{\rho T}{P} =$ ধ্রুবক
$\Rightarrow \rho T = k \times P$
আবার, $P = \frac{2}{3} \frac{E}{V}$ $\left[\text{যেখানে, } E = \frac{1}{2} M\overline{C^2}\right]$
চাপ নির্ভর করে গ্যাসটির প্রকৃতি তথা আণবিক ভরের উপর যা নির্ধারণ করে গ্যাসটি ভারী নাকি হালকা।

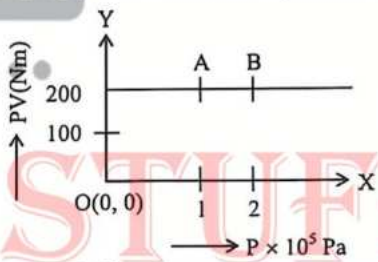
৩৯। তাপমাত্রা বাড়লে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের–
(i) আয়তন বৃদ্ধি পায়
(ii) ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়
(iii) সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: খ i ও iii
ব্যাখ্যা: কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের অণু-পরমাণুগুলোর ছোটাছুটি বেড়ে যায় ফলে আয়তন যেমন বৃদ্ধি পায়, সংঘর্ষও তেমন বৃদ্ধি পায়।

৪০। তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন V ও চাপ P এর সম্পর্ক নিচের কোন লেখচিত্র প্রকাশ করে? [কু. বো. ২৪]
(i) 

(ii) 

(iii) 

নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii
উত্তর: ঘ i, ii ও iii
ব্যাখ্যা: বয়েলের সূত্র হতে,
আমরা জানি, $V \propto \frac{1}{P}$ [যখন তাপমাত্রা ও ভর স্থির থাকে]
$\Rightarrow V = k \times \frac{1}{P}$; যা মূলবিন্দুগামী সরলরেখাকে নির্দেশ করে।
$\Rightarrow PV = k$
অর্থাৎ, চাপ এর ভিন্ন ভিন্ন মানের জন্য PV এর মান একই থাকবে।

❖ নিম্নের উদ্দীপক অনুসারে ৪১ ও ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:


উপরের লেখচিত্রে নির্দিষ্ট পরিমাণ আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে PV বনাম P লেখচিত্র দেখানো হয়েছে।

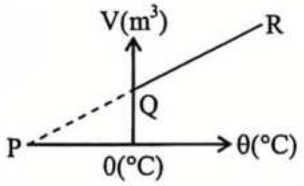
৪১। লেখচিত্রটি কোন সূত্রকে সমর্থন করে? [রা. বো. ১৬]
ক বয়েলের খ চার্লসের
গ চাপের ঘ কেলভিন
উত্তর: ক বয়েলের

৪২। A ও B বিন্দুতে গ্যাসের আয়তনের অনুপাত– [রা. বো. ১৬]
ক 1 : 1 খ 1 : 2
গ 1 : 3 ঘ 2 : 1
উত্তর: ঘ 2 : 1
ব্যাখ্যা: $V \propto \frac{1}{P}$
$\therefore \frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$
$\therefore V_1 : V_2 = 2 : 1$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৪৩। [ব. বো. ২৩]



স্থির চাপে গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে আয়তনের পরিবর্তনের লেখচিত্রে P বিন্দুর তাপমাত্রা হচ্ছে–

(i) 0°C
(ii) 0 K
(iii) – 273°C

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: উপরের চিত্রটি চার্লসের সূত্রের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। RQ রেখাকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে তা P বিন্দুতে অর্থাৎ – 273°C তাপমাত্রায় ছেদ করবে। সরলরেখাটি মূলবিন্দুগামী হতো যদি তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে অঙ্কিত হতো।

৪৪। তিনটি বিবৃতি দেওয়া হলো–

(i) ঘরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে ঘরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পাবে।
(ii) স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর কেলভিন তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।
(iii) কোন গ্যাসের মূল গড় বর্গ বেগ কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও iii খ i ও ii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও iii

ব্যাখ্যা: ঘরের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে ঘরের জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পাবে ফলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পাবে।

আবার, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \therefore C_{rms} \propto \sqrt{T}$

৪৫। আদর্শ গ্যাসের চাপের রাশিমালা হবে–

(i) $PV = \frac{1}{3} mn\overline{C^2}$

(ii) $P = \frac{1}{3} \rho\overline{C^2}$

(iii) $P = \frac{2}{3} RT$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: আদর্শ গ্যাসের চাপের রাশিমালা থেকে আমরা পাই,

$$PV = \frac{1}{3} mn\overline{C^2}$$

$$\Rightarrow P = \frac{1}{2} \frac{mn}{V} \overline{C^2}$$

$$\therefore P = \frac{1}{3} \rho\overline{C^2}$$

পরম শূন্য তাপমাত্রা

৪৬। যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় তাকে কী বলা হয়?

ক গলনাঙ্ক খ হিমাঙ্ক
গ প্রমাণ তাপমাত্রা ঘ কোনোটিই নয়

উত্তর: গ প্রমাণ তাপমাত্রা

ব্যাখ্যা: প্রমাণ চাপে প্রমাণ তাপমাত্রায় বরফ গলে পানিতে পরিণত হয়। STP তে প্রমাণ তাপমাত্রা হলো 0°C।

৪৭। তাত্ত্বিকভাবে গ্যাসের আয়তন শূন্য হয় কোন তাপমাত্রায়? [ম বো. ২৪; রা. বো. ২১; চ. বো. ১৯; দি. বো. ১৬]

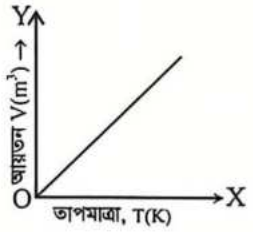
ক 298 K খ 0°C
গ – 273 K ঘ – 273 C

উত্তর: ঘ – 273 C

ব্যাখ্যা: চার্লসের সূত্রানুসারে,

$V \propto T$ [যেখানে চাপ ও ভর স্থির]

$V = kT$ যা মূলবিন্দুগামী সরলরেখা ফলে 0K বা, – 273°C তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য।



৪৮। গ্যাসের পরমশূন্য তাপমাত্রার মান হচ্ছে– [চ. বো. ১৬]

(i) 0°C
(ii) 0K
(iii) –273°C

নিচের কোনটি সঠিক?

ক ii খ iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ ii ও iii

ব্যাখ্যা: 0 K বা, – 273°C তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়। তাপমাত্রা – 273°C থেকে কমালে গ্যাসের আয়তন ঋণাত্মক হয় যা অসম্ভব ও অবাস্তব।

৪৯। পরম শূন্য তাপমাত্রা হল যে তাপমাত্রায়–

(i) গ্যাসের চাপ শূন্য হয়
(ii) গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়
(iii) যে তাপমাত্রায় তরল হিলিয়াম কঠিনে রূপান্তরিত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও ii
গ ii ঘ ii ও iii

উত্তর: গ ii

আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাস

৫০। কোন অবস্থায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাস হিসেবে আচরণ করবে? [দি. বো. ২৩, ২১; রা. বো. ২৩; ব. বো. ২২]

ক নিম্ন চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা খ উচ্চ চাপ ও নিম্ন তাপমাত্রা
গ নিম্ন চাপ ও নিম্ন তাপমাত্রা ঘ উচ্চ চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা

উত্তর: ক নিম্ন চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা

ব্যাখ্যা: চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন গ্যাসের তিনটি চলরাশি। নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুর নিজেদের মধ্যে আকর্ষণ তুলনামূলক কম কাজ করায় নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাস হিসেবে আচরণ করে।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৫১। গ্যাসের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে– [ব. বো. ১৫]
(i) একটি গ্যাসের সকল অণু সদৃশ
(ii) গ্যাসের শক্তি বিভব শক্তি
(iii) তাপমাত্রার সাথে অণুগুলোর বেগ বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: গ i ও iii

ব্যাখ্যা: গ্যাস অণুর মৌলিক স্বীকার্যসমূহের মধ্যে একটি হলো একটি গ্যাসের সকল অণু সদৃশ এবং একটি গ্যাসের অণু অন্য গ্যাসের অণু থেকে ভিন্ন। দ্বিতীয়টি হলো গ্যাসের অণুগুলো এলোমেলো গতিতে গতিশীল এবং এগুলো নিউটনের গতিসূত্রসমূহ মেনে চলে।

৫২। গ্যাস হলো–
(i) সাধারণ তাপমাত্রা ও চাপে যারা বায়বীয় অবস্থায় থাকে।
(ii) সংকট তাপমাত্রার উপরে কোন পদার্থের বায়বীয় অবস্থার নাম।
(iii) হাইড্রোজেন, অক্সিজেন, নাইট্রোজেন ইত্যাদি।
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও iii খ i ও ii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: সংকট তাপমাত্রা হলো সর্বাধিক তাপমাত্রা যেখানে একটি পদার্থ তরল হিসেবে থাকতে পারে এবং এই তাপমাত্রার উপরে পদার্থকে তরলে ঘনীভূত করা যায় না। বরং যতই চাপ প্রয়োগ করা হোক না কেন সেটি গ্যাসীয় অবস্থায় বিরাজমান থাকে।

৫৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ কর–
(i) আদর্শ গ্যাসের অণুসমূহের মধ্যে আকর্ষণ-বিকর্ষণ নেই।
(ii) আদর্শ গ্যাসের অনুসমূহ সকল তাপমাত্রায় ও চাপে $PV = nRT$ সমীকরণ মেনে চলে।
(iii) আদর্শ গ্যাসের অণূসমূহ বাস্তব গ্যাসের অণুর তুলনায় ক্ষুদ্রাকার।
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i খ i ও ii
গ ii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: বাস্তবে গ্যাসের অণুগুলোর মধ্যে আকর্ষণ বল বিদ্যমান থাকে বিধায় গ্যাসীয় পদার্থ তরলে পরিণত হতে পারে। কিন্তু আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে বিবেচনা করা হয় গ্যাসের অণুগুলো পরস্পরকে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করবে না এবং তারা $PV = nRT$ সূত্র মেনে চলবে। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে পাত্রের আয়তনই গ্যাসের আয়তন বিবেচনা করা হয়, গ্যাস অণুর আয়তনকে নগন্য ধরা হয়।

৫৪। আদর্শ গ্যাস হলো–
(i) যা গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যগুলো মেনে চলে।
(ii) সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে।
(iii) $\left(\frac{du}{dv}\right) = 0$ মেনে চলে।
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: আদর্শ গ্যাস সর্বদা গতিতত্ত্বের সকল মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে, সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে এবং গ্যাসের বিভবশক্তি শূন্য কেননা গতিতত্ত্ব অনুসারে আদর্শ গ্যাসের অণুসমূহ সতত সঞ্চারণশীল এবং এদের সঞ্চিত শক্তি হলো গতিশক্তি।

৫৫। বাস্তব গ্যাসের চাপ-ত্রাসের মান এর আয়তনের কি অনুপাতে পরিবর্তিত হয়?
ক ব্যস্তানুপাতে খ সমানুপাতে
গ বর্গের ব্যস্তানুপাতে ঘ বর্গের সমানুপাতে

উত্তর: ক ব্যস্তানুপাতে

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $V \propto \frac{1}{P}$

অর্থাৎ, চাপ ও আয়তনের মধ্যকার সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক।

৫৬। গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি সর্বপ্রথম ব্যাখ্যা করেন কে? [রা. বো. ২২]
ক ক্লসিয়াস খ ম্যাক্সওয়েল
গ বার্নোলি ঘ বোল্টজম্যান

উত্তর: গ বার্নোলি

ব্যাখ্যা: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি সর্বপ্রথম 1730 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী বার্নোলি ব্যাখ্যা করেন। এজন্য বার্নোলিকে গ্যাসের গতিতত্ত্বের জনক বলা হয়।

৫৭। গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য অনুযায়ী বেগ–
ক শূন্য খ অসীম
গ শূন্য হতে অসীম ঘ শূন্য ও অসীমের মাঝামাঝি

উত্তর: গ শূন্য হতে অসীম

ব্যাখ্যা: গতিতত্ত্ব অনুসারে, আদর্শ গ্যাসের অণুসমূহ সতত সঞ্চারণশীল এবং এদের সঞ্চিত শক্তি হলো গতিশক্তি। অণুগুলো সকল দিকে গতিশীল এবং এদের বেগের মান বিভিন্ন।

৫৮। গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে কোনটি সঠিক? [ঢা. বো. ১৯]
ক অণুগুলোর সংঘর্ষ অস্থিতিস্থাপক খ অণুগুলোর স্থিতিশক্তি নেই
গ অণুগুলোর গতিশক্তি নেই ঘ অণুগুলোর ভরবেগ নেই

উত্তর: খ অণুগুলোর স্থিতিশক্তি নেই

৫৯। গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়– [ব. বো. ২৪]
(i) তাপমাত্রার সাথে গ্যাসের গতিশক্তির সম্পর্ক
(ii) তাপমাত্রার সাথে চাপের সম্পর্ক
(iii) তাপমাত্রার সাথে আয়তনের সম্পর্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ ($PV = \frac{1}{3}M\overline{c^2}$) যার সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় যথাক্রমে–

$E = \frac{3}{2}RT$ যেখানে $E \propto T$

$P \propto T$ [চাপীয় সূত্র]

$V \propto T$ [চার্লসের সূত্র]

৬০। গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে–
(i) সকল গ্যাসের অণু সদৃশ
(ii) গ্যাসের অণুগুলো একটি নির্দিষ্ট গতিতে গতিশীল
(iii) গ্যাসের অণুসমূহের সংঘর্ষগুলো সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও iii খ i ও ii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও iii

ব্যাখ্যা: গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে, একই জাতীয় গ্যাসের সকল অণু সদৃশ। সংঘর্ষের পূর্বের মোট গতিশক্তি ও সংঘর্ষের পরের মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে ফলে সংঘর্ষ সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বিবেচনা করা হয়।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬১। গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে– [ঢা. বো. ১৭]

(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে অণুর বেগ বৃদ্ধি পায়
(ii) অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় অণুগুলোর আয়তন উপক্ষেণীয়
(iii) দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অণুগুলো সমবেগে সরলরেখায় চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, গ্যাস অণুর গতিশক্তি কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে বেগ তথা গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। গ্যাস অণুর আয়তন এত ক্ষুদ্র যে গ্যাস অণুর আয়তন উপেক্ষণীয় বিবেচনা করে সূত্র প্রতিপাদন করা হয়েছে।

৬২। নিচের তথ্যগুলো লক্ষ কর:

(i) গ্যাসের অণুর গতিশীলতার জন্য তাপ উৎপন্ন হয়
(ii) গ্যাসের অণুসমূহ নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে
(iii) গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে গ্যাসের গতির প্রকৃতি ও উদ্ভূত তাপের মধ্যে সম্পর্ক জানা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

ব্যাখ্যা: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ হতে ব্যাখ্যা করা যায়, $E \propto T$ অর্থাৎ গতিশক্তি যত বেশি তাপ তত বেশি। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে গ্যাসের অণুসমূহ নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে। এক পারমাণবিক গ্যাসের প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি $= \frac{3}{2} kT$ এবং দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি $= \frac{5}{2} kT$।

৬৩। দুইটি অণুর মধ্যে সংঘর্ষে–

(i) ভরবেগ সংরক্ষিত হয়
(ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়
(iii) তাপ উৎপন্ন হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ ii
গ i ও ii ঘ iii

উত্তর: গ i ও ii

ব্যাখ্যা: গ্যাসের 2টি অণুর মধ্যকার সংঘর্ষ এক প্রকার স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ। ফলে ভরবেগ ও গতিশক্তি উভয়ই সংরক্ষিত থাকবে।

গড় বেগ, RMS বেগ এবং ঘনত্ব

৬৪। $PV = \frac{1}{3} m\bar{C}^2$ সমীকরণে $\bar{C}^2$ [কু. বো. ১৭]

ক গড় বেগ খ গড় বর্গ বেগ
গ মূল গড় বর্গবেগ ঘ আলোর বেগ

উত্তর: খ গড় বর্গ বেগ

ব্যাখ্যা: $PV = \frac{1}{3} mN\bar{C}^2$

এখানে চাপকে P, আয়তনকে V, প্রতিটি অণুর ভরকে m, অণুর সংখ্যাকে N ও গড় বর্গবেগ $\bar{C}^2$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।

৬৫। গ্যাস অণুসমূহের গড় বর্গ বেগের বর্গমূল মান ও পরম তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোনটি? [কু. বো. ২৪; ব. বো. চ. বো. ২২; সি. বো. ২২; য. বো. ১৯, ১৬; দি. বো. ১৯]

ক $C_{r.m.s} \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$ খ $C_{r.m.s} \propto T$
গ $C_{r.m.s} \propto \frac{1}{T}$ ঘ $C_{r.m.s} \propto \sqrt{T}$

উত্তর: ঘ $C_{r.m.s} \propto \sqrt{T}$

ব্যাখ্যা: $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} \propto \sqrt{T}$

[যেখানে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক R ও এক মোল গ্যাসের ভর, M ধ্রুবক]

৬৬। N.T.P. তে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব $0.09\ kgm^{-3}$। অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। [কু. বো. ২২]

ক $1.84\ kms^{-1}$ খ $2.84\ kms^{-1}$
গ $3.38\ kms^{-1}$ ঘ $4.00\ kms^{-1}$

উত্তর: ক $1.84\ kms^{-1}$

ব্যাখ্যা: $C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5}{0.09}} = 1837.5\ ms^{-1}$
$= 1.84\ kms^{-1}$

৬৭। 1.0 লিটার বায়ুর ক্ষেত্রে– [য. বো. ২২]

(i) মোট অণুর সংখ্যা 2.7×10^{22}
(ii) 27°C তাপমাত্রায় গড় গতিশক্তি $6.12 \times 10^{-21}\ J$
(iii) বায়ুর ঘনত্ব $1.43\ kgm^{-3}$ হলে 27°C তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগ $461.18\ ms^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ i ও iii

ব্যাখ্যা: $N = \frac{V}{V_{STP}} \times N_A = \frac{1}{22.4} \times 6.023 \times 10^{23} = 2.7 \times 10^{22}$

মোট গতিশক্তি,

$E_k = \frac{3}{2} \times \frac{N}{N_A} RT = \frac{3}{2} \times \frac{2.69 \times 10^{22}}{6.023 \times 10^{23}} \times 8.314 \times 300$
$= 167.022\ J$

$C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 1.013 \times 10^5}{1.43}} = 461.18\ ms^{-1}$

৬৮। মূল গড় বর্গ বেগ C এবং চাপ P এর মধ্যে সম্পর্ক হল– [ম. বো. ২২; ঢা. বো. ২১; ঢা. বো. ১৯]

ক $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ খ $C = \sqrt{\frac{3\rho}{P}}$
গ $C = \sqrt{\frac{P}{3\rho}}$ ঘ $C = \sqrt{\frac{\rho}{3P}}$

উত্তর: ক $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$= \sqrt{\frac{3PV}{M}}$ [যেখানে মোলসংখ্যা, n = 1]

$= \sqrt{\frac{3P}{\frac{M}{V}}}$

$= \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৬৯। চূড়ান্ত তাপমাত্রা আদি তাপমাত্রার কত গুণ হলে কোনো নির্দিষ্ট গ্যাসের মূলগড় বর্গবেগ দ্বিগুণ হবে? [চা. বো. ২১]

ক 2 গুণ খ 3 গুণ
গ 4 গুণ ঘ 9 গুণ

উত্তর: গ 4 গুণ

ব্যাখ্যা: $\frac{C'_{rms}}{C_{rms}} = \sqrt{\frac{T'}{T}}$

$\Rightarrow 2 = \sqrt{\frac{T'}{T}}$

$\therefore T' = 4T$

৭০। কোন তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ – 200°C তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগের সমান? [য. বো. ২৪]

ক 7568 K খ 1168 K
গ 895 K ঘ 834 K

উত্তর: খ 1168 K

ব্যাখ্যা: $(C_{rms})_O = (C_{rms})_H$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{3RT'}{M_O}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_H}}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{T'}{32 \times 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{73}{2 \times 10^{-3}}}$

$\therefore T' = \frac{73 \times 32 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} = 1168 \text{ K}$

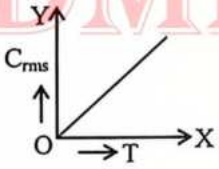
৭১। তিনটি গ্যাস অণুর বেগ যথাক্রমে 10 ms^{-1}, 15 ms^{-1} এবং 20 ms^{-1} এদের মূল গড় বর্গবেগ কত? [রা. বো. ২৩; সি. বো. ২৩; চা. বো. ২৩]

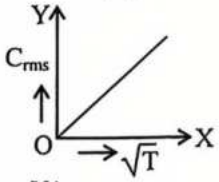
ক 3.87 ms^{-1} খ 15 ms^{-1}
গ 15.54 ms^{-1} ঘ 241.66 ms^{-1}

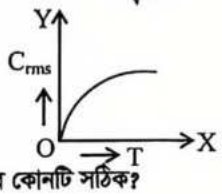
উত্তর: গ 15.54 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $C_{rms} = \sqrt{\frac{(10^2 + 15^2 + 20^2)}{3}} = 15.54 \text{ ms}^{-1}$

৭২। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ সমীকরণ অনুসারে লেখচিত্র হলো– [রা. বো. ২৪]

(i)


(ii)


(iii)


নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: খ ii ও iii

ব্যাখ্যা: $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$\Rightarrow C_{rms} \propto \sqrt{T}$

$\therefore$ গ্রাফটি C_{rms} বনাম $\sqrt{T}$ গ্রাফ হলে,
$y = mx$ এর অনুরূপ সরলরেখা হবে,
এবং C_{rms} বনাম T গ্রাফ হলে, পরাবৃত্তাকার হবে।

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
অক্সিজেন গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C হতে বৃদ্ধি করে 27°C করা হল।

৭৩। প্রাথমিক অবস্থায় অক্সিজেন গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ– [কু. বো. ২৩]

ক 14.639 ms^{-1} খ 20.629 ms^{-1}
গ 461.287 ms^{-1} ঘ 652.359 ms^{-1}

উত্তর: গ 461.287 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$= \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 273}{32 \times 10^{-3}}}$

$\therefore C_{rms} = 461.287 \text{ ms}^{-1}$

❖ উদ্দীপকটির আলোকে ৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি পাত্রে রক্ষিত গ্যাসের তিনটি অণুর বেগ যথাক্রমে 3, 4 ও 5 একক।

৭৪। নিচের কোন মানটি বেশি? [সি. বো. ২৩]

ক গড়বেগ খ গড় বর্গবেগ
গ গড় বর্গবেগের বর্গমূল ঘ বেগের সমষ্টি

উত্তর: খ গড় বর্গবেগ

ব্যাখ্যা: $\bar{C}^2 > \Sigma C > \sqrt{\bar{C}^2} > \bar{C}$

❖ নিচের তথ্যের ভিত্তিতে ৭৫ ও ৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:
দুটি অণুর বেগ যথাক্রমে 4 ms^{-1} ও 5 ms^{-1}।

৭৫। অণুদ্বয়ের গড় বর্গবেগ কত?

ক 16 খ 25
গ $20.5 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$ ঘ 20.5 ms^{-1}

উত্তর: গ $20.5 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$

ব্যাখ্যা: $\bar{C}^2 = \frac{4^2 + 5^2}{2} = 20.5 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$

৭৬। অণুদ্বয়ের মূল গড় বর্গবেগ কত?

ক 20.5 ms^{-1} খ 4.53 ms^{-1}
গ $4.53 \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ ঘ 9 ms^{-1}

উত্তর: খ 4.53 ms^{-1}

ব্যাখ্যা: $\sqrt{C'_{rms}} = \sqrt{20.5} = 4.53 \text{ ms}^{-1}$

৭৭। কোনো পাত্রে আবদ্ধ গ্যাস অণুগুলির সর্বাধিক সংখ্যক অণুর বেগকে বলে– [ম. বো. ২১]

ক গড়বেগ খ মূল গড় বর্গবেগ
গ গড় বর্গবেগ ঘ সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ

উত্তর: ঘ সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ

ব্যাখ্যা: কোনো গ্যাসের বেশিরভাগ অনুগুলো যে বেগে গতিশীল থাকে তাকে সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ বলে। ম্যাক্সওয়েল বোল্টজম্যান পরিসংখ্যান হতে পাই,

সর্বাধিক সম্ভাব বেগ, $C_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

গ্যাসের অণুর গড় মুক্তপথ

৭৮। গড় মুক্তপথের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [য. বো. ২২]
ক গড় মুক্তপথ তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক
খ গড় মুক্তপথ চাপের ব্যস্তানুপাতিক
গ গড় মুক্তপথ ঘনত্বের সমানুপাতিক
ঘ গড় মুক্তপথ অণুর সংখ্যার সমানুপাতিক
উত্তর: খ গড় মুক্তপথ চাপের ব্যস্তানুপাতিক

ব্যাখ্যা: ক্লসিয়াসের পদ্ধতি অনুসারে, গড় মুক্ত পথ, $\lambda = \frac{m}{\pi\sigma^2\rho}$

অর্থাৎ, $\lambda \propto \frac{1}{\rho}$ [যেখানে m, π, σ^2 ধ্রুবক]

যেহেতু ঘনত্ব চাপের সমানুপাতিক এবং তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

$\therefore \lambda \propto \frac{1}{P}$ এবং $\lambda \propto T$

৭৯। গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের– [ব. বো. ২২; সম্মিলিত বো. ১৮]
ক বর্গের সমানুপাতিক খ সমানুপাতিক
গ ব্যস্তানুপাতিক ঘ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
উত্তর: গ ব্যস্তানুপাতিক

৮০। কোন গ্যাসের অণুর গড় মুক্তপথ এর ব্যাসের–
ক সমানুপাতিক খ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
গ বর্গের সমানুপাতিক ঘ বর্গমূলের সমানুপাতিক
উত্তর: খ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

ব্যাখ্যা: ম্যাক্সওয়েলের পদ্ধতি অনুসারে, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\sigma^2 n}$

অর্থাৎ, $\lambda \propto \frac{1}{\sigma^2}$ [যখন, n ও π স্থির]

৮১। ক্লাসিয়াস, বোল্টজম্যান ও ম্যাক্সওয়েলের গড় মুক্তপথের সমীকরণের কোনটি সঠিক?
ক $\lambda_C = \lambda_B = \lambda_M$ খ $0.75\,\lambda_C = \lambda_B = 0.70\,\lambda_M$
গ $0.707\,\lambda_C = 2\lambda_B = 0.75\,\lambda_M$ ঘ $\lambda_C = \frac{\lambda_B}{0.75} = \frac{\lambda_M}{0.707}$
উত্তর: ঘ $\lambda_C = \frac{\lambda_B}{0.75} = \frac{\lambda_M}{0.707}$

ব্যাখ্যা: $\frac{\lambda_C}{\lambda_B} = \frac{1}{n\pi\sigma^2} \div \frac{3}{4n\pi^2} = \frac{4}{3} = \frac{1}{0.75}$

$\frac{\lambda_C}{\lambda_M} = \frac{1}{n\pi\sigma^2} \div \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\sigma^2 n} = \sqrt{2} = \frac{1}{0.707}$

$\therefore \lambda_C : \lambda_B : \lambda_M = 1 : 0.75 : 0.707$

৮২। কোন গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথ 2.2×10^{-8} m এবং ব্যাস 2×10^{-10} m হলে প্রতি ঘনসেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা কত?
ক 2.55×10^{26} খ 2.55×10^{24}
গ 2.55×10^{20} ঘ 1.81×10^{26}
উত্তর: গ 2.55×10^{20}

ব্যাখ্যা: $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi n\sigma^2}$

$\Rightarrow 2.2 \times 10^{-8} = \frac{1}{\sqrt{2} \times \pi \times n \times (2 \times 10^{-10})^2}$

$\therefore n = 2.55 \times 10^{26}\ m^{-3}$
$= 2.55 \times 10^{20}\ cm^{-3}$

গতিতত্ত্বের প্রয়োগ

৮৩। পরম শূন্য তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের গতিশক্তি– [ঢা. বো. ২৪]
ক শূণ্য খ সর্বনিম্ন
গ সর্বোচ্চ ঘ অসীম
উত্তর: ক শূণ্য

ব্যাখ্যা: – 273°C বা 0 K তাপমাত্রাকে সর্বনিম্ন তাপমাত্রা বা পরমশূন্য তাপমাত্রা বলা হয়। এই তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়। ফলে এই তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য।

৮৪। 6 স্বাধীনতা মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি হবে– [কু. বো. ২২]
ক $\frac{1}{2}$ kT খ kT
গ 3 kT ঘ 6 kT
উত্তর: গ 3 kT

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, কোনো অণুর রৈখিক গতির স্বাধীনতার মাত্রা প্রতি গড় গতিশক্তি হলো $\frac{1}{2}$ kT.

$\therefore$ 6 স্বাধীনতার মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি,

$E_k = f \times \frac{1}{2}kT$
$= \frac{6}{2}kT$
$= 3\ kT.$

৮৫। দ্বিপরমাণুক গ্যাসের গতিশক্তির পরিমাণ কত? [ম. বো. ২২]
ক $\frac{1}{2}$ kT খ $\frac{3}{2}$ kT
গ $\frac{7}{2}$ kT ঘ $\frac{5}{2}$ kT
উত্তর: ঘ $\frac{5}{2}$ kT

ব্যাখ্যা: দ্বিপরমাণুক গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা হলো 5

$\therefore$ গতিশক্তি, $E_k = f \times \frac{1}{2}kT$
$= 5 \times \frac{1}{2}kT$
$= \frac{5}{2}kT$

৮৬। T তাপমাত্রার আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর গড় গতিশক্তি– [চ. বো. ২২]
ক $\frac{3}{2}$ RT খ $\frac{3}{2}$ kT
গ $\frac{1}{3}$ RT ঘ $\frac{1}{3}$ kT
উত্তর: খ $\frac{3}{2}$ kT

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, এক পরমাণুক গ্যাসের একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা 3।
T তাপমাত্রার আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর (ধরি, এক পরমাণুক, কিছু উল্লেখ না থাকলে) গড় গতিশক্তি,

$E_k = f \times \frac{1}{2}kT$
$= \frac{3}{2}kT$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৮৭। 27°C তাপমাত্রায় 4 gm অক্সিজেনের গতিশক্তি কত?
[সি. বো. ২৪; অনুরূপ ব. বো. ২২; সম্মিলিত বো. ১৮; ঢা. বো. ২১; কু. বো. ২১; চ. বো. ১৯; ম. বো. ২৩; সি. বো. ১৭]

ক 116.86 J খ 207.75 J
গ 467.44 J ঘ 14958 J

উত্তর: গ 467.44 J

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে, তাপমাত্রা, T = (273 + 27) = 300 K
ভর, m = 4 g
অক্সিজেনের আণবিক ভর, M = 32 g/ mol
আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} \times \frac{4}{32} \times 8.31 \times 300 = 467.44 \text{ J}$$

৮৮। 27°C তাপমাত্রায় একটি হিলিয়াম অণুর গতিশক্তি কত হবে? $(k = 1.38 \times 10^{-23} JK^{-1})$ [ম. বো. ২৪]

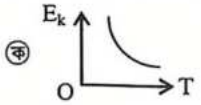
ক 5.5×10^{-22} J খ 1.11×10^{-21} J
গ 6.21×10^{-21} J ঘ 1.24×10^{-23} J

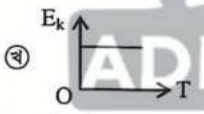
উত্তর: গ 6.21×10^{-21} J

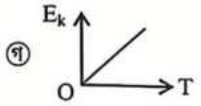
ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $E = \frac{3}{2} kT$ [যেহেতু হিলিয়াম গ্যাস এক পরমাণুক]

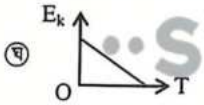
$$= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times (273 + 27)$$
$$= 6.21 \times 10^{-21} \text{ J}$$

৮৯। কোন আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুর গতিশক্তি E_k বনাম পরম তাপমাত্রা T এর জন্য প্রযোজ্য লেখচিত্র কোনটি? [কু. বো. ২৪; ম. বো. ২২]

ক 

খ 

গ 

ঘ 

উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: আদর্শ গ্যাসের T তাপমাত্রায় গতিশক্তি E_k হলে,

$E_k = \frac{3}{2} RT$ [যখন মোলসংখ্যা, n = 1]

E_k = ধ্রুবক × T, যা মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

৯০। কোনো গ্যাসের চাপ তার একক আয়তনে অণুগুলোর গতিশক্তির কত অংশ? [ব. বো. ২৪]

ক $\frac{2}{3}$ খ $\frac{3}{2}$
গ $\frac{4}{3}$ ঘ $\frac{5}{3}$

উত্তর: ক $\frac{2}{3}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{3}{2} nRT$$
$$E_k = \frac{3}{2} \times PV \quad [\because PV = nRT]$$
$$\therefore P = \frac{2}{3} \times E \quad [\text{যেখানে } V = 1 \text{ একক}]$$

৯১। কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 27°C হতে 227°C তাপমাত্রায় উন্নীত করলে গড় গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়– [ব. বো. ২৪]

ক 66.67% খ 100%
গ 150% ঘ 200%

উত্তর: ক 66.67%

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, $E \propto T$

$$\Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{(273 + 227)}{(273 + 27)} = \frac{500}{300} = \frac{5}{3}$$
$$\Rightarrow E_2 = \frac{5}{3} \times E_1$$
$$\therefore E_2 = 1.66\, E_1$$
$$\therefore \Delta E = \frac{E_2 - E_1}{E_1} \times 100\% = \frac{0.66E_1}{E_1} \times 100\% = 66.67\%$$

সমবিভাজন নীতি

৯২। একটি দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা হলো– [ঢা. বো. ২৪; রা. বো. ২২]

ক 2 খ 3
গ 4 ঘ 5

উত্তর: ঘ 5

ব্যাখ্যা: দ্বি-পরমাণুক গ্যাস (যেমন– H_2, O_2, N_2) এর প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা 5।

৯৩। হিলিয়াম গ্যাসের জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কোনটি সঠিক? [য. বো. ২৩]

ক 3 খ 5
গ 6 ঘ 7

উত্তর: ক 3

ব্যাখ্যা: হিলিয়াম গ্যাস এক পরমাণুক কারণ এটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস। আর এক পরমাণুক গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা 3।

৯৪। আদর্শ গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা– [কু. বো. ১৯]

ক 2 খ 3
গ 4 ঘ 5

উত্তর: খ 3

ব্যাখ্যা: কোনো গতিশীল সিস্টেমের অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করতে যতগুলো স্থানাঙ্কের প্রয়োজন হয় তার সংখ্যাই হচ্ছে স্বাধীনতার মাত্রা। আদর্শ গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা 3।

৯৫। CO এর জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কত? [দি. বো. ২২]

ক 3 খ 4
গ 5 ঘ 6

উত্তর: গ 5

ব্যাখ্যা: যেহেতু CO একটি দ্বি-পরমাণুক গ্যাস আর আমরা জানি দ্বি-পরমাণুক গ্যাস এর স্বাধীনতার মাত্রা 5। সুতরাং, CO এর স্বাধীনতার মাত্রা 5।

৯৬। অক্সিজেন গ্যাসের প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি কত? [চ. বো. ২১; রা. বো. ২১]

ক $\frac{1}{2} kT$ খ $\frac{3}{2} kT$
গ $\frac{5}{2} kT$ ঘ $\frac{7}{2} kT$

উত্তর: গ $\frac{5}{2} kT$

ব্যাখ্যা: অক্সিজেন যেহেতু একটি দ্বি-পরমাণুক গ্যাস। আর দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা হলো 5।
∴ অক্সিজেন গ্যাসের প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি,

$$E_k = f \times \frac{1}{2} kT = \frac{5}{2} kT$$

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

৯৭। CO_2 গ্যাসের গতিশক্তির পরিমাণ কত? [য. বো. ২৪]

ক $\frac{3}{2}kT$ খ $\frac{9}{5}kT$

গ $\frac{6}{2}kT$ ঘ $\frac{9}{2}kT$

উত্তর: সঠিক উত্তর নেই

ব্যাখ্যা: $\frac{5}{2}kT$ [CO_2 এর $f = 5$]

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, জলীয় বাষ্প, বাষ্পচাপ, শিশিরাঙ্ক

৯৮। সম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [ঢা. বো. ২১]

ক বয়েল এর সূত্র মেনে চলে

খ চার্লসের সূত্র মেনে চলে

গ বয়েল এবং চার্লসের সূত্র মানে না

ঘ একটি বদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায় না

উত্তর: গ বয়েল এবং চার্লসের সূত্র মানে না

ব্যাখ্যা: বয়েল ও চার্লসের সূত্র অসম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য তাই সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চালর্সের সূত্র মেনে চলে না। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সম্পৃক্ত বাষ্পকে অসম্পৃক্ত করা যায়।

৯৯। নির্দিষ্ট তাপমাত্রার সকল গ্যাস অণুর জন্য কোন রাশিটি ধ্রুবক? [দি. বো. ১৭]

ক ভর খ ভরবেগ

গ আয়তন ঘ গতিশক্তি

উত্তর: ঘ গতিশক্তি

ব্যাখ্যা: আমরা জানি, গতিশক্তি, $E_k = \frac{3}{2}nRT$ যা গ্যাসের আণবিক ভরের উপর নির্ভরশীল নয় বরং $E_k \propto T$। ফলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সকল গ্যাস অণুর গতিশক্তি একই।

১০০। শিশির হচ্ছে– [য. বো. ১৭]

ক পানির ফোঁটা খ তাপমাত্রা

গ তাপ ঘ আর্দ্রতা

উত্তর: ক পানির ফোঁটা

ব্যাখ্যা: যেহেতু জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমা হয়। তাই শিশির বলতে পানির ফোঁটাকে বোঝায়।

১০১। শিশিরাংক হলো কী? [সি. বো. ২৪; ব. বো. ২১]

ক শিশির খ তাপমাত্রা

গ কুয়াশা ঘ আর্দ্রতা

উত্তর: খ তাপমাত্রা

ব্যাখ্যা: একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্প যে তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত সেই তাপমাত্রাকে শিশিরাংক বলা হয়।

১০২। বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কে উপনীত হলে বাষ্পায়ন– [য. বো. ২১]

ক দ্রুত খ ধীরে ধীরে হবে

গ হবে না ঘ একই থাকবে

উত্তর: গ হবে না

ব্যাখ্যা: বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কে উপনীত হলে বায়ু আর জলীয় বাষ্প ধারণ করতে পারবে না কারণ বায়ু সম্পৃক্ত অবস্থায় থাকবে। ফলে বাষ্পায়ন সম্ভব নয়।

১০৩। বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে– [দি. বো. ২১]

ক বায়ুর ঘনত্ব কমে খ বায়ুর ঘনত্ব বাড়ে

গ জলীয় বাষ্পচাপ বাড়ে ঘ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়ে

উত্তর: খ বায়ুর ঘনত্ব বাড়ে

ব্যাখ্যা: বায়ুর উপাদানগুলোর মধ্যে জলীয় বাষ্প তুলনামূলক হালকা। ফলে বায়ুতে জলীয় বাষ্প কমে গেলে বায়ুর অন্যান্য উপাদান বেড়ে যায় ফলে ঘনত্ব বেড়ে যায়।

১০৪। নিচের বক্তব্যগুলোর মধ্যে কোনটি সঠিক? [ঢা. বো. ২২]

ক সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে

খ অসম্পৃক্ত বাষ্প শুধুমাত্র আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা হয়

গ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়

ঘ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও বায়ুর তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরস্পর সমান

উত্তর: ঘ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও বায়ুর তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরস্পর সমান

ব্যাখ্যা: যেহেতু বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্প যে তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত সে তাপমাত্রাকে শিশিরাঙ্ক বলে। তাই শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও বায়ুর তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরস্পর সমান।

১০৫। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ F অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ f হলে, এদের মধ্যে নিম্নরূপ সম্পর্ক থাকে– [চ. বো. ২৩; রা. বো. ২১; দি. বো. ১৭]

ক $F = f$ খ $F > f$

গ $F < f$ ঘ $F \leq f$

উত্তর: খ $F > f$

ব্যাখ্যা: নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ আর যদি সর্বোচ্চ বাষ্পচাপের চেয়ে কম হয় তাহলে সে চাপকে অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে। সম্পৃক্ত অবস্থায় সর্বাধিক পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে। তাই $F > f$.

১০৬। বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে– [ব. বো. ২১]

ক বাষ্পায়ন ধীর গতিতে হবে খ বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে

গ বাষ্পায়ন দ্রুত গতিতে হবে ঘ দিনটি কষ্টদায়ক হবে

উত্তর: গ বাষ্পায়ন দ্রুত গতিতে হবে

ব্যাখ্যা: বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বাতাস তুলনামূলক শুষ্ক থাকবে। ফলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম থাকবে। আর জলীয় বাষ্প কম থাকলে বাষ্পায়ন দ্রুত ঘটবে যাতে বাতাস সম্পৃক্ত হতে পারে।

১০৭। শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে থার্মোমিটার দুটির তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ কমে গেলে কোনটি বোঝায়? [ঢা. বো. ১৭; চ. বো. ১৬]

ক বাতাস শুষ্ক খ ঝড় হতে পারে

গ বাতাস আর্দ্র ঘ বৃষ্টি হতে পারে

উত্তর: খ ঝড় হতে পারে

ব্যাখ্যা: শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে থার্মোমিটার 2 টির তাপমাত্রার পার্থক্য–

i. কম হলে পূর্বভাসে আর্দ্র আবহাওয়া বলা যায়।

ii. খুব বেশি হলে আবহাওয়া শুষ্ক হওয়া বুঝায়।

iii. ধীরে ধীরে কমতে থাকলে বলা যায়, বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা রয়েছে।

iv. হঠাৎ হ্রাস পেলে পূর্বাভাসে ঝড় হতে পারে উল্লেখ করা যায়।

১০৮। যদি সিক্ত ও শুষ্ক বালব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত ও শুষ্ক বালবের তাপমাত্রার পার্থক্য কম প্রদর্শন করে তাহলে– [দি. বো. ২২; ম. বো. ২১]

ক আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হবে খ আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হবে

গ নিম্ন শিশিরাঙ্ক হবে ঘ শরীরে আরাম অনুভব হবে

উত্তর: ক আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হবে

ব্যাখ্যা: আপেক্ষিক আর্দ্রতা যত বেশি হবে শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব হাইগ্রোমিটারে শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রার পার্থক্য তত কম হবে। আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% অর্থাৎ বাতাস সম্পৃক্ত থাকলে বাল্ব 2 টির পাঠের কোন পার্থক্য থাকবে না।

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

১০৯। শুষ্ক ও আর্দ্র বালব হাইগ্রোমিটারের সাহায্যে আবহাওয়া পূর্বাভাসের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? [সি. বো. ২১]

ক থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য না থাকলে বাতাস সম্পৃক্ত আছে
খ থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য কম হলে আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে
গ থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য ধীরে ধীরে কমতে থাকলে ঝড়ের সম্ভাবনা
ঘ থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য বেশি হলে আবহাওয়া আর্দ্র থাকবে

উত্তর: ক থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য না থাকলে বাতাস সম্পৃক্ত আছে

১১০। কোনো স্থানে আর্দ্র ও শুষ্ক বালব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রার সমান হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান হবে– [ম. বো. ২২]

ক 0% খ 30%
গ 70% ঘ 100%

উত্তর: ঘ 100%

১১১। মেঘমুক্ত দিনে দুপুরের আগেই শিশির তিরোহিত হয় কেন? [ব. বো. ১৯]

ক দিনের আলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পায়
খ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায়
গ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ু অসম্পৃক্ত হয়
ঘ বাষ্পায়নের হার হ্রাস পায়

উত্তর: গ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ু অসম্পৃক্ত হয়

ব্যাখ্যা: সূর্যোদয়ের পর সময় বাড়ার সাথে সাথে বায়ু উত্তপ্ত হয়। আর আমরা জানি, তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বায়ু অসম্পৃক্ত হয়ে পড়ে। ফলে মেঘমুক্ত দিনে দুপুরের আগেই শিশির শোষিত হয়।

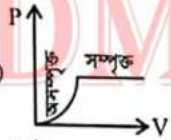
১১২। বায়ুর প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভরকে বলে– [সি. বো. ২৩; চ. বো. ২২; য. বো. ২১]

ক আর্দ্রতা খ আপেক্ষিক আর্দ্রতা
গ পরম আর্দ্রতা ঘ শিশিরাঙ্ক

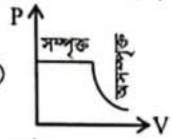
উত্তর: গ পরম আর্দ্রতা

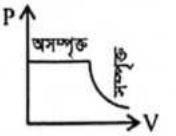
ব্যাখ্যা: কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে ওই বায়ুর পরম আর্দ্রতা বলে।

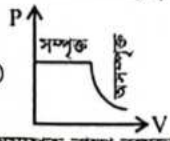
১১৩। বাষ্পের আয়তন (V) বনাম অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ (P) এর সম্পর্ক নির্দেশক সঠিক লেখচিত্র নিচের কোনটি? [দি. বো. ২৩]

ক 

খ

গ 

ঘ 

উত্তর: গ 

ব্যাখ্যা: অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েলের সূত্র মেনে চলে। আয়তন কমতে কমতে যখনই অসম্পৃক্ত বাষ্প সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত হয় তখনই চাপ স্থির হয়ে যায়।

১১৪। গ্রেইসারের উৎপাদকের সমীকরণ অনুযায়ী কোনটি সঠিক? [য. বো. ২৩]

ক $\theta_1 - \theta = \frac{1}{G}(\theta_2 - \theta_1)$ খ $\theta_1 - \theta = G(\theta_2 - \theta_1)$
গ $\theta_1 - \theta = (\theta_1 - \theta_2)G$ ঘ $\theta_1 - \theta = (\theta_2 - \theta)G$

উত্তর: গ $\theta_1 - \theta = (\theta_1 - \theta_2)G$

ব্যাখ্যা: গ্রেইসারের উৎপাদকের সমীকরণ হলো–

$\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

যেখানে, $G = \theta_1$ তাপমাত্রায় গ্রেইসারের উৎপাদক
θ_1 = শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা
θ_2 = সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা
θ = শিশিরাঙ্ক

১১৫। কোনো স্থানের সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, F এবং অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f = \frac{F}{3}$ হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত হবে? [চ. বো. ২৪]

ক $\frac{1}{3}$ খ $\frac{2}{3}$
গ $\frac{3}{4}$ ঘ $\frac{5}{6}$

উত্তর: ক $\frac{1}{3}$

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} = \frac{\frac{F}{3}}{F} = \frac{1}{3}$

১১৬। একটি স্থানে শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 10.52 mmHg এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 75%। বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? [দি. বো. ২৩; কু. বো. ২২]

ক 14.027 mm HgP খ 7.89 mm Hg
গ 0.1403 mm Hg ঘ 0.0713 mm Hg

উত্তর: ক 14.027 mm Hg

ব্যাখ্যা: $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$\Rightarrow 75\% = \frac{10.52}{F} \times 100\%$

$\therefore F = 14.027$ mm (Hg)

১১৭। কোনো স্থানের জলীয় বাষ্পচাপ সম্পর্কে বলা যায়– [রা. বো. ২১]

(i) সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প সর্বাধিক চাপ দেয়
(ii) অসম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প বয়েলের সূত্র মেনে চলে
(iii) বায়ুতে জলীয় বাষ্প কমলে বায়ুর ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ঘ i, ii ও iii

১১৮। সম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে– [দি. বো. ১৯]

(i) $\frac{\rho_1}{P_1T_1} = \frac{\rho_2}{P_2T_2}$

(ii) $\frac{\rho}{P}$ = ধ্রুবক, যখন T স্থির থাকে

(iii) এটি বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

উত্তর: ক i ও ii

ব্যাখ্যা: তাপমাত্রা ও চাপের সাথে গ্যাসের ঘনত্বের পরিবর্তন,

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ [গ্যাস সূত্রাবলীর সমন্বয়]

$\Rightarrow \frac{P_1m}{\rho_1T_1} = \frac{P_2m}{\rho_2T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{\rho_1T_1} = \frac{P_2}{\rho_2T_2} \Rightarrow \frac{\rho_1T_1}{P_1} = \frac{\rho_2T_2}{P_2}$

$\therefore \frac{\rho T}{P}$ = ধ্রুবক

এবং স্থির তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের ঘনত্ব এর চাপের সমানুপাতিক।

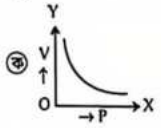
Rhombus Publications

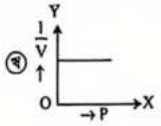
t.me/admission_stuffs

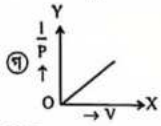
PDF Credit - Admission Stuffs

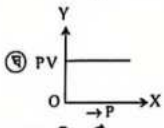
নিজেকে যাচাই করো

১। স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি সঠিক নয়?

ক 

খ 

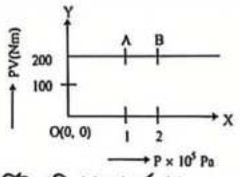
গ 

ঘ 

২। হিলিয়াম গ্যাসের জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কোনটি সঠিক?
ক 3 খ 5 গ 6 ঘ 7

৩। শিশির হচ্ছে–
ক পানির ফোঁটা খ তাপমাত্রা গ তাপ ঘ আর্দ্রতা

❖ নিম্নের উদ্দীপক অনুসারে ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



উপরের লেখচিত্রে নির্দিষ্ট পরিমাণ আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে PV বনাম P লেখচিত্র দেখানো হয়েছে।

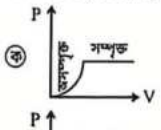
৪। লেখচিত্রটি কোন সূত্রকে সমর্থন করে?
ক বয়েলের খ চার্লসের গ চাপের ঘ কেলভিন

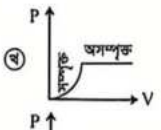
৫। A ও B বিন্দুতে গ্যাসের আয়তনের অনুপাত–
ক 1 : 1 খ 1 : 2 গ 1 : 3 ঘ 2 : 1

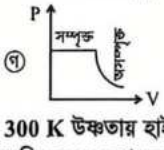
৬। বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে–
ক বায়ুর ঘনত্ব কমে খ বায়ুর ঘনত্ব বাড়ে
গ জলীয় বাষ্পচাপ বাড়ে ঘ আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়ে

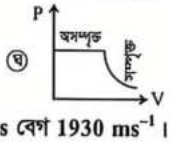
৭। গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়–
(i) তাপমাত্রার সাথে গ্যাসের গতিশক্তির সম্পর্ক
(ii) তাপমাত্রার সাথে চাপের সম্পর্ক
(iii) তাপমাত্রার সাথে আয়তনের সম্পর্ক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৮। বাষ্পের আয়তন (V) বনাম অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ (P) এর সম্পর্ক নির্দেশক সঠিক লেখচিত্র নিচের কোনটি?

ক 

খ 

গ 

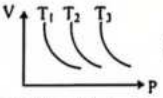
ঘ 

৯। 300 K উষ্ণতায় হাইড্রোজেনের rms বেগ 1930 ms^{-1}। 1600 K উষ্ণতায় অক্সিজেনের বেগ হবে–
ক 1114.3 ms^{-1} খ 965 ms^{-1} গ 1930 ms^{-1} ঘ 3860 ms^{-1}

১০। গড় মুক্তপথ ও গ্যাসের ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক–
ক সমানুপাতিক খ ব্যস্তানুপাতিক
গ বর্গের সমানুপাতিক ঘ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

১১। গ্যাসের গড় তাপমাত্রা অণুগুলোর মোট গতিশক্তির
ক সমানুপাতিক খ ব্যস্তানুপাতিক
গ বর্গের সমানুপাতিক ঘ বর্গমূলের সমানুপাতিক

১২। একটি পাত্রে P_0 চাপে একটি গ্যাস রয়েছে। যদি গ্যাসের প্রতিটি অণুর ভর অর্ধেক করা হয় এবং গতিবেগ দ্বিগুণ করা হয় তবে গ্যাসের পরিবর্তিত চাপ হবে–
ক $4P_0$ খ P_0 গ $2P_0$ ঘ $\frac{P_0}{2}$

১৩। 

কোনটি সঠিক?
ক $T_1 > T_2 > T_3$ খ $T_1 < T_2 < T_3$
গ $T_1 = T_2 = T_3$ ঘ কোনোটিই নয়

১৪। 37°C তাপমাত্রায় 0.8 m পারদ চাপে একটি গ্যাসের আয়তন 9 m^3। তাপমাত্রা 127°C ও আয়তন 3 m^3 করতে হলে কত চাপ প্রয়োগ করতে হবে?
ক 5 m খ 3.09 m গ 3.2 m ঘ 4 m

১৫। আদর্শ গ্যাসের সমচাপীয় রেখা (V বনাম T°C লেখচিত্র) কত ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রায় তাপমাত্রা অক্ষকে ছেদ করে?
ক 0° C খ – 273° C গ 273 কেলভিন ঘ 25° C

১৬। কোনো হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের পাঠ যথাক্রমে 32°C ও 28°C। 32°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের ধ্রুবকের মান 1.33 হলে শিশিরাঙ্ক কত?
ক 27.33°C খ 25.33°C গ 25.66°C ঘ 26.68°C

১৭। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 8 atm চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন 25 L হলে 12 atm চাপে আয়তন কত হবে?
ক 37.5 L খ 16.67 L গ 20.2 L ঘ 28.9 L

১৮। 32°C তাপমাত্রায় ও 1 atm চাপে কোনো আদর্শ গ্যাসের ঘনত্ব 1.26 kgm^{-3} হলে 39°C তাপমাত্রায় 3.3 atm চাপে তার ঘনত্ব কত?
ক 1.26 kgm^{-3} খ 2.032 kgm^{-3}
গ 4.065 gm^{-3} ঘ 5.67 gm^{-3}

১৯। কোনো একদিন বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা 30°C এবং শিশিরাঙ্ক 16°C। 16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ 4.8 mmHg। আপেক্ষিক আর্দ্রতা 84% হলে বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ কত?
ক 5.71 mmHg খ 2 mmHg গ 9.66 Pa ঘ 3.25 Nm^{-2}

২০। 30°C তাপমাত্রায় 4.4 g হিলিয়াম গ্যাসের মোট গতিশক্তি–
ক 6927.64 J খ 477.26 J গ 4156.58 J ঘ 629.48 J

২১। প্রতি ঘনসেন্টিমিটারে অণুর সংখ্যা নির্ণয় কর, যদি কোন একটি গ্যাসের অণুগুলোর গড় মুক্ত পথ 2.4×10^{-6} cm এবং আণবিক ব্যাস 2×10^{-8} cm এর সমান হয়।
ক 2.344×10^{20} cm^{-3} খ 2.4×10^{22} cm^{-3}
গ 2.34×10^{20} cm^{-3} ঘ 3.044×10^{20} cm^{-3}

২২। গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে–
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে অণুর বেগ বৃদ্ধি পায়
(ii) অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় অণুগুলোর আয়তন উপক্ষেণীয়
(iii) দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অণুগুলো সমবেগে সরলরেখায় চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

২৩। কোন অবস্থায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাস হিসেবে আচরণ করবে?
ক নিম্ন চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা খ উচ্চ চাপ ও নিম্ন তাপমাত্রা
গ নিম্ন চাপ ও নিম্ন তাপমাত্রা ঘ উচ্চ চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা

২৪। দুই মোল আদর্শ গ্যাসের একক আয়তনের গড় গতিশক্তি ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক হল–
ক $P = \frac{2}{3}E$ খ $P = \frac{3}{2}E$ গ $P = \frac{2}{3}E^2$ ঘ $P = \frac{1}{3}E^2$

২৫। একক চাপে কোনো গ্যাসের এক মোলের আয়তন ও গ্যাসটির পরম তাপমাত্রার অনুপাত নিচের কোনটি নির্দেশ করে?
ক আণবিক ভর খ সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক
গ ঘনত্ব ঘ কোনোটিই নয়

উত্তরপত্র	১	খ	২	ক	৩	ক	৪	ক	৫	ঘ	৬	খ	৭	ঘ	৮	গ	৯	ক	১০	খ	১১	গ	১২	ক
১৩	খ	১৪	খ	১৫	খ	১৬	গ	১৭	খ	১৮	গ	১৯	ক	২০	গ	২১	ক	২২	ক	২৩	ক	২৪	ক	২৫	খ

t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

ACS এর শিক্ষার্থীদের

অভাবনীয় সাফল্য

BUET
২০২২ সালে ৭৭২ জন
২০২৩ সালে ৮৮৫ জন

CKRUET
২০২২ সালে ১৮৭৩ জন
২০২৩ সালে ২৫৩৩ জন

IUT, MIST
২০২২ সালে ৮২০ জন
২০২৩ সালে ৮৮৭ জন

Dhaka University
২০২২ সালে ১৬৩১ জন
২০২৩ সালে ১৭৫৩ জন

GST
গুচ্ছ ভর্তি পরীক্ষা
২০২২ সালে ৩১২০ জন
২০২৩ সালে ৩৯১৮ জন

JU (A & D)
২০২২ সালে ৪৬৫ জন
২০২৩ সালে ৫৮৬ জন

MEDICAL
২০২২ সালে ৬০১ জন
২০২৩ সালে ১৩৭৩ জন

DENTAL
২০২২ সালে ২৬৭ জন
২০২৩ সালে ২৮৬ জন

BUTEX
২০২২ সালে ৪৭১ জন
২০২৩ সালে ৫৯৩ জন

Rajshahi University
২০২২ সালে ১১২০ জন
২০২৩ সালে ১১৫৮ জন

Chattogram University
২০২২ সালে ৪২২ জন
২০২৩ সালে ৫২৩ জন

ADMISSION STUFFS
t.me/admission_stuffs

PDF Credit - Admission Stuffs

পদার্থবিজ্ঞান

Experience The Best Approach

১ম পত্র

এইচএসসি পরীক্ষার পূর্ণাঙ্গ চূড়ান্ত জন্য আমাদের বইসমূহ

ACS | RHOMBUS PUBLICATIONS

SCAN to Discover our website

t.me/admission_stuffs