পদার্থবিজ্ঞান

অধ্যায়ভিত্তিক প্রশ্ন বিশ্লেষণ

গুরুত্ব বুঝে অধ্যয়ন, নিত্য সবার প্রয়োজন

পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র		DU-7 College					
		2023-24	2022-23	2021-22	2020-21	2019-20	2018-19
01	ভৌতজগত ও পরিমাপ	1	1	-	1	1	-
02	ভেক্টর	3	1	3	2	1	3
03	গতিবিদ্যা	-	1	-	1	1	1
04	নিউটনিয়ান বলবিদ্যা	3	-	2	1	3	1
05	কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা	1	-	3	1	3	1
06	মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ	-	3	-	-	-	1
07	পদার্থের গাঠনিক ধর্ম	-	1	-	1	-	2
08	পর্যাবৃত্তিক গতি	5	2	4	1	1	1
09	তরঙ্গ	-	1	-	3	1	2
10	আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব	-	2	3	2	1	-
	প্রথম পত্র থেকে মোট প্রশ্ন	13	12	15	13	12	12

পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র		DU-7 College					
		2023-24	2022-23	2021-22	2020-21	2019-20	2018-19
01	তাপ গতিবিদ্যা	1	-	1	1	-	4
02	স্থির তড়িৎ	1	5	-	2	1	-
03	চল তড়িৎ	-	1	2	2	1	1
04	তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব	-	-	-	-	1	-
05	তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ	-	-	-	-	1	2
06	জ্যামিতিক আলোক বিজ্ঞান	-	-	-	2	4	1
07	ভৌত আলোক বিজ্ঞান	1	1	3	1	-	1
08	আধুনিক পদার্থ বিজ্ঞানের সূচনা	3	-	2	1	1	-
09	পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থ বিজ্ঞান	3	2	-	2	3	4
10	সেমিকন্ডাকটর ও ইলেকট্রনিক্স	3	4	2	-	2	-
11	জ্যোতির্বিজ্ঞান	-	-	-	1	-	-
	দ্বিতীয় পত্র থেকে মোট প্রশ্ন	12	13	10	12	13	13
	প্রথম ও দ্বিতীয় থেকে মোট প্রশ্ন	25	25	25	25	25	25

টপিকের সাথে প্রশ্ন বিশ্লেষণ

+

প্যারালাল তথ্য = ৯৫% কমন

CamScanner

অধ্যায় ০১

ভৌত জগৎ ও পরিমাপ

PHYSICAL WORLD AND MEASUREMENT

প্রথম পত্র

কি, কেন পড়ব? SURVEY TABLE কতটুকু পড়ব?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	ভার্ণিয়ার ধ্রুবক ও লঘিষ্ঠ গণন নির্ণয় সংক্রান্ত	★★
02	ত্রুটি সংক্রান্ত	★★★
03	পরিমাপের সূত্রাবলী সংক্রান্ত	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

➤ **ভৌতজগৎ:** পদার্থ ও শক্তি নিয়ে গঠিত প্রাণের অস্তিত্বহীন জগৎকে ভৌতজগৎ বলে।

➤ ভৌতজগৎ মূলত চারটি উপাদানের সমন্বয়ে গঠিত- ক. স্থান, খ. কাল, গ. ভর, ঘ. শক্তি।

পদার্থের ধর্ম:

সাধারণ ধর্ম	ওজন, বিস্তৃতি, রোধ, স্থিতিস্থাপকতা
বিশেষ ধর্ম	কঠিন পদার্থের → স্থিতিস্থাপকতা, দৃঢ়তা, ভঙ্গুরতা তরল পদার্থের → পৃষ্ঠটান বা তলটান তরল ও বায়বীয় পদার্থের → সান্দ্রতা

Name	Symbol	Value with unit
অশ্ব ক্ষমতা	H.P	$1hp = 746W = 550ft\text{-}lbs^{-1}$
সূর্যের ভর	M_s	$2 \times 10^{30}kg$
ইস্পাতের ইয়ং গুণাংক	Y_s	$2 \times 10^{11}Nm^{-2}$
বোল্টজম্যান ধ্রুবক	k	$1.38 \times 10^{-23}JK^{-1}$
অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা	N_A	$6.023 \times 10^{23}mol^{-1}$
ইলেক্ট্রন ভোল্ট	eV	$1.6\times10^{-19}J$
এক পারমাণবিক ভর	amu	$1.66\times10^{-27}kg$
ফ্যারাডে ধ্রুবক	F	96500C
রিডবার্গ ধ্রুবক	R_h	$1.097 \times 10^{7}m^{-1}$
হাবল ধ্রুবকের যুক্তিসঙ্গত মান	H	$17kms^{-1}$ per million light year
মেগা পারসেক	MPC	$3.084 \times 10^{19}km$
1 Astronomical Unit	AU	$1.495 \times 10^{8}km$
1 X-ray Unit	X.U	$10^{-13}m$
ইলেক্ট্রনের চার্জ	e	$1.602\times10^{-19}C$
নিশ্চল ইলেক্ট্রনের ভর	m_e	$9.1\times10^{-31}kg$
1 কিউসেক পানির ঘনফল		28.317 L

➤ **রাশি পরিমাপকের বিভিন্ন যন্ত্র:**

বিষয়	যন্ত্রের নাম
বায়ুর চাপ পরিমাপক যন্ত্র	ব্যারোমিটার
উষ্ণতা বা তাপমাত্রা পরিমাপক যন্ত্র	থার্মোমিটার
বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ পরিমাপক যন্ত্র	হাইগ্রোমিটার
নিউক্লিয়াসের শক্তি কাজে লাগানোর যন্ত্র	রিয়্যাক্টর
ভূমিকম্প মাপার যন্ত্র	সিসমোগ্রাফ
গ্যাসের চাপ নির্ণয়কারী যন্ত্র	ম্যানোমিটার

➤ **ভৌত রাশি ও একক:**

রাশির সংজ্ঞা	ভৌত জগতে যা কিছু পরিমাপ করা যায় তাকে আমরা রাশি বলি
প্রকারভেদ	(i) মৌলিক রাশি; (ii) যৌগিক/লব্ধ রাশি
উদাহরণ	মৌলিক রাশি: দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, তাপমাত্রা, কোণ, বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, দীপন মাত্রা, পদার্থের পরিমাণ ইত্যাদি; মৌলিক রাশি মনে রাখার সহজ কৌশল: সততা ভোরের দীপ দিবালোকে স → সময়; ত → তড়িৎ প্রবাহ; তা → তাপমাত্রা; ভোরের → ভর; দী → দীপন তীব্রতা; প → পদার্থের পরিমাণ; দিবালোক → দৈর্ঘ্য

➤ **বিভিন্ন ভৌত রাশির সংকেত, একক ও মাত্রা:**

নাম	এস.আই এককে (বাংলা নাম)	একক	মাত্রা
বেগ, দ্রুতি	মিটার/সেকেন্ড	ms^{-1}	LT^{-1}
ত্বরণ	মিটার/সেকেন্ড^2	ms^{-2}	LT^{-2}
ভরবেগ	কিলোগ্রাম-মিটার/সেকেন্ড	$kgms^{-1}$	MLT^{-1}
বল	নিউটন	$kgms^{-2}$	MLT^{-2}
কাজ, শক্তি	জুল (J)	N.m	ML^2T^{-2}
ক্ষমতা	ওয়াট (W)	$J.s^{-1}$	ML^2T^{-3}
ঘনত্ব	কিলোগ্রাম/মিটার^3	kgm^{-3}	ML^{-3}
চাপ	প্যাসকেল (Pa)	Nm^{-2}	$ML^{-1}T^{-2}$
তাপ	জুল (J)	N.m	ML^2T^{-2}
তাপ ধারণ ক্ষমতা	জুল/কেলভিন	$J.K^{-1}$	$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$
আপেক্ষিক তাপ	জুল/কিলোগ্রাম কেলভিন	$J.kg^{-1}K^{-1}$	$L^2T^{-2}\theta^{-1}$
আলোক ফ্লাক্স	লুমেন	cd.sr	J
তড়িৎ তীব্রতা	নিউটন/কুলম্ব	$N.C^{-1}$	$MLT^{-3}I^{-1}$
তড়িৎ বিভব	ভোল্ট	$J.C^{-1}$	$ML^2T^{-3}I^{-1}$
রোধ	ওহম (Ω)	$V.A^{-1}$	$ML^2T^{-3}I^{-2}$
আপেক্ষিক রোধ	ও'ম- মিটার	$\Omega - m$	$ML^3T^{-3}I^{-2}$
পরিবাহীতা	সিমেন্স	$V.A^{-1}$	$M^{-1}L^{-2}T^3I^2$
পরিবাহকত্ব	প্রতি ও'ম- প্রতি মিটার	$\Omega^{-1} - m^{-1}$	$M^{-1}L^{-3}T^3I^2$
দীপন ক্ষমতা	লাক্স	$lm.m^{-2}$	JL^{-2}
তাপ পরিবাহকত্ব	ওয়াট/মিটার-কেলভিন	$Wm^{-1}K^{-1}$	$MLT^{-3}\theta^{-1}$
দীপন তীব্রতা	ক্যান্ডেলা	cd	J

➤ **যাদের মাত্রা সমীকরণ একই [ML^2T^{-2}]: বলাইয়ের ভাই টাকা দেয় শক্তি কাকাকে:**

বলাইয়ের ভাই → বলের ভ্রামক; টাকা → টর্ক; দেয় → দ্বন্দ্বের ভ্রামক; শক্তি → শক্তি; কাকাকে → কাজ

➤ **দৈর্ঘ্যের ক্ষুদ্র একক**

1 এ্যাংস্ট্রম (Å) = 10^{-8} সেমি. = 10^{-10} মিটার

1 আলোকবর্ষ (ly) = এক বছরে আলোকের অতিক্রান্ত দূরত্ব = 9.42×10^{15} মিটার = 5.865×10^{12} মাইল = $9.42 \times 10^{12}km$

1 পারসেক (pc) = 3.083×10^{13} কিলোমিটার

1 একক পারমাণবিক ভর (a.m.u) = 1.66×10^{-27} কিলোগ্রাম

1 গ্যালন = $4.54 \times 10^{-3}m^3$

➤ **দশের সূচক:**

ডেসি 10^{-1} সেন্টি 10^{-2} মিলি 10^{-3} মাইক্রো 10^{-6}

ন্যানো 10^{-9} পিকো 10^{-12} ফেমটো 10^{-15} অ্যাটো 10^{-18}

➤ **সূত্র:** সূত্র হলো সত্য ঘটনার পর্যবেক্ষণমূলক এবং পরীক্ষিত বিবৃতি।

➤ **পরিমাপে পাঁচ ধরনের ত্রুটি বিদ্যমান।**

(i) যান্ত্রিক ত্রুটি
(ii) পর্যবেক্ষণমূলক/ব্যক্তিগত ত্রুটি
(iii) এলোমেলো/অনিয়মিত ত্রুটি
(iv) পুনরাবৃত্তিক/নিয়মিত ত্রুটি
(v) লঘিষ্ঠ গণন ত্রুটি।

CamScanner

➤ **পরিমাপের ত্রুটি সমূহ: পুনরায় যন্ত্রটি পর্যবেক্ষণে এলো।**

পুনরায়	যন্ত্রটি	পর্যবেক্ষণে	এলো
পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি	যান্ত্রিক ত্রুটি	পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি	এলোমেলো ত্রুটি

➤ **যান্ত্রিক ত্রুটি বিভিন্ন ধরনের হতে পারে:**

ত্রুটি	উদাহরণ
শূন্য ত্রুটি	স্লাইড ক্যালিপার্স, ভার্নিয়ার স্কেল, স্ক্রু গজ ফেরোমিটারে এ ত্রুটি দেখা যায়।
পিছট/ব্যাকলাশ ত্রুটি	একই দিকে ঘুরিয়ে ঘুরিয়ে পাঠ নিলে এ ত্রুটি দূর হয়। উদাহরণ: নাট, স্ক্রু ইত্যাদি।
লেভেল/অনুভূমিক ত্রুটি	চৌম্বকমান ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার, অণুবীক্ষণ এবং দূরবীক্ষণ যন্ত্র ইত্যাদি ক্ষেত্রে এ ত্রুটি দেখা যায়।

*** **পর্যবেক্ষণজনিত ত্রুটি মনে রাখার কৌশল: লম্বা ব্যক্তিদের পরিবেশ পর্যবেক্ষণ ক্ষমতা সুন্দর**

লম্বা	ব্যক্তিদের	পরিবেশ	পর্যবেক্ষণ	ক্ষমতা সুন্দর
↓	↓	↓	↓	↓
লম্বন ত্রুটি	ব্যক্তিগত ত্রুটি	পরিবেশগত ত্রুটি	প্রান্ত-দাগ ত্রুটি	সূচক ত্রুটি

➤ **এলোমেলো ত্রুটি:** এ ত্রুটি পরিবর্তনশীল। বেশী বেশী পাঠ নিয়ে তা গড় করে এ ত্রুটি পরিহার করা যায়।

➤ **পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি:** পরীক্ষণের কাজ ও যন্ত্রপাতির ত্রুটির কারণে এ ত্রুটি হয়। মিটার ব্রিজের প্রান্তিক ত্রুটি, পোটেনশিওমিটারের প্রান্তিক ত্রুটি, স্ক্রুগজের শূন্য ত্রুটি এই ত্রুটির উদাহরণ, এ ত্রুটি পরিহারের জন্য বিভিন্ন অবস্থায় পরীক্ষণটি বারবার করতে হবে।

➤ **লঘিষ্ঠ গণন ত্রুটি:** নিয়মিত এবং অনিয়মিত উভয়ক্ষেত্রে এ ত্রুটি দেখা যায়।

কিছু স্কেলের লঘিষ্ঠ গণন: (A) মিটার স্কেল→0.1cm; (B) স্লাইড ক্যালিপার্স → 0.01cm; (C) স্ক্রু-গজ বা স্ফেরোমিটার → 0.001cm

এ ছাড়াও পরম ত্রুটি, মোট ত্রুটি, আপেক্ষিক ত্রুটি, শতকরা ত্রুটি, আনুপাতিক ত্রুটিও দেখা যায়

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র ভার্নিয়ার ধ্রুবক: ভার্নিয়ার ধ্রুবক (V.C)

$$= \frac{s}{n} = \frac{\text{মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের ক্ষুদ্রতম দৈর্ঘ্য 1(mm)}}{\text{ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগসংখ্যা}};$$

সূত্র লঘিষ্ঠ গণন (L.C)

$$= \frac{\text{পীচ (বৃত্তাকার স্কেলের একবার ঘূর্ণনে রৈখিক সরণ)}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$$

সূত্র পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল $= 4\pi r^2$

পাইপের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2 = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}\pi d^2$

সূত্র গোলকের আয়তন, $V = \frac{4}{3}\pi r^3$; সিলিন্ডারের আয়তন, $V = \pi r^2 l$

সূত্র
- ☞ আপেক্ষিক ত্রুটি $= \frac{e}{x}$
- ☞ শতকরা ত্রুটি $= \frac{e}{x} \times 100\%$;
- ☞ আনুপাতিক ত্রুটি $= \frac{\text{প্রকৃত মান} - \text{প্রাপ্ত মান}}{\text{প্রকৃতমান}} \times 100\%$
- ☞ পরম ত্রুটি = প্রকৃতমান – প্রাপ্ত মান।

ASPECT SUPER TRICKS:
- ☞ % আয়তন ত্রুটি = 3 × % দৈর্ঘ্য ত্রুটি
- ☞ % ক্ষেত্রফল ত্রুটি = 2 × % দৈর্ঘ্য ত্রুটি
- ☞ % পরিধি ত্রুটি = % দৈর্ঘ্য ত্রুটি

Note: দৈর্ঘ্য ত্রুটির পরিবর্তে ব্যাস বা ব্যাসার্ধ ত্রুটি থাকলেও একই সূত্র প্রযোজ্য হবে।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 1mm পিচ বিশিষ্ট একটি স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা 50। স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ গণন কত?

Solve লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{যন্ত্রের পীচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}} = \frac{1\text{mm}}{50} = 0.02\text{mm}$

MEx 02 একটি বৃত্তাকার চাকতির পরিমাপ্য ব্যাসার্ধ R = 5.0 ± 0.1 হলে ক্ষেত্রফলের শতকরা ত্রুটি কত?

Solve ক্ষেত্রফলের শতকরা ত্রুটি $= 2 \times \frac{0.1}{5} \times 100\% = 4\%$

MEx 03 10m দৈর্ঘ্য পরিমাপে ত্রুটির পরিমাপ 10cm হলে ত্রুটির হার কত?

Solve $10\text{cm} = 0.1\text{m}$

$\therefore$ ত্রুটির হার $= \frac{\text{ত্রুটির পরিমাণ}}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\% = \frac{0.1\%}{10} \times 100\% = 1\%$

MEx 04 একটি সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য $\frac{7}{22}$ মিটার। যদি উহার আয়তন $4m^3$ হয় তাহলে উহার ব্যাস কত হবে?

Solve সিলিন্ডারের আয়তন, $\pi r^2 l$ $\therefore \pi r^2 l = 4 \Rightarrow \frac{22}{7} . r^2 \frac{7}{22} = 4 \Rightarrow r^2 = 4$

$\therefore r = 2$ $\therefore$ ব্যাস, $d = 2r = 2 \times 2 = 4m$

MEx 05 একটি ভার্নিয়ার ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার স্কেলে 50টি ভাগ আছে, যা প্রধান স্কেলের 49 ভাগের সাথে মিলে যায়। ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত? [প্রতি cm এ প্রধান স্কেলে 20টি ভাগ]

Solve $VC = \frac{\frac{1}{20}}{50}\text{cm} = 10^{-3}\text{cm} = 10^{-3} \times 10^4 \mu\text{m} = 10\mu\text{m}$

MEx 06 10m দৈর্ঘ্য পরিমাপে ত্রুটির পরিমাপ 10cm হলে ত্রুটির হার কত?

Solve $10\text{cm} = 0.1\text{m}$

$\therefore$ ত্রুটির হার $= \frac{\text{ত্রুটির পরিমাণ}}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\% = \frac{0.1\%}{10} \times 100\% = 1\%$

একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

- ◎ 1 গ্যালন = 4.54×10^{-3} m^3, 1 মেট্রিক টন = 1000kg. 1 মাইল = 1.61 কি.মি.। পারসেক > আলোকবর্ষ > মেগামিটার > এ্যাংস্ট্রম। স্ক্রু পীচকে চক্রকার স্কেলের ঘরসংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে লঘিষ্ঠ ধ্রুবক পাওয়া যায়।
- ◎ আইনস্টাইন নোবেল পুরস্কার পান ফটোতড়িৎ ক্রিয়ার জন্য। তিনি ব্রাউনীয় গতি এবং আপেক্ষিক তত্ত্বের স্রষ্টা। প্রতিফলক টেলিস্কোপ নির্মাণ করেন নিউটন। স্থান, কাল, ভর ও শক্তি হলো ভৌত জগতের উপাদান।
- ◎ ফ্যারাডে তড়িৎ বিশ্লেষণের সূত্র এবং জেনারেটর আবিষ্কার করেন। 1704 সালে অপটিক্স নামে যে বইটি প্রকাশিত হয় তার লেখক ছিলেন নিউটন। তিনি ছিলেন ব্রিটেনের বিজ্ঞানী। সূর্যকেন্দ্রিক সৌরজগতের ধারণা দেন কোপারনিকাস। মৌলিক একক হলো- মিটার, কেলভিন, সেকেন্ড, অ্যাম্পিয়ার, ক্যান্ডেলা, মোল। তড়িৎ বিভব মৌলিক একক নয়।
- ◎ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে যন্ত্রের স্ক্রু-পীচ এবং লঘিষ্ঠ গণন নির্ণয় করতে হয়।
- ◎ রাশির মান = সংখ্যা × একক। এটিই হলো পরিমাপের মূলনীতি। আলোকবর্ষ হলো দূরত্বের একক।
- ◎ বিজ্ঞানী নিউটন মহাকর্ষ সূত্র, ক্যালকুলাস, বলবিদ্যা, লেন্সের সূত্র এবং প্রতিফলক টেলিস্কোপ আবিষ্কার করেন। ফ্যারাডে আবিষ্কার করেন তড়িৎ চৌম্বক আবেশের সূত্র।
- ◎ ফলাফলে অনিশ্চয়তাকে পরিমাপের ত্রুটি বলে। স্ফেরোমিটারে পিছট (ডানে) ত্রুটি ঘটে।
- ◎ বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের অনুভূমিক দাগের উপরে থাকলে ঋণাত্মক ত্রুটি হয়। আর নিচে থাকলে ধনাত্মক ত্রুটি হয়।
- ◎ নাট-স্ক্রু নীতিভিত্তিক যন্ত্রে পিছট ত্রুটি দেখা যায়। স্ক্রু ক্ষয় হয়ে ঢিলা হয়ে গেলে এবং বিক্ষেপ চৌম্বক মাপক যন্ত্রে এই ত্রুটি ঘটে। গোলীয় তলে বক্রতার ব্যাসার্ধের সমীকরণ হলো $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$

CamScanner

◉ নিক্তি অনুভূমিক না থাকরে লেভেল ত্রুটি হয়। নিক্তির সাহায্যে ভর পরিমাপের ত্রুটি হলো লেভেল ত্রুটি।

◉ পুনরাবৃত্তি বা নিয়মিত ত্রুটি: মিটার ব্রীজের প্রান্তিক ত্রুটি, পটেনশিওমিটারের প্রান্তিক ত্রুটি এবং স্ক্রু-গজের শূন্য ত্রুটি এই ত্রুটির অন্তর্ভুক্ত।

◉ লম্বন ত্রুটি হলো পর্যবেক্ষণ ত্রুটি। পর্যবেক্ষণের জন্য পাঠে যে ত্রুটি আসে তা ব্যক্তিগত ত্রুটি।

◉ পিছট ত্রুটি যান্ত্রিক এলোমেলো ত্রুটি। 'g' নির্ণয়ে থামা ঘড়ির সাহায্যে T নির্ণয় ও স্কেলের সাহায্যে l নির্ণয়ে এই ত্রুটি দেখা যায়। কোনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা তাকে অনুকল্প বলে।

◉ দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে কোনো লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের আপাত পরিবর্তনের জন্য যে ত্রুটি তাকে লম্বন ত্রুটি বলে। স্লাইড ক্যালিপার্সের ক্ষেত্র $L = M + V \times V_c$

◉ আলোক বেঞ্চে সূচক ত্রুটি দেখা যায়। তড়িৎ বিভব মৌলিক রাশি নয় পদার্থ পরিমাপের এসআই একক কিলোগ্রাম।

◉ তাপমাত্রা, আর্দ্রতা, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা নির্ণয়ে পরিবেশগত ত্রুটি দেখা যায়। ঘরের দৈর্ঘ্য পরিমাপে যে ত্রুটি তাকে এলোমেলো ত্রুটি বলে। পরিমাপে যন্ত্রের ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় প্রকার ত্রুটি হয় যন্ত্রের কারণে।

◉ পরীক্ষণের কার্যধারা ও যন্ত্রপাতির ত্রুটিজনিত যে ত্রুটি তাকে পুনরাবৃত্তিক বা ব্যবস্থাগত ত্রুটি বলে।

◉ কোনো কিছু সম্পর্কে সঠিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতাকে ধারণা বলে। সাধারণত কোনো নির্দিষ্ট শর্তে সব সময় কী ঘটবে তার বর্ণনাকে সূত্র বলে।

◉ N,J,W,K এর মধ্যে K হলো মৌলিক একক। স্বীকার্য তত্ত্বের ভিত্তি প্রদান করে।

◉ তাপমাত্রা, দীপন তীব্রতা, পদার্থের পরিমাণ মৌলিক রাশি কিন্তু তড়িৎ বিভব মৌলিক রাশি নয়।

◉ আলো সম্পর্কিত সর্বশেষ মতবাদ হলো কোয়ান্টাম মতবাদ। কোয়ান্টাম তত্ত্বের ধারণাকে সম্প্রসারিত করেন আলবার্ট আইনস্টাইন। "ভর ও শক্তি সমতুল" এটি আইনস্টাইনের আবিষ্কার। কোয়ান্টাম তত্ত্বের ধারণা দেন ম্যাক্স প্লাঙ্ক।

◉ তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব আবিষ্কার করেন ম্যাক্সওয়েল।

◉ বিজ্ঞানীরা তাঁদের পর্যবেক্ষিত ঘটনার কারণ সম্বন্ধে ব্যাখ্যা প্রদানের জন্য অনেক সময় পূর্বে আবিষ্কৃত প্রাকৃতিক নিয়মের সাথে সামঞ্জস্য রেখে কিছু অনুমান করেন। এই অনুমানগুলোকে বলা হয় অনুকল্প।

◉ আলোক বর্ষ দূরত্বের একক। এক আলোকে বর্ষ = 9.42×10^{12} km।

◉ পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে সূত্র বলা হয়।

◉ একটি গোলকের পরিমাপ্য ব্যসার্ধ (2.5 ± 0.2) cmহলে এর আয়তন পরিমাপ্যের ত্রুটি হবে 2.4%।

◉ প্রধান স্কেল পাঠ M, ভার্নিয়ার পাঠ V এবং ভার্নিয়ার ধ্রুবক V_C হলে দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের সূত্র হলো, $L = M + V \times V_C$।

◉ পদার্থের পরিমাপের এস.আই. একক হলো মোল।

◉ গ্রহ-নক্ষত্রের গতিপথের উপাত্ত বিশ্লেষণ করে কেপলার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন যে এদের গতিপথ বৃত্তকার নয়, উপবৃত্তাকার।

◉ পরম ত্রুটি হলো একটি রাশির প্রকৃত মান ও পরিমাপ্য মানের পার্থক্য। শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%।

◉ বিনা প্রমাণে কোনো কিছু মেনে নেওয়াকে স্বীকার্য বলে।

◉ ভৌত জগৎ মূলত চারটি উপাদানের সমন্বয়ে তৈরি; যথা- স্থান, কাল, ভর এবং শক্তি।

◉ ওজন, বিস্তৃতি, রোধ, স্থিতিস্থাপকতা ইত্যাদি পদার্থের সাধারণ ধর্ম এবং দৃঢ়তা, ভঙ্গুরতা, সান্দ্রতা, পৃষ্ঠটান ইত্যাদি পদার্থের বিশেষ ধর্ম।

◉ কোনো গাণিতিক মডেল বা সূত্র প্রতিষ্ঠার লক্ষ্যে যদি কিছু পূর্বশর্ত স্বীকার করে নেওয়া হয়, তবে ওই পূর্বশর্তসমূহকে বলা হয় স্বীকার্য।

◉ পর্যবেক্ষকের কারণে পাঠে যে ত্রুটি আসে তাকে লম্বন ত্রুটি বলে।

◉ শক্তির নিঃসরণ বা শোষন গুচ্ছ বা প্যাকেট আকারে ঘটে। ম্যাক্স প্লাঙ্ক এই ক্ষুদ্র গুচ্ছের নাম দেন কোয়ান্টা। পরবর্তীতে এই কোয়ান্টা ফোটন নামে পরিচিতি লাভ করে।

◉ কোনো যন্ত্রের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.001cm। এর অর্থ এই যে ওই যন্ত্র দ্বারা 0.001cm পর্যন্ত ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য সঠিকভাবে মাপা যায়।

PYQ — PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. কোন স্ক্রেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 50 এবং পিচ 0.50 mm, এটি দিয়ে সর্বনিম্ন কতটুকু দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 0.5 mm B. 0.1 mm
C. 0.05 mm D. 0.01 mm

(D) Explanation: লঘিষ্ঠ গণন = $\frac{\text{পীচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা}}$

$= \frac{0.5\text{mm}}{50} = 0.01\text{mm}$

02. কোনো স্ক্রেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 50 এবং পিচ 0.5 mm হলে এর লঘিষ্ট ধ্রুবক কত? [DU-7Clg: 2022-23]

A. 0.5 mm B. 0.1 mm C. 0.05 mm D. 0.01 mm

(D) Explanation: লঘিষ্ঠ ধ্রুবক = $\frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$

$= \frac{0.5\text{mm}}{50} = 0.01\text{mm}$

03. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে 1.2% ভুল হলে ঐ গোলকের আয়তন পরিমাপে শতকরা কত ভুল হবে? [DU-7Clg: 2020-21]

A. 1.2% B. 2.64% C. 3.6% D. 2.4%

(C) Explanation: ব্যাসার্ধ পরিমাপে শতকরা ভুল, $\frac{\Delta r}{r} \times 100\% = 1.2\%$

আমরা জানি, $\frac{\Delta V}{V} = 3 \times \frac{\Delta r}{r}\left[V = \frac{4}{3}\pi r^3\right] = 3 \times 1.2\% = 3.67\%$

04. নিচের কোনটি চিরায়ত বলবিদ্যায় মৌলিক রাশি নয়? [DU-7Clg. 2019-20]

A. সময় B. ভর C. দ্রুতি D. দৈর্ঘ্য

(C) Explanation: দৈর্ঘ্য, ভর ও সময় চিরায়ত বলবিদ্যার মৌলিক রাশি।

05. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে 1.5% ভুল হলে ঐ গোলকের আয়তন পরিমাপে শতকরা কত ভুল হবে? [DU-7Clg. 2017-18]

A. 1.5% B. 4.5%
C. 3.375% D. 3.0%

(B) Explanation: $\frac{\Delta v}{v} = 3 \times \frac{\Delta R}{R} = 3 \times 1.5\% = 4.5\%$

IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. নিচের কোনটি মৌলিক একক?

A. Coulomb B. Ampere C. Volt D. Ohm

(B) Explanation: বিজ্ঞান গবেষণার ক্ষেত্রে সাতটি মৌলিক একক চিহ্নিত হয়েছে। যথা-

1. দৈর্ঘ্যের একক মিটার (m) 2. সময়ের একক সেকেন্ড (s)
3. ভরের একক কিলোগ্রাম (kg) 4. তাপমাত্রার একক কেলভিন (K)
5. তড়িৎ প্রবাহের একক অ্যাম্পিয়ার (A)
6. দীপন ক্ষমতার একক ক্যান্ডেলা (Cd. এবং
7. পদার্থের পরিমাণের একক মোল (mol)।

02 . 1 watt সমান কত Lumen?

A. 550 B. 620 C. 600 D. 621 **Ans D**

03. প্রোটন কত সালে কে আবিষ্কার করেন?

A. ১৯৩২, চ্যাডউইক B. ১৯১৯ রাদারফোর্ড
C. ১৯৩২, রাদারফোর্ড D. ১৯১১, রাদারফোর্ড **Ans B**

04. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান 1mm মূল স্কেলের 99 ভাগ ভার্নিয়ার স্কেলের 100 ভাগের সমান। ভার্নিয়ার ধ্রুবকের মান কত?

A. 0.01 B. 0.001 C. 0.1 D. 0.0001

(A) Explanation: ভার্নিয়ার ধ্রুবক = $1 - \frac{99}{100} = \frac{1}{100} = 0.01$

CamScanner

PRIME TEST

01. কোনটি মৌলিক রাশি নয়?
A. তাপমাত্রা B. ভর C. দৈর্ঘ্য D. বেগ

02. আলোর কণিকা তত্ত্বের প্রবক্তা কে?
A. টমাস ইয়ং B. নিউটন C. আলবার্ট আইনস্টাইন D. ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক

03. পদার্থবিজ্ঞানে ২০১৬ সালে নোবেল পুরস্কারের অর্ধাংশ পান-
A. ডেভিড থাউসেল B. পিটার হিগস
C. তাকাআকি কাজিতা D. মাইকেল কস্টারলিৎস

04. কোনো বৃত্তের ব্যাসার্ধের সমান বৃত্ত চাপ বৃত্তের কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে-
A. 1 রেডিয়ান B. 0.5 রেডিয়ান C. 2 রেডিয়ান D. 2.5 রেডিয়ান

05. $V=4/3\ \pi r^3$ সমীকরনে r এর মান পরিমাপে যদি 2% ত্রুটি হয় তবে V নির্ণয়ের ত্রুটি কত হবে?
A. 1% B. 6% C. 5% D. 2%

06. স্ক্রু-গজ দ্বারা ন্যূনতম কত দূরত্ব মাপা যাবে?
A. 1mm B. 0.01 mm C. 0.1 mm D. যন্ত্রের ন্যূনাঙ্ক

07. একটি বৃত্তের ব্যাসার্ধ (2.5 ± 0.2)cm হলে এর ক্ষেত্রফল পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?
A. 0.08% B. 0.16%
C. 8% D. 16%

08. একটি সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য $\frac{7}{22}$ মিটার। যদি উহার আয়তন $4m^3$ হয়, তাহলে উহার ব্যাস কত হবে?
A. 1m B. 4m
C. $\frac{22}{7}$m D. 2m

09. একটি দন্ডের পরিমাপকৃত দৈর্ঘ্য 10cm এবং প্রকৃতমান 10.40 cm হলে, পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?
A. 4% B. 3.6%
C. 3.84% D. 0.4%

10. এক বছরে আলো কত দূরত্ব অতিক্রম করে?
A. 9.4×10^{12}km B. 9.7×10^{12}km
C. 9.4×10^{18}km D. 9.6×10^{12}km

OMR SHEET		
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
01. D; 02. B; 03. A; 04. A		
05	B	$\frac{\Delta V}{V}=3\times\frac{\Delta R}{R}=3\times2=6\%$
06	D	এই যন্ত্রের সাহায্যে ন্যূনতম যন্ত্রের ন্যূনাঙ্ক (0.01mm) দূরত্ব মাপা যাবে।
07	D	বৃত্তের ব্যাসার্ধ R = 2.5 পরম ত্রুটি ΔR = 0.2; ক্ষেত্রফল $A=\pi R^2$; ক্ষেত্রফলের শতকরা ত্রুটি $= 2\times\frac{0.2}{2.5}\times100\% = 16\%$ ক্ষেত্রফলে $A = \pi R^2$ এখানে R এর ঘাত 2 তাই পরম ত্রুটিকে 2 দ্বারা গুণ করা হয়েছে।
08	B	$\pi r^2h = 4$ বা, $\frac{22}{7}r.\frac{7}{22}=4$ বা, $r^2=4$ বা, $r=2$ ব্যাস $d=2r=2\times2=4m$
09	C	শতকরা ত্রুটি $=\frac{10.40-10}{10.40}\times100=3.86\%$
10	A	$S=vt=(3\times10^8)\times(365\times24\times60\times60)$ $=9.4\times10^{15}m=9.4\times10^{12}km$

অধ্যায় ০২

ভেক্টর
VECTOR

প্রথম পত্র

কি, কেন পড়ব? | SURVEY TABLE | কতটুকু পড়ব?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	লব্ধি সংক্রান্ত	★★★
02	মধ্যবর্তী কোণ সংক্রান্ত	★★★
03	ডট গুণন, ক্রস গুণন ও ক্ষেত্রফল সংক্রান্ত	★★
04	একক ভেক্টর সংক্রান্ত	★★
05	নৌকা সংক্রান্ত	★
06	বৃষ্টি সংক্রান্ত	★
07	ডাইভারজেন্স, গ্রেডিয়েন্ট, কার্ল সংক্রান্ত	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

■ **দিক রাশি:** ভবে সব প্রিওতম ভাসে টুনির তিতা প্রেমে।

ভ	বে	স	ব	প্রি	ও	ত	ম
ভরবেগ	বেগ	সরণ	বল	সকল প্রাবল্য	ওজন	ত্বরন	মন্দন

ভা	সে	টুনির	তিতা	প্রে	মে
ভ্রামক (ব্যতিক্রম: শুধু জড়তার ভ্রামক স্কেলার রাশি)	সান্দ্রতা গুনাংক	টর্ক	তড়িৎ ক্ষেত্র	পৃষ্ঠটান	মহাকর্ষীয় প্রাবল্য

■ **স্কেলার রাশি:** দ্রুতি, কাজ, ক্ষমতা, শক্তি, তাপ, চাপ, সকল বিভব, বিদ্যুৎ প্রবাহ, চার্জ, স্থিতিস্থাপক গুণাংক, জড়তার ভ্রামক।

■ **ভেক্টর যোজনের দৃষ্টান্ত:** নৌকার গতি, চলন্ত গাড়িতে পড়ন্ত বৃষ্টি, পাখির উড্ডয়ন।

■ **ভেক্টর বিভাজনের দৃষ্টান্ত:** গুণ টানা নৌকা, লন রোলার এর গতি, সাইকেলের ক্র্যাংকের ক্রিয়া, সরল দোলক।

- মূল বিন্দু সাপেক্ষে অন্য কোন বিন্দুর অবস্থান নির্ণয়ের জন্য যে ভেক্টর ব্যবহার করা হয় তাকে বলে- অবস্থান ভেক্টর।
- সামন্তরিকের দুইটি সন্নিহিত বাহু দেওয়া থাকলে ক্ষেত্রফল $= |\vec{A}\times\vec{B}|$

* সামান্তরিকের দুটি কর্ণ দেওয়া থাকলে ক্ষেত্রফল $=\frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$

* ত্রিভুজের দুটি বাহু দেওয়া থাকলে ক্ষেত্রফল $=\frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$

- টর্ক, $\vec{\tau}=\vec{r}\times\vec{F}$, কৌণিক বেগ, $\vec{v}=\vec{\omega}\times\vec{r}$, কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L}=\vec{r}\times\vec{P}$, কাজ $W=\vec{F}.\vec{S}$
- মনে রাখবে,

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

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

$\hat{i}.\hat{i}=\hat{j}.\hat{j}=\hat{k}.\hat{k}=1$

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

$\vec{A}.\vec{B}=\vec{B}.\vec{A}, \quad \vec{A}\times\vec{B}=-\vec{B}\times\vec{A}$

$\hat{A}.\hat{A}=A.A\cos0^\circ=A^2$

- When $|\vec{A}+\vec{B}|=|\vec{A}-\vec{B}|$ then $\alpha=90^\circ$
- When $\vec{A}.\vec{B}=\vec{A}\times\vec{B}$ then $\alpha=45^\circ$

CamScanner

*** $|\vec{A}.\vec{B}|^2 + |\vec{A}\times\vec{B}|^2 = A^2B^2$

- দুটি ভেক্টর এবং লব্ধি সমান হলে অর্থাৎ $P = Q = R$ হলে $\alpha = 120°$
- তিনটি ভেক্টর একই তলে হওয়ার শর্ত: $\vec{A}.(\vec{B}\times\vec{C}) = 0$

■ বিশেষ ক্ষেত্রসমূহ:

α	স্কেলার গুণফল	ভেক্টর গুণফল
0°	$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos0° = PQ$	$\vec{P}\times\vec{Q} = \hat{\eta}PQ\sin0° = \vec{0}$
90°	$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos90° = 0$	$\vec{P}\times\vec{Q} = \hat{\eta}PQ\sin90° = \vec{PQ}$
180°	$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos180° = -PQ$	$\vec{P}\times\vec{Q} = \hat{\eta}PQ\sin180° = \vec{0}$

- দুটি ভেক্টর বিপরীত দিকে ক্রিয়ারত থাকলে লব্ধির মান হবে- সর্বনিম্ন
- ভেক্টরকে স্কেলার দ্বারা গুণ করলে গুণফল ভেক্টর রাশি হয়।
- দুটি ভেক্টরের ডট গুণনে প্রাপ্ত গুণফল স্কেলার রাশি হয়।

গ্রেডিয়েন্ট	ডাইভারজেন্স	কার্ল
↓	↓	↓
নরমাল গুণন	ডট গুণন	ক্রস গুণন

- ■ ভেক্টর অপারেটরের অপর নাম ন্যাবলা।
- ■ সদৃশ (Like) ভেক্টরের জন্য- $A > B, B > A$।
- ■ কোন ভেক্টর রাশি অঘূর্ণায়মান ও সংরক্ষণশীল হবে যদি- কার্ল শূন্য হয়।
- ■ তড়িৎ প্রবাহ একটি- স্কেলার রাশি।
- ■ কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্ল-এর নতিমাত্রা শূন্য।
- ■ পাঁচটি যোগসূত্র আছে। সাধারণ সূত্র, ত্রিভুজ সূত্র, বহুভুজ সূত্র, সামন্তরিক সূত্র, উপাংশ সূত্র।
- ■ **স্কেলার রাশি:** দ্রুতি, কাজ, ক্ষমতা, শক্তি, তাপ, চাপ, সকল বিভব, বিদ্যুৎ প্রবাহ, চার্জ, স্থিতিস্থাপক গুণাংক, জড়তার ভ্রামক।
- ■ ভেক্টর রাশির যোগ বীজগণিতীয় সূত্র মেনে চলে না কিন্তু স্কেলার রাশির যোগ বীজগণিতীয় সূত্র মেনে চলে।
- ■ **ভেক্টর যোজনের দৃষ্টান্ত:** নৌকার গতি, চলন্ত গাড়িতে পড়ন্ত বৃষ্টি, পাখির উড্ডয়ন।
- ■ **ভেক্টর বিভাজনের দৃষ্টান্ত:** গুণ টানা নৌকা, লন রোলার এর গতি, সাইকেলের ক্র্যাংকের ক্রিয়া, সরল দোলক।
- ■ স্থিতি শক্তি, বৈদ্যুতিক বিভব ভেক্টর রাশির স্কেলার গুননের উদাহরন
- ■ লন রোলারকে ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজতর।
- ■ মূল বিন্দু সাপেক্ষে অন্য কোন বিন্দুর অবস্থান নির্ণয়ের জন্য যে ভেক্টর ব্যবহার করা হয় তাকে বলে- অবস্থান ভেক্টর।
- ■ দুটি ভেক্টর বিপরীত দিকে ক্রিয়ারত থাকলে লব্ধির মান হবে- সর্বনিম্ন
- ■ দুটি ভেক্টরের ডট গুণনে প্রাপ্ত গুণফল স্কেলার রাশি হয়।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

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

সূত্র $\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$; $\vec{R}$ যার সাথে কোণ করবে সেটি P এর স্থানে বসবে।

সূত্র মধ্যবর্তী কোণ $\theta = \tan^{-1}\frac{\text{ভেক্টর গুণফলের মান}}{\text{স্কেলার গুণফলের মান}}$

সূত্র মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{P}.\vec{Q}}{PQ}\right)$

সূত্র $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ হলে,

$\vec{A}$ ভেক্টরের x অক্ষের সাথে সৃষ্ট কোণ $\theta_x = \cos^{-1}\frac{A_x}{|\vec{A}|}$

$\vec{A}$ ভেক্টরের y অক্ষের সাথে সৃষ্ট কোণ $\theta_y = \cos^{-1}\frac{A_y}{|\vec{A}|}$

$\vec{A}$ ভেক্টরের z অক্ষের সাথে সৃষ্ট কোণ $\theta_z = \cos^{-1}\frac{A_z}{|\vec{A}|}$

সূত্র সোজা পারাপার:

লব্ধি $R = \sqrt{v^2 - u^2}$, $\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$

নদী পারাপারের সময় $t = \frac{d}{R} = \frac{d}{\sqrt{v^2 - u^2}}$

u = স্রোতের বেগ(ছোট মান)
v = নৌকার বেগ(বড় মান)

সূত্র আড়াআড়ি পারাপার: লব্ধি $R = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$

নদী পারাপারের সময় $t = \frac{d}{R} = \frac{d}{v\sin\alpha}$

সূত্র $\tan\theta = \frac{\text{মানুষের বেগ}}{\text{বৃষ্টির বেগ}}$

সূত্র $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ ও $\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$

ভেক্টর দুটি পরস্পর সমান্তরাল হলে, $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$

সূত্র $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটি পরস্পর লম্ব হলে, $\vec{A}.\vec{B} = 0$

সূত্র যদি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ কোন সামান্তরিক বা রম্বসের সন্নিহিত বাহু হয় তবে

সামান্তরিক বা রম্বসের ক্ষেত্রফল $= |\vec{A}\times\vec{B}|$

সূত্র যদি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ কোন সামান্তরিক অথবা রম্বসের কর্ণ হয় তবে সামান্তরিক বা রম্বসের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$;

ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$

সূত্র অভিক্ষেপ: স্কেলার রাশি

* উপাংশ: ভেক্টর রাশি

অভিক্ষেপ ও উপাংশ বিষয়ক সূত্রাবলী। (উল্লেখ্য অভিক্ষেপকে অংশক বলা হয়)

(i) $\bar{A}$ বরাবর $\bar{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ, $B\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|}$

(ii) $\bar{B}$ বরাবর $\bar{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ, $A\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{B}|}$

(iii) $\bar{A}$ বরাবর $\bar{B}$ এর উপাংশ $= \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|}\times\hat{a}$ $[\hat{a} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

(iv) $\bar{B}$ বরাবর $\bar{A}$ এর উপাংশ $= \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{B}|}\times\hat{b}$ $[\hat{b} = \frac{\vec{B}}{|\vec{B}|}$

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 দুটি ভেক্টর রাশির প্রত্যেকটির মান 7 একক। এরা পরস্পর 120^0 কোণে থেকে একই সাথে কোন বিন্দুতে ক্রিয়াশীল। এদের লব্ধির মান কত হবে?

Solve $P = Q = R$; যখন, $\alpha = 120^0$ **Ans:** 7 একক

MEx 02 দুটি দিক রাশির বৃহত্তম লব্ধি 14 একক এবং ক্ষুদ্রতম লব্ধি 2 একক। বলদ্বয় পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করলে লব্ধি কত?

Solve $R^2_{max} + R^2_{min} = 2R^2_{per}$

$\Rightarrow 14^2 + 2^2 = 2R^2_{per}$ $\therefore R_{per} = 10$ একক

MEx 03 দুটি ভেক্টরের স্কেলার গুণফল 18 একক। এদের ভেক্টর গুণফলের মান $6\sqrt{3}$ হলে, ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত?

Solve মধ্যবর্তী কোণ $\theta = \tan^{-1}\frac{\text{ভেক্টর গুণফলের মান}}{\text{স্কেলার গুণফলের মান}} = \tan^{-1}\frac{6\sqrt{3}}{18} = 30^0$

CamScanner

MEx 04 $\vec{P} = \hat{i}+2\hat{j}-\hat{k}$ এবং $\vec{Q} = -\hat{i}+\hat{j}-2\hat{k}$ দুইটি দিক রাশি। এদের মধ্যবর্তী কোণের মান হল-

Solve মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{P}.\vec{Q}}{PQ}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{-1+2+2}{\sqrt{6}\times\sqrt{6}}\right) = 60^\circ$

MEx 05 $\vec{P} = 3\hat{i}-2\hat{j}+5\hat{k}$, x-অক্ষের সাথে কত কোণ তৈরী করবে?

Solve $\cos\theta_x = \frac{3}{\sqrt{9+4+25}} = \frac{3}{\sqrt{38}} \Rightarrow \theta_x = \cos^{-1}\frac{3}{\sqrt{38}}$

MEx 06 একজন সাইকেল আরোহী সমতল রাস্তার উপর দিয়ে কত বেগে চললে $8\ ms^{-1}$ বেগের বৃষ্টির ফোটা তার গায়ে 45° কোণে পড়বে?

Solve $\tan\theta = \frac{\text{মানুষের বেগ}}{\text{বৃষ্টির বেগ}} \Rightarrow \tan 45^0 = \frac{Q}{8} \quad \therefore Q = 8\ ms^{-1}$

MEx 07 $\vec{A} = \hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i}+6\hat{j}-10\hat{k}$। m এর মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল হবে?

Solve $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} \Rightarrow \frac{1}{m} = \frac{-3}{6} \quad \therefore m = -2$ অথবা, $\frac{1}{m} = \frac{-10}{5} = -2$

MEx 08 $\vec{F_1} = 2\hat{i}+4\hat{j}-5\hat{k}$ এবং $\vec{F_2} = \hat{i}+2\hat{j}+3\hat{k}$, $\vec{F_1}$ ও $\vec{F_2}$ এর লব্ধি ভেক্টরের সমান্তরাল একক ভেক্টরটি নির্ণয় কর।

Solve লব্ধি $\vec{F} = \vec{F_1}+\vec{F_2} = 2\hat{i}+4\hat{j}-5\hat{k}+\hat{i}+2\hat{j}+3\hat{k}$

$= 3\hat{i}+6\hat{j}-2\hat{k}$ এর লব্ধি ভেক্টরের সমান্তরাল একক ভেক্টর

$|\vec{F}| = \sqrt{3^2+6^2+(-2)^2} = \sqrt{49} = 7$

MEx 09 $\vec{A} = \hat{i}+2\hat{j}+2\hat{k}$ ভেক্টরটির $\vec{B} = \hat{i}+\hat{j}$ ভেক্টর অভিমুখে অভিক্ষেপ কত?

Solve অভিক্ষেপ এর মান, $A\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{B}|} = \frac{1+2+0}{\sqrt{1^2+1^2}} = \frac{3}{\sqrt{2}}$

একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

◉ $\vec{A}.\vec{B} = 0$ হলে বোঝায় –
(ক) $\vec{A} = 0$ (খ) $\vec{B} = 0$ (গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ একে অপরের ওপর লম্ব।

◉ $\vec{A}.(\vec{B}\times\vec{C}) = 0$ হলে ভেক্টর তিনটি সমতলীয় হয়। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লব্ধির সর্বোচ্চ মান $\vec{A}+\vec{B}$ এবং সর্বনিম্ন মান $\vec{A}-\vec{B}$।

◉ যদি $\vec{C} = \vec{A}\times\vec{B}$ এবং $\vec{D} = \vec{B}\times\vec{A}$ হয় তাহলে $\vec{C}$ এবং $\vec{D}$ এর মধ্যবর্তী কোণ হবে 180°।

◉ যদি $\vec{r} = x\hat{i}+y\hat{j}+z\hat{k}$ হয় তবে $\vec{\nabla}.\vec{r}$ এর মান হবে 3। $2\hat{i}+3\hat{j}$ ভেক্টর এর মান $\sqrt{13}$. ইহা XY তলে অবস্থিত, Z অক্ষের সাথে 90° কোণ করে।

◉ $\vec{A}$ এবং এর একক ভেক্টরের $(\hat{a})$ মধ্যবর্তী কোণ 0°। $Q(x, y) = 3x^2y$ হলে (1, – 2) বিন্দুতে $\vec{\nabla} = -12\hat{i}+3\hat{j}$.

◉ $\vec{A} = \hat{i}$ এবং $\vec{B} = \hat{j}+\hat{k}$ হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90°। $|\vec{A}.\vec{B}| = |\vec{A}\times\vec{B}|$ হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 45°। $\vec{F}$ ও $\vec{s}$ মধ্যবর্তী কোণ θ = 90° হলে কাজ শূন্য হয়।

◉ $\hat{i}\times(\hat{j}\times\hat{k})$ এর মান শূন্য হয়, $\hat{j}\times(\hat{j}\times\hat{k})$ এর মান $-\hat{k}$ হয়। $\vec{P} = 4\hat{i}+3\hat{j}$ এর উপর লম্ব ভেক্টর হলো $3\hat{i}-4\hat{j}$

◉ দুটি ভেক্টর পরস্পর 45° কোণে ক্রিয়া করলে এদের স্কেলার ও ভেক্টর গুণফলের মান সমান হয়।

◉ X-অক্ষের সমান্তরাল ভেক্টর হলো $(\hat{i}\times\hat{j})\times\hat{j}$। YZ সমতলে $3\hat{i}+2\hat{j}+4\hat{k}$ ভেক্টরের দৈর্ঘ্য $\sqrt{50}$।

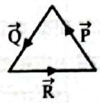
◉ দুটি ভেক্টরের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হবে যখন এদের মধ্যবর্তী কোণ 0° হয়।

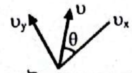
◉ $|\vec{A}\times\vec{A}| = 0$ হয়। $\vec{A}\times\vec{B} = 0$ হলে $\vec{A}.\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল হয়। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ বিপ্রতীপ হবে, যখন $\vec{A} = 2\hat{i}$ এবং $\vec{B} = \frac{1}{2}\hat{i}$ হয়। $\hat{i}\times\hat{j}$ ভেক্টর গুণফলের দিক $\hat{k}$ বরাবর।

◉ একটি সামান্তরিকের কর্ণ $2\hat{i}$ ও $2\hat{j}$ হলে তার ক্ষেত্রফল হবে 2 বর্গ একক। স্কেলার ফাংশনকে ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করে গ্রেডিয়েন্ট।

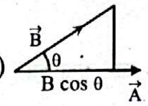
◉ $\vec{A}$ বরাবর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ B cosθ। $\vec{A}\times\vec{B}$ ও $(\vec{A}+\vec{B})$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90°।

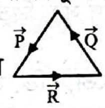
◉ দুটি সমান বলের এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণ 60° এর জন্য লব্ধির বর্গ হবে তাদের মানের 3 গুণ।

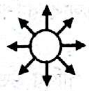
◉ $\vec{P}+\vec{Q}+\vec{R} = 0$ সম্পর্কটি চিত্রের সাহায্যে  প্রকাশ করা যায়।

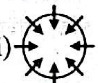


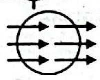
θ = 45° হলে, υ_x ও υ_y এর উপাংশ সমান হয়। শক্তি, বিভব, ডাইভারজেন্স, কাজ স্কেলার রাশি।

◉ (ক)  এখানে B cosθ হলো $\vec{A}$ এর দিকে $\vec{B}$ এর লম্ব উপাংশ বা অভিক্ষেপ।
(খ) কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই হলে ভেক্টরটি নাল ভেক্টর হবে।

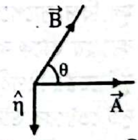
◉ $\vec{P}+\vec{Q} = \vec{R}$ কে প্রকাশ করা হয়  চিত্রের সাহায্যে। মান শূন্য নয় এমন একটি ভেক্টরকে তার মান দ্বারা ভাগ করলে একক ভেক্টর পাওয়া যায়।

(i)  চিত্রটি একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স, ফলে $\vec{\nabla}.\vec{V}$ = '+' ve;

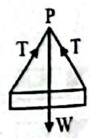
(ii)  চিত্রটি একটি ভেক্টর ডাইভারজেন্স, ফলে $\vec{\nabla}.\vec{V}$ = '–' ve;

(iii)  চিত্রটি শূন্য ডাইভারজেন্স, ফলে $\vec{\nabla}.\vec{V} = 0$।

◉ লম্ব একক ভেক্টর $\hat{\eta} = \frac{\vec{B}\times\vec{A}}{|\vec{B}\times\vec{A}|}$ এর জন্য চিত্র হলো-



$|\vec{A}\times\vec{B}| = \vec{A}.\vec{B}$ হলে এদের মধ্যবর্তী কোণ $\frac{\pi}{4}$। চিত্রে W ওজনের একটি আয়তাকার ফ্রেমের দুই প্রান্ত সুতা দিয়ে বেঁধে সুতার মধ্য বিন্দুটি দেওয়ালের সাথে আটকানো আছে। তাহলে W এর মান হবে W = 2T cosθ।



◉ $\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ ভেক্টরটির মান হবে, $\sqrt{3}$। $\hat{j}\times(\hat{j}\times\hat{k}) = -\hat{k}$; $\hat{i}.\hat{j} = \hat{k}.\hat{i} = \hat{j}.\hat{k} = 0$; $\hat{i}.\hat{i} = \hat{j}.\hat{j} = \hat{k}.\hat{k} = 1$; $\hat{i}\times\hat{i} = \hat{j}\times\hat{j} = \hat{k}\times\hat{k} = 0$

◉ $\vec{A}.\vec{A} = A^2$. $\hat{i}+\hat{j}$ ভেক্টরটি X-Y তলে অবস্থিত। $\vec{A} = 5\hat{i}$, $\vec{B} = \frac{1}{5}\hat{i}$ হলে ভেক্টরদ্বয় বিপ্রতীপ হয়।

◉ দুইটি ভেক্টর সমান্তরাল হবে যখন $\vec{A}\times\vec{B} = 0$ হয়। স্কেলার বা ভেক্টর গুণনে দুটি ভেক্টরের অন্তর্ভুক্ত কোণের সম্পর্ক হলো $0° \le \theta \le 180°$।

◉ $\vec{A} = -\vec{B}$ হলে $\vec{A}\times\vec{B} = 0$ হয়। $\vec{A}+\vec{B}$ ও $\vec{A}-\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান হওয়ার শর্ত হলো $\vec{B} = 0$

◉ দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হয় যখন তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়।

CamScanner

◎ $\vec{\nabla} \times \vec{V} = 0$ হলো অঘূর্ণনশীলের শর্ত, $\vec{\nabla} . \vec{V} = 0$ হলো সলিনয়েডের শর্ত এবং কোনো পদার্থ আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয়। স্কেলার ফাংশনকে ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করে গ্র্যাডিয়েন্ট।

◎ $\vec{A} = 2\vec{B}$ হলে $\vec{A} . \vec{B}$ ভেক্টরদ্বয় (i) সদৃশ ভেক্টর, (ii) একই দিকে ক্রিয়া করে, (iii) সমজাতীয় ভেক্টর।

◎ যদি $\vec{A} = -\vec{B}$ হয়, তবে $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান হবে শূন্য।

◎ দুটি ভেক্টরের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হবে যখন এদের মধ্যবর্তী কোণ শূন্য।

◎ $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$; $|\vec{A} \times \vec{B}|^2 = A^2B^2 - (A . B)^2$.

◎ কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্ল-এর নতিমাত্রা (gradient) শূন্য অর্থাৎ $\vec{\nabla}.(\vec{\nabla} \times \vec{V}) = 0$।

◎ $(\vec{A} + \vec{B})$ ও $(\vec{A} - \vec{B})$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হওয়ার শর্ত A = B।

◎ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণফলের সমান।

◎ দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি কখনই শূন্য হতে পারে না।

◎ $(\vec{A} . \vec{B})^2 + (\vec{A} \times \vec{B})^2 = A^2B^2$

◎ $\vec{P} = \vec{Q}$ হলে $\vec{P} \times (\vec{Q} \times \vec{P})$ এর মান শূন্য হয়। দুটি ভেক্টরের সমষ্টি ও পার্থক্যের মান একই হয় যখন ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ 90°।

◎ $\hat{i}$ এবং $-\hat{i}$ এর মধ্যকার কোণ 180°, $|-\hat{i} - \hat{j} - \hat{k}| = \sqrt{3}$ হয়। ডাইভারজেন্স স্কেলার রাশি।

◎ কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্ল একটি ভেক্টর রাশি। কোনো ভেক্টরের কার্ল শূন্য হলে সেটি অঘূর্ণনশীল।

◎ $2\hat{i} + 3\hat{j}$ ভেক্টরটি XY সমতলে অবস্থিত। $\vec{A} = -3\vec{B}$ হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয় সমজাতীয় ও পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে।

$\vec{A} = -\vec{B}$ হলে, $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান শূন্য হবে।

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. 20 এবং 50 মান বিশিষ্ট দুইটি ভেক্টর যোগ করা হলো। নিচের কোনটি এদের লব্ধির মান হতে পারে? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 10 B. 20 C. 40 D. 80

C Explanation 20 ও 50 মান বিশিষ্ট ভেক্টরদ্বয়ের সর্বোচ্চ মান 70 এবং সর্বনিম্ন মান 30। তাই লব্ধির মান 40 হতে পারে।

02. যদি $\vec{A} \times \vec{B} = \vec{B} \times \vec{A}$ হয় তবে ভেক্টর $\vec{A}$ এবং ভেক্টর $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত হবে? [DU-7Clg. 2023-24]

A. π B. $\frac{\pi}{3}$ C. $\frac{\pi}{2}$ D. $\frac{\pi}{4}$

A Explanation $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ π/180° হলে, $\vec{A} \times \vec{B} = \vec{B} \times \vec{A}$

03. $|\vec{b} \times \vec{c}|^2 + |\vec{b}.\vec{c}|^2 = 16$ এবং b = 4 হলে c এর মান কত? [DU-7Clg: 2022-23]

A. 16 B. 4
C. 1 D. 0

C Explanation $|\vec{b} \times \vec{c}|^2 + |\vec{b}.\vec{c}|^2 = 16 \Rightarrow (bc\sin\theta)^2 + (bc\cos\theta)^2 = 16$

$\Rightarrow b^2c^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) = 16$

$\Rightarrow b^2c^2 = 16 \Rightarrow c = \sqrt{\frac{16}{b^2}} = \sqrt{\frac{16}{16}} = 1$

04. নিচের কোনটি অপারেটর নয়? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $\sin\theta$ B. $\sqrt{\ }$ C. log D. $\frac{d}{dx}$

A Explanation যে গাণিতিক ক্রিয়া একটি রাশিকে অন্য রাশিতে রূপান্তরিত করে তাকে অপারেটর বলে। যেমন: $\sqrt{\ }$, log, $\vec{\nabla}$, $\frac{d}{dx}$

☑ অপারেটর হচ্ছে এক ধরনের গাণিতিক নির্দেশ। যার নিজস্ব মান নেই।

05. একক ভেক্টরের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $\hat{a} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$ B. $\hat{a} = \frac{A}{|\vec{A}|}$ C. $\hat{a} = \frac{|\vec{A}|}{A}$ D. $\hat{a} = \frac{A}{\vec{A}}$

A Explanation একক ভেক্টর: কোনো ভেক্টরকে ঐ ভেক্টরের মান দ্বারা ভাগ করলে যে ভেক্টর পাওয়া যায়, তাকে একক ভেক্টর বলে। এর মান 1 একক। যেমন- $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

06. $\vec{A} = -\vec{B}$ হলে, $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান কত? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $-A^2$ B. $-B^2$
C. 1 D. 0

D Explanation $\vec{A} = -\vec{B}$ অর্থাৎ, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 180°

$\therefore \vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta = AB\sin180° = 0$

07. $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত হলে $(\vec{A} + \vec{B})$ এবং $(\vec{A} - \vec{B})$ এর মান একই হয়? [DU-7Clg: 2020-21]

A. 0° B. 90° C. 120° D. 180°

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

$\Rightarrow |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 + 2AB\cos\alpha = |\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2 - 2AB\cos\alpha$

$\Rightarrow 4AB\cos\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 0 = \cos90° \therefore \alpha = 90°$

08. কোনো একটি কণা A(3,5,7) বিন্দু থেকে B(5,6,7) স্থানান্তরিত হলে কণাটির সরণ ভেক্টর কত? [DU-7Clg: 2020-21]

A. $\hat{i} + \hat{j} + 7\hat{k}$ B. $2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$ C. $2\hat{i} + \hat{j}$ D. $8\hat{i} + 11\hat{j} + 14\hat{k}$

C Explanation $\vec{S} = \vec{OB} - \vec{OA} = (5-3)\hat{i} + (6-5)\hat{j} + (7-7)\hat{k}$
$= 2\hat{i} + \hat{j}$

09. একটি কণার আদিবেগ $(3\hat{i} + 4\hat{j})$ ও ত্বরণ $(0.4\hat{i} + 0.3\hat{j})$ হলে 10 s পরে এর বেগের মান কত একক হবে? [DU-7Clg. 2019-20]

A. 7 একক B. $7\sqrt{2}$ একক C. 8.5 একক D. 10 একক

D Explanation $u = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5, a = \sqrt{0.4^2 + 0.3^2} = 0.5$

$\therefore v = u + at = 5 + 0.5 \times 10 = 10$ একক

10. যদি দুটি ভেক্টর $\vec{A} = \hat{i}$ এবং $\vec{B} = \hat{j} + \hat{k}$ হয় তবে $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [DU-7Clg. 2018-19]

A. 0° B. 45°
C. 90° D. 180°

C Explanation $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{0}{\sqrt{1^2}.\sqrt{1^2+2^2}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{0}{\sqrt{2}}\right) = 90°$

11. একটি সংরক্ষণশীল বল $\vec{F}$ এর জন্য কোন সম্পর্কটি সঠিক? [DU-7Clg. 2018-19]

A. $\vec{\nabla}, \vec{F} \neq 0$ B. $\vec{\nabla} \times \vec{F} = 0$
C. $\vec{\nabla}, \vec{F} = 0$ D. $\vec{\nabla} \times \vec{F} \neq 0$

B Explanation কোন ভেক্টর এর কার্ল শূন্য হলে এটি সংরক্ষণশীল এবং অঘূর্ননশীল।

$\therefore \vec{\nabla} \times \vec{F} = 0$

12. $\hat{i}.(\hat{j} \times \hat{k})$ এর মান হলো- [DU-7Clg. 2018-19]

A. 0 B. +1 C. $\sqrt{3}$ D. –1

B Explanation $\hat{i} . (\hat{j} \times \hat{k}) = \hat{i} . \hat{i} = 1$

13. $\hat{k}.(\hat{k} \times \hat{i})$ এর মান কত? [DU-7Clg. 2017-18]

A. 0 B. +1 C. $\sqrt{3}$ D. –1

A Explanation $\hat{k}.(\hat{k} \times \hat{i}) = \hat{k} . \hat{j} = 0$

CamScanner

14. $(\hat{i}+\hat{j})$ এবং $\hat{i}$ এর মধ্যবর্তী কোণ? [DU-7Clg. 2017-18]

A. 45° B. 45° C. 90° D. 180°

(A) Explanation $\theta = \cos^{-1}\left(\frac{(\hat{i}+\hat{j}).(\hat{i})}{\sqrt{1^2+1^2}.\sqrt{1^2}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 45°$

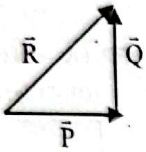
15. একটি কাঠের খন্ডকে আনুভূমিকের সাথে 60° কোণে 200N বল দ্বারা টানা হচ্ছে। বস্তুটির উপর আনুভূমিকের দিকে প্রদত্ত বল কত? [DU-7Clg. 2017-18]

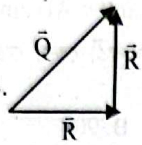
A. 200 N B. 100 N
C. 174 N D. 50 N

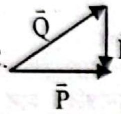
(B) Explanation $F_x = F\cos\theta = 200 \times \cos60° = 100N$

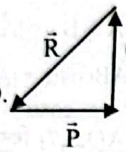
IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. কোন চিত্রটি $\vec{R} = \vec{P} - \vec{Q}$ সমীকরণটি সঠিক ভাবে উপস্থাপন করে?

A.


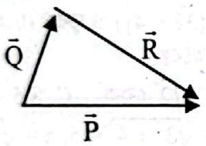
B.


C.


D.


(C) Explanation দুটি ভেক্টর কোন ত্রিভুজের সন্নিহিত বাহু দ্বারা একই ক্রমে মানে ও দিকে সূচিত করা হলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্দেশ করবে। C চিত্রে, $\vec{Q}+\vec{R}=\vec{P}$ ∴ $\vec{R}=\vec{P}-\vec{Q}$

02. নিচের চিত্রে $\vec{P}, \vec{Q}$ এবং $\vec{R}$ এই তিনটি ভেক্টর রাশিকে দেখানো হয়েছে। চিত্র থেকে নির্ণয় করা যায় যে-



A. $\vec{P}-\vec{Q}-\vec{R}=0$ B. $\vec{P}+\vec{Q}-\vec{R}=0$
C. $\vec{P}+\vec{Q}+\vec{R}=0$ D. $\vec{P}-\vec{Q}+\vec{R}=0$

(A) Explanation ত্রিভুজ সূত্রের আলোকেঃ $\vec{P}-\vec{Q}-\vec{R}=0$

03. যদি $\vec{A}=2\hat{i}+\alpha\hat{j}+\hat{k}$ এবং $\vec{B}=-2\hat{i}+\hat{j}-2\hat{k}$ পরস্পর লম্ব হয় তবে α এর মান হবে-

A. –4 B. –6 C. 6 D. –2

(C) Explanation লম্ব $\vec{A}\perp\vec{B}$ হলে $\vec{A}.\vec{B}=0$

∴ $\vec{A}.\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z = 0$ বা, $-4+\alpha-2=0$ বা, $\alpha = 6$ Ans.

04. 5N এবং 10N মানের দুটি বল একটি কণার উপর আরোপিত হলে, নিম্নের কোন বলটি কণাটির উপর লব্ধি বল হতে পারে না?

A. 5N B. 10N C. 15N D. 20N

(D) Explanation বলদ্বয়ের সর্বোচ্চ মান,

$R_{max} = P + Q = 15$ N; ∴ 20N বলটি কণাটির উপর লব্ধি বল হতে পারে না।
$R_{min} = P \sim Q = 5N$

05. y এর কোন মানের জন্য ভেক্টরদ্বয় $2\hat{i}+y\hat{j}+\hat{k}$ এবং $4\hat{i}-2\hat{j}-2\hat{k}$ পরস্পরের উপর লম্ব হবে?

A. 1 B. 2
C. 3 D. 4

(C) Explanation $2\hat{i}+y\hat{j}+\hat{k}$ এবং $4\hat{i}-2\hat{j}-2\hat{k}$

ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব। তাই তাদের ডটগুণ ফল = 0

∴ $8-2y-2=0$ বা, $2y=6$ বা, $y=3$

06. দুটি ভেক্টর $\vec{A}=2\hat{i}+3\hat{j}-4\hat{k}$ এবং $\vec{B}=x\hat{i}+6\hat{j}-8\hat{k}$ দেয়া আছে। x-এর যে মানের জন্য ভেক্টর $\vec{A}$ এবং ভেক্টর $\vec{B}$ সমান্তরাল হবে তা হলো-

A. 3 B. 4
C. 5 D. 6

(B) Explanation $\vec{A}=2\hat{i}+3\hat{j}-4\hat{k}$ এবং $\vec{B}=x\hat{i}+6\hat{j}-8\hat{k}$

ভেক্টর পরস্পরের সমান্তরাল। ∴ $\frac{2}{x}=\frac{3}{6}$ বা, $x = 4$

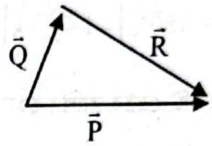
07. যদি (If) $\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$, $\vec{B}=2\hat{i}+2\hat{j}+2\hat{k}$, then $\vec{A}\times\vec{B}$=?

A. $3\hat{i}+3\hat{j}+3\hat{k}$ B. $2\hat{i}+2\hat{j}+2\hat{k}$
C. $\sqrt{12}\ (\hat{i}+\hat{j}+\hat{k})$ D. 0

(D) Explanation অনুরূপ সহগের অনুপাত সমান হলে ক্রস গুণের মান = 0

$\frac{1}{2}=\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$

08. নিচের চিত্রে $\vec{P}, \vec{Q}$ এবং $\vec{R}$ এই তিনটি ভেক্টর রাশিকে দেখানো হয়েছে। চিত্র থেকে নির্ণয় করা যায় যে-



A. $\vec{P}-\vec{Q}-\vec{R}=0$ B. $\vec{P}+\vec{Q}-\vec{R}=0$
C. $\vec{P}+\vec{Q}+\vec{R}=0$ D. $\vec{P}-\vec{Q}+\vec{R}=0$

(A) Explanation ত্রিভুজ সূত্রের আলোকেঃ $\vec{P}-\vec{Q}-\vec{R}=0$

09. $\vec{A}=-\vec{B}$ হলে, $\vec{A}\times\vec{B}$ এর মান বের কর-

A. $-A^2$ B. 0
C. $-B^2$ D. 1

(B) Explanation $\vec{A}\times\vec{B} = -\vec{B}\times\vec{B} = B.B\sin180° = 0$

10. ভেক্টর $\vec{A}=\hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}$ এবং $\vec{B}=a\hat{i}+6\hat{j}-10\hat{k}$ । a- এর মান কত হলে ভেক্টর দুটি সমান্তরাল হবে?

A. 0 B. –2
C. –1 D. 1

(B) Explanation $\vec{A}=\hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}$ এবং $\vec{B}=a\hat{i}+6\hat{j}-10\hat{k}$

ভেক্টর দুইটি সমান্তরাল ∴ $\frac{1}{a}=\frac{-3}{6}$ বা, $a=-2$

11. $(\vec{A}+\vec{B})+\vec{C}=\vec{A}+(\vec{B}+\vec{C})$ এটি ভেক্টর-

A. বিনিময় সূত্র B. সংযোগ সূত্র
C. বণ্টন সূত্র D. কোনটিই নয়

Ans B

PRIME TEST

01. দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই তলে কাজ করলে তাকে —— বলে।

A. একক ভেক্টর B. সমরেখ ভেক্টর
C. সমতলীয় ভেক্টর D. স্থানীয় ভেক্টর

02. দুইটি ভেক্টর রাশি পরস্পর সমান্তরাল হলে কোনটি সঠিক?

A. $\vec{A}\times\vec{B}=0$ B. $\vec{A}.\vec{B}=0$
C. $|\vec{A}|\times|\vec{B}|=0$ D. $|\vec{A}|.|\vec{B}|=0$

03. বিনিময় সূত্র মেনে চলে না-

A. ভেক্টর রাশির ডট গুনন B. ভেক্টর রাশির ক্রস গুনন
C. ভেক্টর রাশির যোগ D. কোনোটিই নয়

CamScanner

04. দুটি ভেক্টর রাশির লব্ধির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান সমান হইলে, ভেক্টর দ্বয়ের মধ্যবর্তী কোন কত হবে?

A. 0 B. 90°
C. 80° D. 60°

05. $\vec{A} = -\vec{B}$ **হলে,** $\vec{A}\times\vec{B}$ **এর মান বের কর-**

A. $-A^2$ B. 0
C. $-B^2$ D. 1

06. দুটি সমমানের ভেক্টর একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল। এদের লব্ধির মান যে কোন একটি ভেক্টরের মানের সমান। ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত?

A. 180^0 B. 0^0
C. 120^0 D. 90^0C

07. সমমানের দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$, θ কোণে ক্রিয়াশীল। এদের লব্ধির R এর মান যে কোন একটি ভেক্টরের মানের সমান। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোন কত?

A. 0° B. 90°
C. 120° D. 180°

08. m-এর মান কত হলে $5\hat{i}-2\hat{j}-3\hat{k}$ এবং $15\hat{i}-m\hat{j}-9\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল হবে?

A.2 B.4
C. 6 D. 8

09. কোন স্থানে বাতাস 20Km/h বেগে পশ্চিম দিকের সাথে 60° কোনে দক্ষিন দিক থেকে বইছে। বাতাসের বেগের উত্তর মুখী উপাংশের মান কত?

A. 17.32Km/h B. 10Km/h
C. 12Km/h D. 8 Km/h

10. $\vec{P}\times\vec{Q}$ বরাবর একক ভেক্টর $\vec{\eta}$ এর মান কোনটি?

A. $\dfrac{|\vec{P}\times\vec{Q}|}{\vec{P}\times\vec{Q}}$ B. $\dfrac{\vec{P}\times\vec{Q}}{|\vec{P}.\vec{Q}|}$

C. $\dfrac{\vec{P}\times\vec{Q}}{|\vec{P}\times\vec{Q}|}$ D. $\dfrac{|\vec{P}.\vec{Q}|}{|\vec{P}\times\vec{Q}|}$

OMR SHEET	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. A; 02. A; 03. B; 04. B
05	B	$\vec{A}\times\vec{B} = -\vec{B}\times\vec{B} = B.B\sin 180^\circ = 0$
06	C	দুইটি ভেক্টর সমান হলে এবং লব্ধির মান যে কোন একটি ভেক্টরের সমান হলে অর্থাৎ $P = Q = R$ হলে $\alpha = 120^0$
07	C	$P = Q= R$ হলে $\alpha = 120°$; $\vec{A} = \vec{B} = \vec{R}, \theta = 120°$
08	C	$5\hat{i}-2\hat{j}-3\hat{k}$ এবং $15\hat{i}-m\hat{j}-9\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল। $\therefore \frac{5}{15} = \frac{2}{m}$ বা, $m = 6$
09	A	$V_N = V\sin60° = 20\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 17.32$ Km/h
10	A	

অধ্যায় ০৩ গতিবিদ্যা
DYNAMICS
প্রথম পত্র

কি, কেন পড়ব? SURVEY TABLE কতটুকু পড়ব?

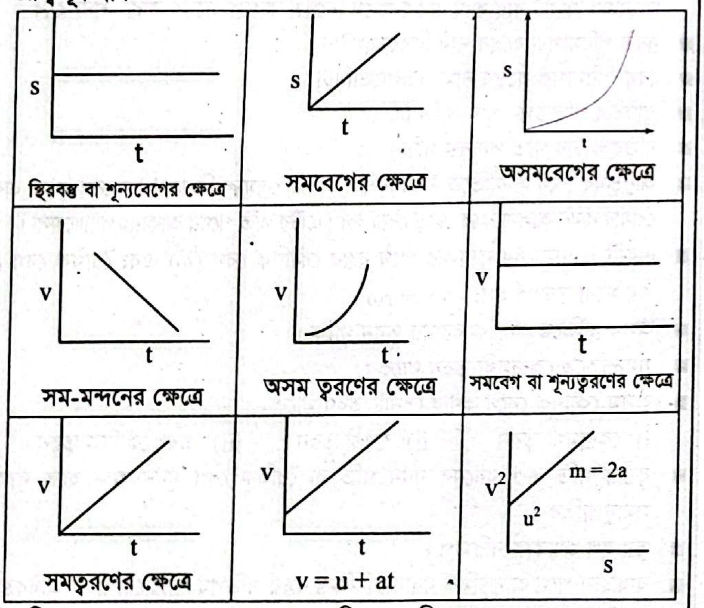
টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	গড় দ্রুতি ও গড়বেগ সংক্রান্ত	★
02	সরণ সংক্রান্ত গাণিতিক প্রয়োগ	★★★
03	ত্বরণ ও উচ্চতা নির্ণয় সংক্রান্ত	★★
04	প্রাস সংক্রান্ত গাণিতিক প্রয়োগ	★★
05	গ্রাফ ও ক্যালকুলাস সংক্রান্ত গাণিতিক প্রয়োগ	★
06	গুলি এবং তক্তা সংক্রান্ত সমস্যা	★
07	কৌণিক বেগ সংক্রান্ত গাণিতিক প্রয়োগ	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

- বাস্তব বা অবাস্তব গতি বর্ণনার জন্য যে স্থানাংক ব্যবস্থা গ্রহণ করা হয়, তাকে বলে- নির্দেশ বিন্দু
- রৈখিক গতির ক্ষেত্রে বলের যে ভূমিকা কৌনিক গতির ক্ষেত্রে কোনটির সেই ভূমিকা- টর্ক।
- লন রোলারের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?- টানা সহজ
- সময় ব্যবধান শুন্যের কাছাকাছি হলে সময়ের সঙ্গে বস্তুর দূরত্বের পরিবর্তনের হারকে বলা হয়- তাৎক্ষণিক দ্রুতি।
- খাড়া উপরের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণঃ $-$ g ms^{-2}
- কোন সময় একই বিন্দুতে ক্রিয়ারত তিনটি সমতলীয় ভেক্টর রাশিকে কোন ত্রিভুজের তিনটি বাহু দ্বারা একই ক্রমে নির্দেশ করলে এদের লব্ধি- শূন্য হবে
- দ্রুতি পরিমাপক যন্ত্রের নাম স্পিডোমিটার
- বেগ পরিমাপক যন্ত্রের নাম- ভেলাডোমিটার
- পৃথিবীর গতি চলন ঘূর্ণন গতি।
- ঘড়ির কাটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি।
- আনুভূমিক পথে সমগতিতে উড্ডয়নশীল একটি বোমারু বিমানের তলদেশ থেকে একটি বোমার বাঁধন আলগা করে ছেড়ে দেয়া হল। এটির গতি পথের আকার- প্যারাবোলা।
- একটি r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে বস্তুর কৌণিক বেগ (ω) এবং রৈখিক বেগ (v) এর মধ্যে সম্পর্ক হলঃ → $v = r\omega$
- অসম দ্রুতিতে স্পর্শক বরাবর ত্বরন থাকে।
- সমদ্রুতিতে কেন্দ্রমুখী ত্বরন থাকে।
- অসম কৌণিক বেগে কণার তিনটি ত্বরণ থাকে-
  i) কেন্দ্রমুখী ত্বরন ii) স্পর্শী ত্বরন iii) এবং কৌণিক ত্বরন।
- বৃত্তীয় গতি এক ধরনের ঘূর্নন গতি বা রৈখিক বেগ ঘূর্নন অক্ষ হতে দূরত্বের সমানুপাতিক।
- ভর হল জড়তার পরিমাপ।
- বাধাহীন পথে আনুভূমিক বরাবর নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতিপথ প্যারাবোলা বা অধিবৃত্ত।
- নিক্ষেপণ কোন 45° হলে প্রাসের পাল্লা সর্বাধিক হয়।
- নিক্ষেপণ কোন 76° হলে প্রাসের অনুভূমিক পাল্লা সর্বাধিক উচ্চতার সমান হয়।
- বৃষ্টির সময় গাড়ি চালালে কাঁদা চাকার পিছন দিকে ছিটকে পড়ে কেন্দ্রবিমুখী বলের জন্য।
- সমবেগে চলমানে বস্তুর ত্বরণ থাকে না, কিন্তু বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে।
- সেকেন্ডের কাঁটার প্রান্তের রৈখিকবেগ সবচেয়ে বেশি এবং ঘন্টার কাঁটার প্রান্তের রৈখিকবেগ সবচেয়ে কম।

CamScanner

- কোন ঘড়ির কাঁটার প্রান্তের রৈখিকবেগ সর্বাধিক ও কেন্দ্রে শূন্য।
- $1^\circ = 0.0173$ রেডিয়ান এবং 1 রেডিয়ান $= 57.3^\circ$ (প্রায়)।
- একক ও মাত্রা: কৌণিক সরণ rad; কৌণিক বেগ $rads^{-1}$ $[T^{-1}]$, কৌণিক ত্বরণ $rads^{-2}$ $[T^{-2}]$।
- বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনশীল বস্তুর সরণ শূন্য।
- স্থির অবস্থান থেকে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর 1s, 2s এবং 3s এ অতিক্রান্ত দূরত্বের অনুপাত 1 : 4 : 9।
- গাড়ির বেগ দ্বিগুণ করলে গাড়িটিকে থামানোর দূরত্ব $(2)^2$ অর্থাৎ চারগুণ হবে।
- বেগ-সময় লেখচিত্র বস্তু দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব বেগ-সময় লেখচিত্রের বেগ ও সময়ের অক্ষের দ্বারা সীমাবদ্ধ ক্ষেত্রফলের সমান হয়।
- দুটি একই প্রক্ষেপণ বেগের প্রাসের ক্ষেত্রে প্রক্ষেপণ কোণ θ ও $\theta \pm 90^\circ$ হলে, দুই ক্ষেত্রে প্রক্ষেপণ সীমা সমান। কিন্তু বিপরীতমুখি $R_1 = \pm R_2$
- প্রাসের প্রক্ষেপণ সীমা সর্বাধিক হলে সর্বোচ্চ উচ্চতার মান সর্বাধিক প্রক্ষেপণ সীমার এক-চতুর্থাংশ হবে।
- পাল্লা সর্বনিম্ন হলে নিক্ষেপণ কোণ 0° হবে। সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের গতিপথ একমাত্রিক।
- একটি প্রাসকে E গতিশক্তিতে 45° কোণে নিক্ষেপ করা হলো। সর্বোচ্চ বিন্দুতে স্থিতিশক্তি হবে, $\frac{E}{2}$
- কোনো বস্তু t সেকেন্ডে h উচ্চতা হতে ভূমিতে পড়লে $\frac{t}{2}$ সেকেন্ড পর বস্তুটি ভূমি হতে $\frac{2h}{4}$ উচ্চতায় ছিল।
- একটি বস্তু r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v সমদ্রুতিতে ঘুরছে। এক্ষেত্রে বস্তুটির ত্বরণ নেই, কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{v}{r}$।
- সুষম বৃত্তীয় গতিতে বেগের অভিমুখ বৃত্তের স্পর্শক বরাবর এবং ত্বরণের অভিমুখ বৃত্তের কেন্দ্রমুখি।
- **গুরুত্বপূর্ণ গ্রাফ:**



স্থিরবস্তু বা শূন্যবেগের ক্ষেত্রে | সমবেগের ক্ষেত্রে | অসমবেগের ক্ষেত্রে

সম-মন্দনের ক্ষেত্রে | অসম ত্বরণের ক্ষেত্রে | সমবেগ বা শূন্যত্বরণের ক্ষেত্রে

সমত্বরণের ক্ষেত্রে | $v = u + at$

- একটি সরলরেখা বরাবর চলমান কণার গতি একমাত্রিক।
- সমঘূর্ণন গতিতে চলমান বস্তুর দ্রুতি সর্বদা সমান থাকে।
- স্থির অবস্থান হতে সমত্বরণে গতিশীল কোনো বস্তুর শেষ বেগ অতিক্রান্ত দূরত্বের বর্গমূলের সমানুপাতিক।
- বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ ঐ সময়ের- সমানুপাতিক।
- একটি পড়ন্ত বস্তু t সময়ে যে পথ অতিক্রম করে তা উহার ১ম সেকেন্ডের অতিক্রান্ত পথের- t^2 গুণ।
- বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব ঐ সময়ের- বর্গের সমানুপাতিক।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র গড়দ্রুতি ও গড়বেগ সম্পর্কিত সমস্যা:

$$\text{গড়দ্রুতি} = \frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{মোট সময়}}\ ;\ \text{গড়বেগ} = \frac{\text{মোট সরন}}{\text{মোট সময়}}$$

Finix Spccial: একটি বস্তু u_1 বেগ নিয়ে যাত্রা বিন্দুতে পৌছে u_2 বেগে পূর্বের স্থানে ফিরে আসলে $\boxed{\text{গড়দ্রুতি} = \frac{2u_1u_2}{u_1 + u_2}}$

সূত্র (i) $v = u + at$ (ii) $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

(iii) $v^2 = u^2 + 2as$

(iv) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (v) $s = vt$ [সমবেগের ক্ষেত্রে]

(vi) $a = \frac{dv}{dt}$ (vii) $v = \frac{ds}{dt}$

সূত্র $S_{th} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$; $S_{th} = \frac{1}{2}g(2t + 1)$;

$a = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}$, $\frac{S_2}{S_1} = \frac{2t_2 - 1}{2t_1 - 1}$ [u = 0]

সূত্র $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$

সূত্র **Finix Super Tricks:**

s একক ভেদ করার পর বেগ $\frac{1}{n}$ অংশ হারালে,

আরো ভেদ করবে, $S' = \frac{s(n-1)^2}{2n-1}$

বেগ অর্ধেক হারালে, $S' = \frac{s(2-1)^2}{(4-1)} = \frac{s}{3}$

বেগ $\frac{1}{3}$ অর্ধেক হারালে, $S' = \frac{4s}{5}$

বেগ $\frac{1}{4}$ অর্ধেক হারালে, $S' = \frac{9s}{4}$

বেগ 75% হয় মানে হারায় 25% $= \frac{1}{4}$ অংশ

বেগ $\frac{1}{3}$ হয় মানে হারায় $1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} = \frac{1}{\frac{3}{2}}$ $\therefore n = \frac{2}{3}$

সূত্র (i) $v_{x_0} = v_0\cos\theta$; $v_{y_0} = v_0\sin\theta$; $v_x = v_0\cos\theta$ $[a_x = 0]$;

$v_y = v_0\sin\theta - gt$ $[a_y = -g]$

$v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$; $x = v_0\cos\theta \times t$; $y = v_0\sin\theta t - \frac{1}{2}gt^2$;

$y = x\tan\theta - \frac{gx^2}{2{v_0}^2\cos^2\theta}$

(ii) অনুভূমিক দিকে কোন ত্বরণ থাকে না, উলম্ব দিকে সবসময় g ত্বরণ থাকে।

অনুভূমিক পাল্লা, $R = \frac{v^2_0\sin2\alpha}{g}$; সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা,

$R_{max} = \frac{v^2_0}{g}$ সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{v^2_0\sin^2\alpha}{2g}$;

উত্থান কাল = পতন কাল; $t = \frac{v_0\sin\alpha}{g}$;

বিচরণকাল= ভ্রমণ কাল= উড্ডয়ন কাল= প্রক্ষেপন কাল; $T = \frac{2v_0\sin\alpha}{g}$

(iii) $\tan\alpha = \frac{4H}{R}$ (iv) $\tan\alpha = \frac{gT^2}{2R}$

(v) $\tan\alpha = \frac{2gt^2}{R}$ (vi) $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{g}{2} \times \frac{T^2}{R}\right)$

CamScanner

- প্রাসের গতিপথ পরাবৃত্ত
- সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের গতিপথ একমাত্রিক হয়
- $45°$ তে R সর্বোচ্চ
- $90°$ তে H সর্বোচ্চ
- 75.96 বা $76°$ তে $H = R$

সূত্র পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলী: $[u = 0]$

(i) $v = gt$ (ii) $v^2 = 2gh \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

[ভূমি স্পর্শ করা মুহূর্তে বেগ বা গতিশক্তি চাইলে এই সূত্র ব্যবহার করতে হবে]

(iii) $h = \frac{1}{2}gt^2$

$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ [h উচ্চতা হতে ফেলে দিলে ভূমি পড়ার সময় বললেই এই সূত্র]

সূত্র নিক্ষিপ্ত বস্তুর সূত্রাবলী:

(i) $v = u - gt$ (ii) $v^2 = u^2 - 2gh$ (iii) $h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

সূত্র H উচ্চতা হতে একটি বস্তু ফেলে দিলে এবং u বেগে একটি উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে মিলিত হওয়ার সময় $t = \frac{H}{u}$, ভূমি হতে উচ্চতা $= H - \frac{1}{2}gt^2$; উপর হতে উচ্চতা $= \frac{1}{2}gt^2$

সূত্র $v = -u + gt$; $h = -ut + \frac{1}{2}gt^2$

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 একটি বস্তু $10ms^{-1}$ বেগ নিয়ে যাত্রা করে গন্তব্যে পেয়েছি পুনরায় $5ms^{-1}$ বেগে যাত্রাবিন্দুতে ফিরে আসলে গড়দ্রুতি কত?

Solve গড়দ্রুতি $= \frac{2u_1u_2}{u_1 + u_2} = \frac{2 \times 10 \times 5}{10 + 5} = 6.67\ ms^{-1}$

MEx 02 স্থির অবস্থান থেকে একটি ট্রেন $10ms^{-2}$ সমত্বরণে চলার সময় 125m দূরত্বে অবস্থিত একটি পোষ্টকে কত বেগে অতিক্রম করবে?

Solve $v^2 = u^2 + 2as \Rightarrow v^2 = 0^2 + 2as$

$\Rightarrow v = \sqrt{2as} = \sqrt{2 \times 10 \times 125} = 50m/sec$

MEx 03 একটি গাড়ি চলা শুরু করার 4 সে. পরের বেগ $8\ ms^{-1}$. 7 সে. পরের বেগ $23ms^{-1}$ গড় ত্বরণ নির্ণয় কর।

Solve $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{23 - 8}{7 - 4} = 5ms^{-2}$

MEx 04 একটি বস্তুকে 100m এবং অপর একটি বস্তুকে 80m উচ্চতা হতে ফেলা হল। ২য় বস্তু যখন ভূমিতে পৌছে তখন ১ম বস্তুর ভূমি থেকে উচ্চতা কত?

Solve t_1 তম সেকেন্ড অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1 ও s_2 তম সেকেন্ড অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে $a = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$; $S_1 - S_2 = 100 - 80 = 20m$।

MEx 05 একটি বস্তুকে 200m এবং অপর একটি বস্তুকে 150m উচ্চতা হতে ফেলা হল। ২য় বস্তু যখন ভূমিতে পৌছে তখন ১ম বস্তুর ভূমি থেকে উচ্চতা কত?

Solve $S_1 - S_2 = 200 - 150 = 50m$

MEx 06 রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে ঠিক ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ চারগুণ করা হয়, তবে অনুরূপ কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

Solve তক্তার সংখ্যা $= (বেগ)^2 = (4)^2 = 16$টি।

MEx 07 490 m উপরে সমবেগে চলতে থাকা একটি বিমান থেকে বোমা ফেলে দেওয়া হলে তা আনুভূমিক 1500 m দূরে মাটিতে পড়ে। বিমানের গতি বেগ আনুমানিক কত ছিল?

Solve $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 490}{9.8}} = 10 \therefore v = \frac{x}{t} = \frac{1500}{10} = 150\ ms^{-1}$

MEx 08 5 kg ভরের একটি বস্তুকে 130 m/s বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দিলে সর্বোচ্চ কত উপরে উঠবে?

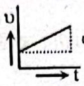
Solve আমরা জানি, সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{(130)^2}{2 \times 9.8} = 862.24m$

MEx 09 একটি বস্তুকে $196\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপর দিকে নিক্ষেপ করা হল। 20 সে. পরে বস্তুটির বেগ কত?

Solve $v = u - gt = 196 - 9.8 \times 20 = 196 - 196 = 0$

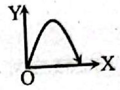
একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

◉ $v = u + at$ সমীকরণটি পাশের $v - t$ লেখচিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়।

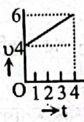


এর ঢাল = ত্বরণ।

◉ প্রাসের ক্ষেত্রে লেখচিত্র হলো—

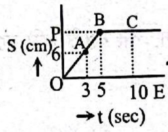


◉



লেখচিত্র হতে ত্বরণের মান পাওয়া যায়, ঢাল থেকে $= \frac{2}{4} = 0.5\ ms^{-2}$ এবং এর সমীকরণ $v = v_0 + at$।

◉



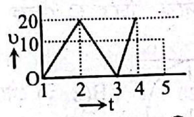
পাশের লেখচিত্র

(ক) A বিন্দুতে বেগ $= \frac{6}{3} = 2\ cms^{-1}$

(খ) BC রেখা অংশ বস্তুর স্থির অবস্থা নির্দেশ করে।

(গ) 10 s এর অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে OPBCE এর ক্ষেত্রফল।

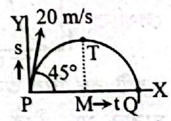
◉



(ক) লেখচিত্র অনুযায়ী $t = 0$ থেকে $t = 5$ সে. এ বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে $s = vt = 10 \times 5 = 50m$

(খ) $t = 0$ থেকে $t = 5$ সে. এ বস্তুটির বেগ $= 10\ ms^{-1}$

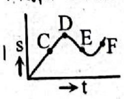
◉ বাতাসের বাধা উপেক্ষা করে একটি পাথরকে পাশের চিত্র অনুযায়ী P বিন্দু হতে তির্যকভাবে ছুঁড়ে দেওয়া হলো। পাথরটির গতিপথের সর্বোচ্চ বিন্দু T এবং পাথরটি ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে Q বিন্দুতে পৌছায়।



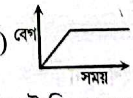
(ক) পাথরটির সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা হবে, 40.8 m. PM = 20.4 m.

(খ) পাথরটির বেগের উল্লম্ব উপাংশ T বিন্দুতে শূন্য। Q বিন্দুতে পৌছাতে সময় 2.885 sec

◉ (ক) নিম্নের লেখচিত্রের E বিন্দুতে বস্তুকণাটির তাৎক্ষণিক বেগের মান ঋণাত্মক হবে।



(খ)



(i) এই চিত্রে বস্তুর আদি বেগ শূন্য। (ii) বস্তু কখনও থামবে না।

◉ প্রাসের সর্বোচ্চ অবস্থানে বেগ ও ত্বরণের মধ্যবর্তী কোণ $\pi/2$.

◉ পাল্লা সর্বনিম্ন হলে নিক্ষেপণ কোণ $0°$ হবে। সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের গতিপথ একমাত্রিক।

◉ প্রসের নিক্ষেপন কোণ $\tan^{-1}(4)$ হলে এর সর্বাধিক উচ্চতা ও অনুভূমিক পাল্লার মান পরস্পরের সমান হবে।

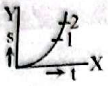
CamScanner

◉ স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ ওই সময়ের সমানুপাতিক।

◉ একটি প্রাসকে E গতিশক্তিতে 45° কোণে নিক্ষেপ করা হলো। সর্বোচ্চ বিন্দুতে স্থিতিশক্তি হবে, $\frac{E}{2}$।

◉ অনুভূমিক বরাবর নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতিপথ পরাবৃত্তাকার বা প্যারাবোলা। অনুভূমিক বরাবর ত্বরণ শূন্য তাই বেগের উপাংশ ধ্রুব থাকে।

◉ সমত্বরণে চললে উল্লিখিত চিত্রের ক্ষেত্রে লেখচিত্রটি একটি প্যারাবোলা হবে।

প্রাসের সর্বাধিক উচ্চতায় বেগ শূন্য। 

◉ একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক বেগ $\frac{\pi}{30}$ rad s^{-1} এবং ঘন্টার কাঁটার কৌণিক বেগ $\frac{\pi}{6}$ rad s^{-1}.

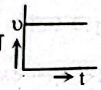
◉ সর্বাধিক পাল্লার জন্য প্রাসকে অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে নিক্ষেপ করতে হবে।

◉ প্রাসের গতিপথের যেকোনো বিন্দুতে ত্বরণের অনুভূমিক উপাংশ শূন্য।

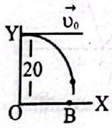
◉ একটি গতিশীল বস্তুর সরণের সমীকরণ $x = (4t^2 + 3t)$ m, 2 sec পর বস্তুটির বেগ 19 ms^{-1}।

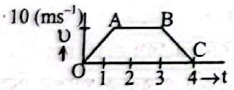
◉ প্রাসের গতিপথের সর্বোচ্চ বিন্দুতে বেগ ও ত্বরণ পরস্পর লম্ব হয় অর্থাৎ মধ্যবর্তী কোণ $\pi/2$ হয়। বেগের উল্লম্ব উপাংশ শূন্য হয়।

◉ কোনো বস্তু t সেকেন্ডে h উচ্চতা হতে ভূমিতে পড়লে $\frac{t}{2}$ সে. পর বস্তুটি ভূমি হতে $\frac{3h}{4}$ উচ্চতায় ছিল।

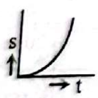
◉ একটি বস্তুর বেগ ধ্রুব কিন্তু শূন্য নয়। সে ক্ষেত্রে লেখচিত্রটি হবে 

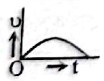
সমবেগ।

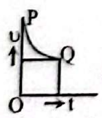
◉ প্রাসের গতিপথ অধিবৃত্তাকার বা প্যারাবোলা । বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে একটি কণা ঘুরছে। তার ত্বরণের অভিমুখ বৃত্তের কেন্দ্রের দিকে। চিত্রে O থেকে A বিন্দুতে যেতে ত্বরণ 10 ms^{-2}। $x^2 = 80$ y এবং 

B(x, y) থেকে প্রাপ্ত $v_0 = 20$ ms^{-1} 

Hints: $2y\frac{v_0^2}{g} = x^2 = 80$ y

◉ স্থির অবস্থা হতে t সময়ে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণের লেখচিত্র, 

◉ একটি বস্তু স্থির অবস্থা হতে অসমত্বরণে এমনভাবে গতিশীল যাতে তার ত্বরণের সর্বোচ্চ মান ধীরে ধীরে হ্রাস পেয়ে শূন্য হয়। পাশের বেগ বনাম সময় লেখচিত্র ইহা নির্দেশ করে। 



PQ লেখচিত্রে v এর সমীকরণ v = at

◉ প্রাসের গতিপথের যে কোনো বিন্দুতে ত্বরণের অনুভূমিক উপাংশ শূন্য।

◉ প্রাসের সর্বোচ্চ উচ্চতার রাশিমালা হলো, $H_{max} = \frac{v^2 \sin^2 \theta}{2g}$।

◉ প্রাসের নিক্ষেপণ বিন্দু ও পতন বিন্দুর মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্বকে পাল্লা বলে।

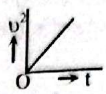
◉ একটি কণা 2.0 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 30 বার আবর্তন করলে এর রৈখিক বেগ হবে 2π ms^{-1}।

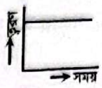
◉ একটি বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে প্রক্ষেপ করা হলে বস্তুটির অনুভূমিক পাল্লা উল্লম্ব উচ্চতার দ্বিগুণ হবে।

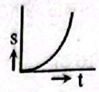
◉ প্রাসের বিচরণ কালের সমীকরণ হলো, $T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$।

◉ খাড়াভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতার সমীকরণ হলো, $H = \frac{v_0^2}{2g}$।

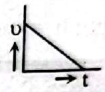
◉ স্থির অবস্থা হতে সমত্বরণে গতিশীল কোনো বস্তুকণার v^2 বনাম t লেখচিত্র হলো

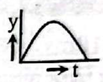


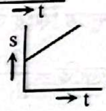
◉ সোজাপথে চলমান একটি গতিশীল গাড়ির সুষম ত্বরণ বৃদ্ধি পাশের লেখচিত্র দ্বারা প্রকাশ করা যায়। 

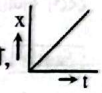
◉ যখন t = 0 তখন স্থির অবস্থান থেকে একটি বস্তু চলতে শুরু করে ধ্রুব ত্বরণে চলতে থাকে। পাশের লেখচিত্র সঠিকভাবে সময়ের সাথে সরণের পরিবর্তন নির্দেশ করে। 

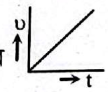
◉ v বেগে একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো এবং t সময় পর ভূমিতে ফিরে এলো।

(ক) এক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখচিত্র হলো। 

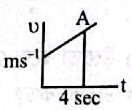
(খ) এক্ষেত্রে সরণ বনাম সময় লেখচিত্র হলো: 

◉ x বনাম t লেখচিত্রে সমবেগ প্রকাশের লেখচিত্র হলো: 

বা, 

◉ $x = \frac{1}{3}t^2 + 3t$ সমীকরণটি একটি বস্তুর ধরন নির্দেশ করলে বেগ বনাম সময়ের লেখচিত্র হবে 

◉ সর্বাধিক উচ্চতায় প্রাসের গতি একমাত্রিক। প্রাসের X অক্ষের ত্বরণ $a_x = 0$, Y-অক্ষের ত্বরণ $a_y = -g$। অনুভূমিকের দিকে প্রাসের ত্বরণ না থাকায় অনুভূমিক দিকে বেগের উপাংশ ধ্রুব থাকে।

◉ 

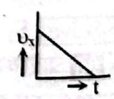
(ক) গ্রাফটির ঢাল ত্বরণ $a = \frac{v}{t}$ নির্দেশ করে।

(খ) A বিন্দুতে বেগ হবে $v = u + at = 3 + 2 \times 4 = 11$ ms^{-1}

◉ একই নিক্ষেপণ বেগ ও একই পাল্লার জন্য একটি নিক্ষেপণ কোণ 30° হলে অপর কোণ হবে 60°।

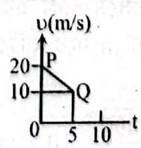
ব্যাখ্যা : $\theta = 90° - \alpha$ হলে R একই হয়,

$\therefore \theta = 90° - 30° = 60°$



◉ খাড়া ওপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর বেগ বনাম সময় লেখচিত্র হচ্ছে

◉ $x = 12t - 1.2t^2$ হলে t = 3 sec সময়ে বেগ 4.8 ms^{-1}

এবং ত্বরণ – 2.4 ms^{-2}। 

◉ PQ লেখচিত্রের জন্য υ = at প্রযোজ্য।

CamScanner

PYQ — PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. x-অক্ষ বরাবর চলমান একটি বস্তুর বেগ দেওয়া আছে $v = 4t - 3t^2$ যেখানে, v মি/সে এবং t সেকেন্ডে প্রকাশিত। t = 0 সেকেন্ড হতে t = 2 সেকেন্ড পর্যন্ত সময়কালে বস্তুটির গড় বেগ কত হবে? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 0 m/s B. –2 m/s C. 2 m/s D. –4 m/s

(A) Explanation গড় সরণ $S = \int_0^2 v.dt = \int_0^2 4t - 3t^2$

$= \left[\frac{4t^2}{2} - \frac{3t^3}{3}\right]_0^2 = 2 \times 4 - 2^3 = 8 - 8 = 0$

$\therefore$ গড় বেগ $= \frac{\text{গড় সরণ}}{\text{মোট সময়}} = 0$

02. একটি বস্তু স্থির অবস্থা থেকে সুষম ত্বরণে যাত্রা করে। যদি প্রথম সেকেন্ডে এটি 5.0 মি দূরত্ব অতিক্রম করে, তাহলে তৃতীয় সেকেন্ডে এটি কত দূর যায়? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 5.0 m B. 15 m C. 25 m D. 45 m

(C) Explanation প্রথম সেকেন্ডে, $S = u + \frac{1}{2} a (2t - 1)$

$\Rightarrow 5 = 0 + \frac{1}{2} \times a (2.1 - 1) \Rightarrow a = 10ms^{-2}$

তৃতীয় সেকেন্ডে, $S = u + \frac{1}{2} a (2t - 1) = \frac{1}{2} \times 5 \times 5 = 25m$

03. একটি স্থির বস্তুকে উঁচু স্থান থেকে মুক্তভাবে ছেড়ে দেওয়া হলো। তৃতীয় ও চতুর্থ সেকেন্ডের মধ্যে এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [DU-7Clg: 2022-23]

A. 4.9 m B. 9.8 m C. 29.4 m D. 34.3 m

(B) Explanation ৩য় সেকেন্ডে দূরত্ব $s_{3rd} = u + \frac{1}{2} g (2t - 1)$

$= \frac{1}{2} \times 9.8 (2 \times 3 - 1)$

$\therefore s_{3rd} = 24.5m$

৪র্থ সেকেন্ডে, $s_{4th} = \frac{1}{2} g (2t - 1) = \frac{1}{2} \times 9.8 (2 \times 4 - 1)$

$\therefore s_{4th} = 34.3m$

$\therefore \Delta s = s_{4th} - s_{rd} = 34.3 - 24.5 = 9.8m$

04. একটি বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের সমীকরণে, $s = 2t - 3t^2 + 4t^3$। যাত্রা শুরুর 2 সেকেন্ড পর ত্বরণের মান কত হবে? [DU-7Clg: 2020-21]

A. 38 B. 42 C. 48 D. 24

(B) Explanation সরণ, $S = 2t - 3t^2 + 4t^3$

$\therefore$ বেগ, $v = \frac{ds}{dt} = 2 - 6t + 12t^2$

$\therefore$ ত্বরণ, $a = \frac{dv}{dt} = -6 + 24t$

$\therefore$ 2sec পরে ত্বরণ $= -6 + (24 \times 2) = 42$ একক

05. একটি বস্তু স্থিতিশীল অবস্থা থেকে $3\ ms^{-2}$ সমত্বরণে চলতে লাগল। 3 sec পরে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [DU-7Clg. 2019-20]

A. 9 m B. 13 m C. 13.5 m D. 27 m

(C) Explanation $s = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 3^2 = 13.5$ m.

06. একটি বস্তু 2π m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে $4.0\ ms^{-1}$ সমদ্রুতিতে ঘুরছে। একবার ঘুরে আসতে বস্তুটির কত সময় লাগবে? [DU-7Clg. 2019-20]

A. $(\pi^2/2)$s B. π^2s C. $(1/\pi)$s D. $(2/\pi^2)$s

(B) Explanation s = বৃত্তের পরিধি $= 2\pi r = 2\pi.2\pi = 4\pi^2$

$\therefore s = vt \Rightarrow t = \frac{4\pi^2}{4} = \pi^2$ sec.

07. একটি বল উলম্বভাবে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। সর্বোচ্চ বিন্দুতে এর ত্বরণ হলোঃ [DU-7Clg. 2018-19]

A. শুন্য B. g, নিচের দিকে C. g, উপরের দিকে D. 2g, নিচের দিকে

(B) Explanation সর্বোচ্চ বিন্দুতে অনুভূমিক ত্বরণ শূন্য এবং উলম্ব ত্বরণ g নিচের দিকে কাজ করে।

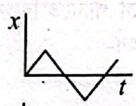
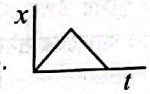
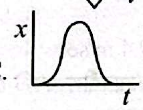
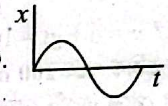
IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. 0.006 kg ভর বিশিষ্ট একটি বুলেট 120 m/s বেগে স্থির লক্ষ্যবস্তুতে বিদ্ধ হয়ে 0.01 s পরে থেমে গেল। লক্ষ্যবস্তুর অভ্যন্তরে বুলেটটি কতখানি দূরত্ব অতিক্রম করবে?

A. 0.6 m B. 1.2 m C. 1.0 m D. 0.8 m

(A) Explanation $s = \frac{u + v}{2} \times t = \frac{120 + 0}{2} \times 0.01 = 0.6$ m

02. একটি গাড়ি একটি সোজা রাস্তায় স্থির অবস্থা থেকে ত্বরণের মাধ্যমে যাত্রা শুরু করল। কিছু সময় পরে গাড়িটি মন্দনের মাধ্যমে থেমে যায়। গাড়িটি একই পথে একইভাবে যাত্রা করে পূর্ববর্তী স্থানে ফিরে আসে। নিম্নলিখিত কোন লেখচিত্রটি গাড়িটির গতিকে প্রকাশ করে?

A. 
B. 
C. 
D. 

Ans C

03. সরণ পাওয়া যায়-

A. বেগ-সময় লেখচিত্রের ঢাল থেকে
B. ত্বরণ-সময় লেখচিত্রের ঢাল থেকে
C. বেগ-সময় লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল থেকে
D. ত্বরণ-সময় লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল থেকে

(C) Explanation $v = \frac{ds}{dt} \Rightarrow s = \int v\, dt$

04. আনুভূমিক পথে সমগতিতে উড্ডয়নশীল একটি বোমারু বিমানের তলদেশ থেকে একটি বোমার বাঁধন আলগা করে ছেড়ে দেয়া হল। এটির গতিপথের আকার কি হবে?

A. Circular B. Straight C. Hyperbolic D. Parabolic

Ans D

05. একটি বস্তুকে অনুভূমির সাথে 30° কোণে নিক্ষেপ করা হল। পরবর্তীতে একই বস্তুকে একই আদি দ্রুতিতে অনুভূমির সাথে 40° কোণে নিক্ষেপ করা হল। নিম্নের কোনটি সত্য নয়?

A. আনুভূমিক পাল্লা বৃদ্ধি পেল
B. বেগের আনুভূমিক উপাংশ বৃদ্ধি পেল
C. সর্বোচ্চ উচ্চতা বৃদ্ধি পেল
D. বস্তুটির উড্ডয়নকাল বৃদ্ধি পেল

(B) Explanation $V = V_0 \cos\theta$, θ বাড়লে বেগের মান কমবে।

06. একটি প্রক্ষেপককে ভূমির সাথে 60°কোণে 3 m/s বেগে প্রক্ষেপ করা হলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রক্ষেপকটির বেগ কত হবে?

A. $\frac{3}{2}$ m/s B. $\frac{\sqrt{3}}{2}$ m/s C. 3 m/s D. 0 m/s

(A) Explanation $V = V_X \cos\theta = 3 \times \cos 60° = \frac{3}{2} ms^{-1}$

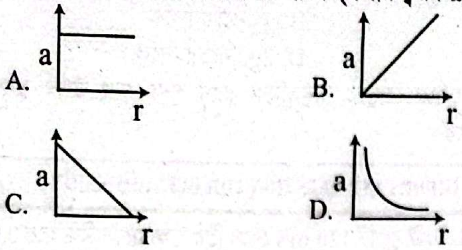
07. একটি প্রস্তর খন্ডকে 196 m/s বেগে সোজা উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। প্রস্তর খন্ডটির প্রাথমিক অবস্থানে ফিরে আসতে সময় লাগবে-

A. 10 sec B. 20 sec C. 30 sec D. 40 sec

(D) Explanation $T = \frac{2u}{g} = \frac{2 \times 196}{9.8} = 40$ sec

CamScanner

08. 10m/s সমদ্রুতিতে r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি কণার ক্ষেত্রে নিচের চারটি লেখচিত্রের কোনটি সঠিক (কণার ত্বরণ a)?



D Explanation $a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow a \propto \frac{1}{r}$ [যেহেতু দ্রুতি v ধ্রুবক]

$\Rightarrow ar = constant$; যা $xy = constant$ তথা অধিবৃত্তের গ্রাফ নির্দেশ করে।

09. সুষম ত্বরণ সম্পন্ন একটি গাড়ী 2nd সেকেন্ডে 10 m ও 3rd সেকেন্ডে 20m দূরত্ব অতিক্রম করলে গাড়িটির ত্বরণ কত ?

A. 8 m/s^2 B. 10 m/s^2
C. 15 m/s^2 D. none of the above

B Explanation $a = \frac{s_1 \sim s_2}{t_1 \sim t_2} = \frac{20 \sim 10}{3 \sim 2} = 10 m/s^2$

10. একটি পাথর একটি পুলের উপর থেকে 10 ms^{-1} বেগে পানিতে নিক্ষেপ করা হল। 3 s পর পানিতে আঘাতের সময় পাথরটির গতি বেগ-

A. 39.4ms^{-1} B. 40.0ms^{-1}
C. 30.0ms^{-1} D. 100.0ms^{-1}

A Explanation $v = u + gt = 10 + 9.8 \times 3 = 39.4$ m/sec

11. 2km উচুতে আনুভূমিক পথে 200 m/s সমদ্রুতিতে উড্ডয়নশীল একটি বোমারু বিমানের তলদেশ থেকে একটি বোমার বাধন আলগা করে ছেড়ে দেওয়া হলো। এটি মাটিতে পড়তে প্রায় কত সময় নেবে? (মনে করি পৃথিবী পৃষ্ঠে সমতল এবং মধ্যকর্ষণ জনিত ত্বরণ 10 m/s^2)

A. 20 s B. 15 s
C. 10 s D. 5 s

A Explanation আনূভূমিক দিকে নিক্ষেপ করলে $h = \frac{1}{2}gt^2$

বা, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 2 \times 1000}{10}} = 20s$

12. দুইটি গাড়ির মধ্যবর্তী দূরত্ব 150 km এবং একটি অপরটির দিকে যথাক্রমে 60km/h এবং 40km/h বেগে চলছে। তারা কত ঘন্টা পর মিলিত হবে?

A. 2.5h B. 2.0h
C. 1.75h D. 1.5h

D Explanation সময়, $t = \frac{\text{মোট দূরত্ব}}{\text{মোট বেগ}}$

$= \frac{150}{60 + 40} = \frac{150}{100} = 1.5h$

PRIME TEST

01. একটি প্রক্ষেপককে (projectile) X-অক্ষের সাথে θ কোণে v_0 আদিবেগে (initial velocity) শূন্যে নিক্ষেপ করলে এর পাল্লা (range) হবে-

A. $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g}$ B. $R = \frac{v_0^2 \sin \theta}{g}$

C. $R = \frac{v_0 \sin 2\theta}{g}$ D. $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{2g}$

02. উল্লম্বভাবে নিক্ষিপ্ত একটি বস্তুর সর্বাধিক উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময়-

A. $T = \frac{2v_0}{g}$ B. $t = \frac{v_0^2}{g}$ C. $t = \frac{v_0}{g}$ D. $t = \frac{v_0}{g^2}$

03. ত্বরণের মাত্রা সমীকরণ-

A. $[LT^{-2}]$ B. $[LT^{-1}]$
C. $[LT]$ D. $[LT^2]$

04. পিনি ও পালক পরীক্ষা প্রথম কে করেন?

A. গ্যালিলিও B. নিউটন
C. জেমস ওয়াট D. জুল ভার্ন

05. বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত বস্তুর উপর ক্রিয়ারত বল-

A. $F = \frac{mv}{r}$ B. $F = \frac{mv}{r^2}$

C. $F = \frac{mv^2}{r}$ D. $F = \frac{m^2v}{r}$

06. একটি গাড়ি 72km/h বেগে চলাকালে ব্রেক কষে 10 সেকেন্ডে থামানো হল। গাড়িটির মন্দন কত?

A. 3m/s^2 B. 1m/s^2 C. 2m/s^2 D. 2ft/s^2

07. 4kg ভরের একটি বস্তুখাড়া নিচের দিকে পড়ছে। বাতাসের বাধা 6.2N হলে বস্তুটির ত্বরণ কত ms^{-1}?

A.8.25 B. 12.25
C.24.8 D. 33

08. একটি বাঘ 20 m দূরে একটি হরিণ দেখে স্থিরাবস্থা থেকে 3 ms^{-2} ত্বরণে তার পশ্চাতে দৌড়াল। হরিণটি 13 ms^{-1} সমবেগে সরলপথে দৌড়াতে থাকলে কত দূরে বাঘটি হরিণকে ধরতে পারবে?

A. 150 m B. 130 m C. 300 m D. 330 m

09. 2 গ্রাম ভরের বুলেট 1 সে.মি. পুরু 4 টা তক্তা ভেদ করতে পারে। বুলেটটির বেগ অর্ধেক করা হলে তা অনুরূপ কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

A. 1 টি B. 3 টি C. 2 টি D. 4 টি

10. একটি বলকে 49 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে বলটি ঠিক কত সময়ের জন্য শূন্যে থাকবে?

A. 5s B. 15s
C. 10s D. 20s

OMR SHEET	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
01. A; 02. C; 03. A; 04. B; 05. C		
06	C	$u = 72/3.6 = 20ms^{-1}$; $v = u - at$ $\Rightarrow 0 = 20 - a \times 10 \therefore a = 2ms^{-2}$
07	A	$F = 4 \times 9.8 - 6.2 = 33$ $\therefore a = \frac{33}{4} = 8.25$
08	A	$\frac{1}{2}at^2 - 20 = vt \Rightarrow \frac{1}{2} \times 3 \times t^2 - 20 = 13t \Rightarrow t = 10s$ বাঘটির অতিক্রান্ত দূরত্ব $= \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^2 \Rightarrow 150\ m$
09	A	বেগ v গুণ করা হলে, ভেদ করা তক্তা, $n = v^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{4}\right) \therefore 4 \times \frac{1}{4} = 1$ টি
10	C	বিচরণকাল, $T = \frac{2u}{g} = \frac{2 \times 49}{9.8} = 10\ s$

CamScanner

অধ্যায় ০৪ প্রথম পত্র

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা
NEWTONIAN MECHANICS

কি, কেন পড়বো ? SURVEY TABLE কতটুকু পড়বো ?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	বল ভর ও ত্বরণ সংক্রান্ত	★★★
02	লিফট সংক্রান্ত	★★★
03	রকেট সংক্রান্ত	★
04	ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র সংক্রান্ত	★★
05	ঘর্ষণ সংক্রান্ত	★★★
06	ঘাত বল ও বলের ঘাত সংক্রান্ত	★★★
07	কেন্দ্রমুখী বল ও ত্বরণ সংক্রান্ত	★★
08	জড়তা ভ্রামক সংক্রান্ত	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

- নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টিতে প্রযুক্ত দ্বন্দের ভ্রামক কে বলে → টর্ক
- ঘূর্ণায়মান কনার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং কনার উপর প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুনফলকে বলে → কৌনিক টর্ক
- চলমান গতিতে রৈখিক ত্বরনের সাথে যেমন বল সংশ্লিষ্ট, ঘূর্ণন গতিতে কৌনিক ত্বরনের সাথে তেমনি সংশ্লিষ্ট রাশি হল →কৌনিক বল/ টর্ক
- একটি ঘড়ির মিনিটের কাটার প্রান্ত এবং মধ্য স্থলের কৌনিক বেগ → মধ্যস্থলে বেশী। বর্ষাকালে চলন্ত গাড়ির চাকা হতে কাদা ছিটকায় পড়ে কারণ কোন কেন্দ্রমুখী বল নেই। বলের ক্রিয়া রেখা যদি ঘূর্ণন অক্ষের সমান্তরাল হয়, তাহলে ঘূর্ণন অক্ষের লম্ব দিকে অবস্থিত তল বরাবর এর উপাংশ শূন্য হবে।
- লব্ধি বল = প্রযুক্ত বল – বাধা বল (লব্ধি বল → ত্বরণ সৃষ্টিকারী বল, প্রযুক্ত বল → গতির দিকে বল, বাধা বল → গতির বিপরীত দিকে বল)
  - এ ক্ষেত্রে টর্কশূন্য হবে এবং বস্তুটি ঘুরবে না।
  - কেন্দ্রমুখী বলের মান প্রযুক্ত বলের মানের সমান এবং বিপরীতমুখী।
  - জড়তার মোমেন্ট হ্রাস করার জন্যই দৌড়ে চলার সময় হাত গুটিয়ে রাখা হয়।
  - দ্বন্দের দুটি বলের মধ্যবর্তী লম্ব দূরত্বকে বাহু বলে।
- একটি লিফটের মেঝেতে রাখা একটি ওজন মাপার যন্ত্রের উপর একজন 50kg ভর বিশিষ্ট মানুষ দাড়িয়ে আছে। লিফটি স্থিত অবস্থা থেকে $2m/s^2$ ত্বরনে 1 সেকেন্ড ধরে উপরের দিকে ওঠে, তার পর সমদ্রুতিতে উঠতে থাকে। লিফটি চলার পর থেকে ওজন মাপার যন্ত্রে কত ভর দেখবে? (ধরে নাও মধ্যকর্ষন জনিত ত্বরন $10m/s^2$) → Always 50 kg
- মাত্রা সমীকরণ:

রাশি	একক	মাত্রা সমীকরণ
বল	N	$[MLT^{-2}]$
ভরবেগ	$Kgms^{-1}$	$[MLT^{-1}]$
ঘাত বল	N	$[MLT^{-2}]$
বলের ঘাত	Ns	$[MLT^{-1}]$

- গুরুত্বপূর্ণ কিছু রাশির একক এবং মাত্রাসমূহ:

রাশি	একক	মাত্রা
দ্বন্দ্ব বা কাপল, টর্ক	N – m	ML^2T^{-2}
দ্বন্দ্বের ভ্রামক	Nm or Joule	ML^2T^{-2}
টর্ক বা বলের ভ্রামক	Nm or Joule	ML^2T^{-2}
কৌণিক ভরবেগ	Kgm^2s^{-1}	ML^2T^{-1}
জড়তার ভ্রামক	Kgm^2	ML^2
কৌণিক বেগ	$rad\ s^{-1}$	T^{-1}
কৌণিক ত্বরণ	$rad\ s^{-2}$	T^{-2}

স্থিতি জড়তার দৃষ্টান্ত

- জড়তা: একটি বস্তু যেমন আছে ঠিক তেমন থাকতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে। জড়তা ২ প্রকার-

স্থিতি জড়তা	• মুদ্রা ও কাপের পরীক্ষা। • হঠাৎ গাড়ি চলতে থাকলে আরোহী পিছনের দিকে হেলে পড়ে। • ঘোড়া হঠাৎ চলতে শুরু করলে আরোহী পেছনে হেলে পড়া। • কাঁচের জানালায় বুলেট লাগালে বুলেটের সমান ব্যাসের একটি গোলাকার ছিদ্র উৎপন্ন হয়। কিন্তু আশে পাশের কাঁচ ফেটে যায় না। • ধূলিযুক্ত পোশাক দড়ি দিয়ে আঘাত করলে ময়লা দূর হয়।
গতি জড়তা	• চলন্ত গাড়ি হঠাৎ থেমে গেলে আরোহী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। • ধাবমান ঘোড়ার পিঠ হতে লাফ দিয়ে আরোহী পুনরায় ঘোড়ার পিঠে ফিরে আসে। • লংজাম্প প্রতিযোগীতায় প্রতিযোগীরা কিছু দূর দৌড়ে তারপর লাফ দেন।

- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র:

সংজ্ঞা: বস্তুর ভর ও বেগের সমন্বয়ে বস্তুতে যে ধর্মের উদ্ভব হয় তাকে বস্তুর ভরবেগ বলে। বস্তুর ভর ও বেগের গুণফল দ্বারা ভরবেগ পরিমাপ করা হয়। গতি জড়তা ভরবেগের সমানুপাতিক। ইহা একটি ভেক্টর রাশি।

- রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষণের দৃষ্টান্ত : জেট ইঞ্জিন, ক্যারামের গুটি, মসৃণ তলে মার্বেলের সংঘর্ষ, রকেটের গতি, বন্দুকের পশ্চাৎ গতি, নৌকা থেকে লাফ দেওয়া।

- চার প্রকার মৌলিক বলের তুলনা :

বিষয়	মহাকর্ষ বল	দূর্বল নিউক্লিয় বল	তড়িৎ চুম্বকীয় বল	সবল নিউক্লিয় বল
কণার বিনিময়	গ্রাভিটন	Intermediate vector bosons	ফোটন (n)	মেসন
ধর্ম	আকর্ষণ ধর্মী	বিকর্ষণ ধর্মী	আকর্ষণ ধর্মী ও বিকর্ষণ ধর্মী	আকর্ষণ ধর্মী
পাল্লা	অসীম এ বলের মান কখনও শুন্য হয় না	$10^{-16}m$ এর কম। তবে 10^{-15} এর বেশী দূরত্বে এ বল অনুভূত হয় না	অসীম	$10^{-15}m$ তবে $10^{-14}m$ দূরত্বে এ বল উপেক্ষানীয়
আপেক্ষিক সবলতা	1	10^{30}	10^{39} (শা.তপন) 10^{40} (তফাজ্জল)	10^{41} (শা.তপন) 10^{42} (তফাজ্জল)
উদাহরণ	ইলেকট্রন ও প্রোটনের মধ্যকার বল	নিউক্লিয় বিটা ভাঙ্গন ও তেজস্ক্রিয়তা ভাঙ্গার জন্য দায়ী	স্থিতিস্থাপক বল, ঘর্ষন বল, স্প্রিং এর মধ্যকার বল, রাসায়নিক বিক্রিয়া, আণবিক গঠন।	ক. প্রোটন ও নিউট্রনকে আবদ্ধ করে নিউক্লিয়াস তৈরী।

CamScanner

- প্রফেসর আব্দুস সালাম, ওয়াইন বার্গ ও গ্লাসো তিনজন গবেষণা করে দুর্বল নিউক্লিয় বল ও তড়িৎ চুম্বকীয় বলের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করেছেন, যা সালাম ও ওয়াইনবার্গ তত্ত্ব নামে পরিচিত।

■ **স্পর্শ বল ও অস্পর্শ বলের পার্থক্য:**

স্পর্শ বল	অস্পর্শ বল
যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ প্রয়োজন তাকে স্পর্শ বল বলে।	যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর সংস্পর্শ প্রয়োজন হয় না তাকে অস্পর্শ বল বলে।
উদাহরণ: ▪ ঘর্ষণ বল ▪ টানা বল ▪ সংঘর্ষের ফলে সৃষ্ট বল ▪ সান্দ্র বল	উদাহরণ: মহাকর্ষ বল।

- সমান ভরের দুইটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষ হলে একটি বস্তু অপরটির বেগ প্রাপ্ত হবে অর্থাৎ বস্তুদ্বয় বেগ বিনিময় করে।
- নিউটনের প্রথম সূত্র থেকে বস্তুর জড়তা সম্পর্কে জানা যায়।
- কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য।
- চিরায়ত বলবিদ্যার মতে স্থান, কাল, ভর এগুলো ধ্রুবক।
- বলের ভ্রামকের মাত্রা সমীকরণ $[ML^2T^{-2}]$। কৌণিক ভরবেগ $[ML^2T^{-1}]$, জড়তার ভ্রামক $[ML^2]$, কৌণিক বেগ $[T^{-1}]$, কৌণিক ত্বরন $[T^{-2}]$
- কেন্দ্রবিমুখী বল বলের কারনে মাখনকে দুধ থেকে পৃথক করা যায়।
- কৌণিক ত্বরণের একক rad/s^2।
- মহাকর্ষ বল সর্বাপেক্ষা দুর্বল বল। নিউক্লিয় বল সর্বাপেক্ষা শক্তিশালী বল। মহাকর্ষ বল < দুর্বল নিউক্লিয় বল < তড়িৎ চুম্বকীয় বল < সবল নিউক্লিয় বল।
- ভূমির সাথে θ কোনে আনত কোনো তল হতে একটি বস্তু পড়তে থাকলে বস্তুর ত্বরণের মান $g \sin\theta$।
- ফুটবল খেলায় নিউটনের গতি সূত্র প্রযোজ্য।
- বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন।
- নিউক্লিয়াসের মধ্যে মেসন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের দ্বারা সবল নিউক্লিয় বলের উৎপত্তি হয়
- চাঁদের রৈখিক বেগ $1.55\ kms^{-1}$
- একটি ঘড়ির মিনিটের কম্পাঙ্ক (Hz) 2.78×10^{-4}Hz
- কোন অক্ষের চারদিকে একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক নির্ভর করে → বস্তুর ভর বিন্যাসের উপর।
- রাস্তার ব্যাংকিং নির্ভর করে → গাড়ির দ্রুতি ও রাস্তার বাঁকের উপর।
- ক্রিয়া এবং প্রতিক্রিয়া বল সব সময়ই → একই বস্তুর উপর ক্রিয়া করে।
- নিউটনের তৃতীয় সূত্রের প্রয়োগ নয় → যাত্রীবাহী বাস।
- টর্কের মান বেশী হলে কোন বস্তুর ঘূর্নন → কমে যায়।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র $F = ma;\ a = \frac{dv}{dt};\ a = \frac{v-u}{t};\ a = \frac{v^2-u^2}{2s};$

$a = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1};\ a = \frac{2S}{t^2}$ [u=0]

সূত্র একটি বস্তুকে 'a' ত্বরণে উর্ধ্বগামী করতে প্রকৃত ত্বরণ = g + a

সূত্র একটি বস্তুকে 'a' ত্বরণে নিম্নগামী করতে প্রকৃত ত্বরণ = g − a

সূত্র m ভরের বস্তুকে 'a' ত্বরণে উর্ধ্বগামী করতে প্রযুক্ত বল, F=m(g+a)

সূত্র m ভরের বস্তুকে 'a' ত্বরণে নিম্নগামী করতে প্রযুক্ত বল, F= m(g−a)

সূত্র m ভরের বস্তুকে সমবেগে উর্ধ্বগামী/নিম্নগামী করতে প্রযুক্ত বল, F= mg

সূত্র রকেটের উপর ক্রিয়াশীল লব্ধিত্বরণ, $a = \frac{v_r}{m}\left(\frac{dm}{dt}\right) - g$

সূত্র রকেটের ক্ষেত্রে, উর্ধ্বমুখী ধাক্কা বা বল, $F = v_r \frac{dm}{dt}$

সূত্র

(i) m_1 ভরের একটি বস্তু u_1 বেগে চলছে। এর ভর পরিবর্তন হয়ে m_2 হলে, যদি নতুন বেগ u_2 হয় তবে, $m_1u_1 = m_2u_2$

(ii) m ভরের বস্তু ধাক্কার পর m_1, m_2, m_3 ভরের তিনটি টুকরায় পরিণত হয়ে, u_1, u_2, u_3 ভরের তিনটি টুকরায় পরিণত হয়ে u_1, u_2, u_3 বেগে চললে এদের প্রত্যেকের ভরবেগ সমান হবে। অর্থাৎ $m_1u_1 = m_2u_2 = m_3u_3$

Note: * ভর বেশি হলে বেগ কম হবে, ভর কম হলে বেগ বেশি হবে।
* হালকা বস্তুর গতিশক্তি সবচেয়ে বেশি হবে।

(iii) m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে u_1 ও u_2 বেগে একই দিকে গতিশীল হলে মিলিত বস্তুর বেগ, $v = \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2}$

(iv) m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে u_1 ও u_2 বেগে বিপরীত দিকে চলছে। বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার পর বেগ $v = \frac{m_1u_1 \sim m_2u_2}{m_1 + m_2}$

(v) m_1 ভরের একটি বস্তু u_1 বেগে m_2 ভরের একটি স্থির বস্তুকে ধাক্কা দিলে, ধাক্কার পর মিলিত বস্তুদ্বয়ের বেগ $v = \frac{m_1u_1}{m_1 + m_2}$

সূত্র $\mu_k = \frac{F_k}{R}$

সূত্র $\theta = \tan^{-1}(\mu_s)$

সূত্র বলের ঘাত $J = Ft = m\Delta v = \Delta p$

সূত্র $a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$

সূত্র $F = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$

সূত্র পানি ভর্তি বালতির কৌণিক বেগ (পানি যখন না পড়ে), $\omega = \sqrt{\frac{g}{r}}$

সূত্র পানি ভর্তি বালতির ঘূর্ণন বেগ (পানি যখন না পড়ে), $v = \sqrt{gr}$

সূত্র একটি বস্তুর r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v বেগে রাস্তার সাথে θ কোণে আনত হলে, রাস্তার ব্যাংকিং, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

সূত্র একটি বস্তুর r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে v বেগে রাস্তার সাথে θ কোণে আনত হলে, রেল লাইনের ক্ষেত্রে ব্যাংকিং, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{h}{x}$; [যখন θ খুবই ছোট] (এখানে, h = ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাতের উচ্চতা, x = পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব)

সূত্র

(i) সরু ও সুষম দন্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে ও তার দৈর্ঘ্যের অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান ঐ দন্ডের জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{m}{12} l^2$

(ii) সরু ও সুষম দন্ডের এক প্রান্ত দিয়ে ও তার দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে তার জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{3} ml^2$

(iii) নিজ অক্ষের চতুর্দিকে ঘূর্ণায়মান একটি নিরেট চোঙের সিলিন্ডারের জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2} mr^2$

(iv) ভারকেন্দ্রগামী ও প্রস্থের সমান্তরাল অক্ষ সাপেক্ষে আয়তাকার পাতের জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{ml^2}{12}$

(v) ভারকেন্দ্রগামী ও তলের লম্ব বরাবর অক্ষ সাপেক্ষে আয়তাকার পাতের জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{m}{12}(l^2 + b^2)$

(vi) নিরেট গোলক বা পৃথিবীর ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{2}{5} mr^2$

(vii) K চক্রগতির ব্যাসার্ধ হলে জড়তার ভ্রামক, $I = mK^2$

◉ ১ম বস্তুর ভর ২য় বস্তুর ভরের তুলনায় অনেক বেশি হলে সংঘর্ষের পর ১ম বস্তুটি একই বেগে চলতে থাকবে।

◉ জড়তার ভ্রামক ও ঘূর্ণন গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক হলো $E = \frac{1}{2} I\omega^2$। সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি ও জড়তার ভ্রামকের অনুপাত কৌণিকবেগের বর্গের সমানুপাতিক। একক কৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত বস্তুর গতি জড়তার ভ্রামক গতিশক্তির দ্বিগুণ।

◉ ভরবেগ 100% বৃদ্ধি করলে গতিশক্তির পরিবর্তন হবে 300%।

◉ একক সমকৌণিক বেগে আবর্তনরত কোনো দৃঢ়বস্তুর জড়তার ভ্রামক সংখ্যাগতভাবে এর গতিশক্তির দ্বিগুণ।

◉ কোনো দৃঢ় বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K = \sqrt{\frac{I}{M}}$। কোনো কণার ওপর প্রযুক্ত টর্ক শূন্য হলে কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক হয়। ডাইভিং এ লাফ দেওয়ার সময় সাতারুর কৌণিক ভরবেগ ধ্রুব থাকে।

◉ কোনো বিন্দুর সাপেক্ষে ভরবেগের ভ্রামককে কৌণিক ভরবেগ বলে। কেন্দ্রমুখি বলের ভেক্টররূপ $\frac{m(\vec{v} \times \vec{v})}{r}$

◉ বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত বস্তুর রৈখিক দ্রুতি υ এবং আবর্তনকাল T এর মধ্যকার সম্পর্ক হলো, $v = \frac{2\pi r}{T}$

◉ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংরক্ষিত থাকে গতিশক্তি এবং ভরবেগ। অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে মোট গতিশক্তি এবং ভরবেগ সংরক্ষিত হয় না।

◉ দুটি বস্তুর সংঘর্ষে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল — (১) সমান ও বিপরীত (২) সর্বদা একই বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে।

◉ বলের ঘাতের একক নিউটন-সেকেন্ড, ভরবেগ ও গতিশক্তির সম্পর্ক হলো, $E_k = \frac{P^2}{2m}$

◉ সবল নিউক্লীয় বল আকর্ষণধর্মী, স্বল্প পাল্লার এবং চার্জ নিরপেক্ষ। মহাকর্ষ বল মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে না। মহাকর্ষ বলের তীব্রতা 1 হলে সবল নিউক্লীয় বলের তীব্রতা 10^{41}। সবল নিউক্লীয় বল সবচেয়ে শক্তিশালী আর সবচেয়ে দুর্বল বল মহাকর্ষ বল।

◉ M ভরের এবং R ব্যাসার্ধের একটি চাকতি তার সাথে লম্ব বরাবর অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক $\frac{MR^2}{2}$। কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক নির্ভর করে ভর ও ঘূর্ণন অক্ষের ওপর। ডাল ভাঙ্গানোর যাতাকলে কিনারার কণার রৈখিক বেগ বেশি এবং প্রতিটি কণার কৌণিক ভরবেগ সমান।

◉ আণবিক গঠনের জন্য দায়ী তড়িৎ চৌম্বক বল। বৃত্তাকার গতির ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ $mr^2\omega$.

◉ বলের এস.আই. একক নিউটন ও এফ. পি. এস.একক পাউন্ডাল, বলের মাত্রা $[MLT^{-2}]$, বল $F = ma$.

◉ মহাকর্ষ বলের মান 10^{-41} হলে দুর্বল নিউক্লীয় বল, তড়িচ্চুম্বকীয় বল ও সবল নিউক্লীয় বলের মান হবে যথাক্রমে 10^{-11}, 10^{-2}, 1। আবার, সবল নিউক্লীয় বলের মান 10^{41} ধরলে, দুর্বল নিউক্লীয় বল, তড়িচ্চুম্বকীয় বল এবং মহাকর্ষ বলের আপেক্ষিক সবলতার মান হবে যথাক্রমে 10^{31}, 10^{39}, ও 1।

◉ সবল নিউক্লীয় বলের পাল্লা 10^{-15} m এবং দুর্বল নিউক্লীয় বলের পাল্লা 10^{-16}m।

◉ ভরবেগের এস.আই. একক, $kgms^{-1}$ এবং মাত্রা, $[MLT^{-1}]$

◉ বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান। বলের ঘাত হলো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল। কিন্তু ঘাত বল হলো একটি বৃহৎ মানের অত্যন্ত ক্ষণস্থায়ী বল। ঘাত বলের মাত্রা $[MLT^{-2}]$ এবং বলের ঘাতের মাত্রা $[MLT^{-1}]$।

◉ রকেটের ভর কমালে ত্বরণ বৃদ্ধি পায়। গ্যাসের আপেক্ষিক বেগ বৃদ্ধি করলে ত্বরণও বৃদ্ধি পাবে।

◉ আলোর বেগের কাছাকাছি বেগসম্পন্ন বস্তুর গতির ক্ষেত্রে নিউটনের সূত্র প্রয়োগ করা যায় না, সেক্ষেত্রে আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার সূত্র ব্যবহার করতে হয়।

◉ কৌণিক বেগের একক radian/sec এবং মাত্রা $[T^{-1}]$। রৈখিক বেগ = কৌণিক বেগ × বৃত্তের ব্যাসার্ধ অর্থাৎ $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$।

◉ একক কৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান।

◉ জড়তার ভ্রামকের একক kgm^2 এবং মাত্রা $[ML^2]$ জড়তার ভ্রামক নির্ভর করে বস্তুর ভর ও ঘূর্ণন অক্ষের ওপর।

◉ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে দুটি সমান ভরের বস্তু পরস্পর বেগ বিনিময় করে।

◉ নিউক্লিয়নের মধ্যে মেসন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের মাধ্যমে সবল নিউক্লীয় বলের উৎপত্তি হয়।

◉ ফোটন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের ফলে তড়িৎ চৌম্বকীয় বল কার্যকর হয়।

◉ গ্রাভিটন কণার বিনিময়ের ফলে মহাকর্ষ বল কার্যকর হয়।

◉ বোসন নামক এক প্রকার কণার পারস্পরিক বিনিময়ের মাধ্যমে দুর্বল নিউক্লীয় বল কার্যকর হয়।

◉ নির্দিষ্ট ভরের কোনো চাকতির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে কেন্দ্রমুখি অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এক-চতুর্থাংশ হবে।

◉ $I = I_G + Mh^2$ হচ্ছে সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য এবং $I_z = I_x + I_y$ হলে লম্ব অক্ষ উপপাদ্য।

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া বলের মধ্যবর্তী কোণ কত? **[DU-7Clg: 2021-22]**

A. 0° B. 90° C. 180° D. 360°

Ⓒ Explanation নিউটনের ৩য় সূত্র: প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

১. ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া একই সময়ে ভিন্ন বস্তুতে ঘটে।

২. বলদ্বয় সমান ও বিপরীতমুখী

৩. মধ্যবর্তী কোণ 180°.

02. 100kg ভরের একজন লোক লিফটে দাঁড়িয়ে আছে। লিফটি যদি $2ms^{-2}$ ত্বরণে উপরের দিকে উঠতে থাকে তাহলে লোকটির উপর উর্ধ্বমুখী প্রতিক্রিয়া বল কত? **[DU-7Clg: 2021-22]**

A. 780N B. 980N C. 1180N D. 1960N

Ⓒ Explanation উদ্ধমুখী প্রতিক্রিয়া বল,

$R = m(g + a) = 100(9.8 + 2) = 1180$ N

03. হাতঘড়ির মিনিটের কাঁটার কৌণিক বেগ কত? **[DU-7Clg: 2020-21]**

A. $\frac{\pi}{3600}$ rad s^{-1} B. $\frac{\pi}{1800}$ rad s^{-1} C. $\frac{\pi}{30}$ rad s^{-1} D. 2π rad s^{-1}

Ⓑ Explanation মিনিটের কাটার আবর্তন কাল = 3600sec;

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3600} = \frac{\pi}{1800}$ $rads^{-1}$ $\left[\frac{\theta}{t}\text{ সমবেগ যেহেতু}\right]$

04. টর্কের মাত্রা কোনটি? **[DU-7Clg. 2019-20, 2017-18]**

A. M^2LT^{-2} B. ML^2T^{-2} C. MLT^{-1} D. MLT^{-2}

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

05. একটি জেট ইঞ্জিনের পিছনের দিকে গ্যাস বের করা এবং জেট প্লেন সামনের দিকে ধাক্কা দেওয়া নিচের কোনটির উদাহরণ? **[DU-7Clg. 2018-19]**

A. নিউটনের প্রথম গতিসূত্র B. ভরের সংরক্ষণ সূত্র

C. নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র D. নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র

Ⓓ Explanation নিউটন গতির তৃতীয় সূত্র:

- রকেট উড্ডয়ন
- পাখি উড়া
- নৌকা চালানো
- টেবিলের
- ঘোড়ার গাড়ি টানা উপর নাই
- বন্দুকের গুলি
- পায়ের হাটা

06. এক নিউটন বল সমান কত ডাইন? **[DU-7Clg. 2017-18]**

A. 10^{-3} ডাইন B. 10^4 ডাইন C. 10^5 ডাইন D. 10^6 ডাইন

Ⓒ Explanation $1N = 1$ kg $ms^{-2} = 1000gm \times 100cm \times 1s^{-2}$

$= 10^5 g$ $cms^{-2} = 10^5$ ডাইন

CamScanner

IQA IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. বৃত্তাকার পথে 72 km/h সমদ্রুতিতে চলমান কোন গাড়ীর কেন্দ্রমুখী ত্বরণ 1 m/s^2 হলে বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ কত?
A. 150 m B. 300 m
C. 400 m D. 200 m

(C) Explanation: $v = \frac{72}{3.6} = 20\, ms^{-1}$; কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a = \frac{v^2}{r}$

∴ বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{v^2}{a} = \frac{20^2}{1} = 400\, m$

02. 30kg ভরের একটি স্থির বস্তুর বেগ 2 মিনিটে বৃদ্ধি করে 36 km/hr এ উন্নীত করার জন্য বস্তুটির উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে?
A. 2N B. 2.5N
C. 300N D. 5 N

(B) Explanation: বেগ বৃদ্ধি, $\Delta v = \frac{36}{3.6}\, ms^{-1} = 10 ms^{-1}$

$\therefore F = ma = m\frac{\Delta v}{t} = 30 \times \frac{(10)}{2\times 60} = 2.5$ N Ans.

03. 8 kg ভরের একটি বস্তুতে $6m/s^2$ ত্বরণ প্রদান করতে হলে বস্তুটিতে কি পরিমাণ বল প্রয়োগ করতে হবে?
A. 18 N B. 28 N
C. 38 N D. 48N

(D) Explanation: ত্বরণ সৃষ্টিকারী বল, $F = ma = 8\times 6 = 48$ N Ans.

04. একটি 7.0 kg ভরের বস্তু একটি লিফটের মেঝের উপর স্থির অবস্থায় আছে। লিফটের উর্ধ্বগামী ত্বরণ 2 m/s^2 হলে বস্তুর উপর মেঝে কর্তৃক বল কত?
A. 68.6 N B. 54.6 N
C. 82.6 N D. 0.0 N

(C) Explanation: $T = F = m(g+a) = 7(9.8+2) = 82.6$ N

05. 20 m/s বেগে চলমান 1000 kg ভরের একটি ট্রাক 1500 kg ভরের একটি স্থির ট্রাককে ধাক্কা দিয়ে একসাথে যুক্ত হয়ে যে বেগে চলতে থাকবে-
A. 12.5 m/s B. 10 m/s
C. 8 m/s D. 7.5 m/s

(C) Explanation: $v = \frac{m_1 u_1}{m_1 + m_2} = \frac{20\times 1000}{1000+1500} = \frac{20\times 1000}{2500} = 8$ m/sec.

06. 36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রযুক্ত হলে 1 মিনিটে বস্তুটির বেগ 15 km/hr বৃদ্ধি পাবে?
A. 2.4 N B. 2.5 N
C. 14.4 N D. 28.8 N

(B) Explanation: $F = ma = m\times\frac{v \sim u}{t} = 36\times\frac{15}{60\times 3.6} = 2.5$ N

07. 5 kg ভরের একটি রাইফেল থেকে 20 g ভরের একটি বুলেট 1000 m/s গতিতে ছুটে যায়। পিছন দিকে রাইফেলের ধাক্কার বেগ কত?
A. 4 m/s B. 4000 m/s
C. 400 m/s D. 40 m/s

(A) Explanation: রাইফেলের ভর, M = 5Kg, বুলেটের ভর, m = 0.020Kg বুলেটের বেগ, V = 1000m/s, রাইফেলের বেগ, V =? MV = mv

বা, $V = \frac{mv}{M} = \frac{0.020\times 1000}{5} = 4$m/s

08. একটি কণা 40 cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 45 বার আবর্তন করে। কণাটির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ-
A. 8.88 m/s^2 B. 1.41 m/s^2
C. 35.55 m/s^2 D. 2.82 m/s^2

(A) Explanation: $a = \omega^2 r = \left(\frac{2n\pi}{t}\right)^2 \times r$

$= \left(\frac{2\times 45\times 3.14}{60}\right)^2 \times 0.4$

$= 8.88\ m/sec^2$

09. 10,000kg জ্বালানীসহ একটি রকেটের ভর 15000kg। জ্বালানী যদি 200 kg/s হারে পুড়ে রকেটের সাপেক্ষে 2000m/s বেগে নির্গত হয়, তাহলে রকেটের উপর প্রযুক্ত ধাক্কা বা প্রাষ্ট কত?
A. 4×10^5N B. 4×10^{-5}N
C. 4×10^4N D. 4×10^6N

(A) Explanation: $F = \frac{dm}{dt}.v_r = 200\times 2000 = 4\times 10^5$N

10. পৃথিবীর ঘূর্ণন হঠাৎ থেমে গেলে মেরুবিন্দুতে ভর হবে-
A. Less B. grater
C. the same as before D. very with latitude
Ans C

11. কোনটি টর্কের একক-
A. Dyne/cm B. N-m
C. N/m D. N/m.s
Ans B

12. কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি?
A. kg m^2s^{-1} B. kg m^2s^{-2}
C. kg ms^{-1} D. kg $m^2s^2s^{-2}$
Ans A

13. কোনটি সর্বাপেক্ষা দুর্বল বল-
A. মহাকর্ষ বল B. চৌম্বক বল
C. তড়িৎ- চৌম্বক বল D. নিউক্লিয় বল

(A) Explanation: চারটি মৌলিক বলের আপেক্ষিক সবলতা তুলনা করলে দেখা যায়, মহাকর্ষ বল সবচেয়ে দুর্বল এবং সবচেয়ে শক্তিশালী বল হচ্ছে সবল নিউক্লিয় বল।

14. বায়ুতে এক বাক্স তুলার ওজন এবং ৪টি লোহার বলের ওজন প্রতিক্ষেত্রে ঠিক 1kg দেখা গেলে-
A. তুলার ভর ও লোহার বলগুলোর ভর সমান
B. তুলার ভর বেশি
C. ভরের তুলনা বলের সংখ্যার উপর নির্ভর করবে
D. তুলার ভর কম
Ans A

15. Higgs প্রক্রিয়া এক ধরনের-
A. ভর তৈরির প্রক্রিয়া B. শক্তি তৈরির প্রক্রিয়া
C. ইলেকট্রন তৈরির প্রক্রিয়া D. বল তৈরির প্রক্রিয়া
Ans A

PRIME TEST

01. 'M' ভর এবং 'a' প্রান্তবিশিষ্ট একটি সুষম বর্গাকৃতির চাকতির একটি কর্ণের সাপেক্ষে এর জড়তার ভ্রামক:
A. $\frac{Ma^2}{3}$ B. $\frac{Ma^2}{6}$
C. $\frac{Ma^2}{9}$ D. $\frac{Ma^2}{12}$

02. দুটি বস্তুর ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়, এটি একটি-
A. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া B. অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া
C. রুদ্ধ তাপীয় প্রক্রিয়া D. সমোষ্ণ প্রক্রিয়া

03. বলের মাত্রা সমীকরণ-
A. $[ML^2T]$ B. $[MLT^{-2}]$
C. $[M^2LT]$ D. $[MLT^{-1}]$

CamScanner

04. নিচের বলগুলির মধ্যে কোনটি সবচেয়ে শক্তিশালী বল?
A. মহাকর্ষ বল
B. তড়িৎ চুম্বকীয় বল
C. সবল নিউক্লিয় বল
D. দুর্বল নিউক্লিয় বল

05. হাতঘড়ির ঘন্টার কাঁটার পর্যায়কাল কত?
A. 24 ঘন্টা
B. 12 ঘন্টা
C. 6 ঘন্টা
D. 1 ঘন্টা

06. হাতঘড়ির মিনিটের কাঁটার কৌণিক বেগ (angular velocity) কত?
A. $\frac{\pi}{1800}$ m/s
B. $\frac{\pi}{1800}$ rad/s
C. $\frac{\pi}{600}$ rad/s
D. $\frac{\pi}{1200}$ rad/s

07. 50m ব্যাসার্ধের রাস্তার বাঁকে 9.4 ms^{-1} বেগে একটি সাইকেল চালানোর সময় আরোহীর নতি কোণ কত?
A. 1.1°
B. 11°
C. 88°
D. 90°

08. একটি লিফট 2.8 ms^{-2} ত্বরণে নীচে নামছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো একজন ব্যক্তির ভর 90 kg হলে তিনি যে ওজন অনুভব করবেন-
A. 252 N
B. 630 N
C. 882 N
D. 1134 N

09. 500gm ভরের একটি বস্তু 2m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আবর্তন করছে। আবর্তন কাল 10s হলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ-
A. $1.115kgm^2s^{-1}$
B. $1.125kgm^2s^{-1}$
C. $1.256kgm^2s^{-1}$
D. $1.325kgm^2s^{-1}$

10. 5 kg ভরের একটি চাকার চক্রগতির ব্যাসার্ধ 20 cm। এর উপর 0.4N.m টর্ক প্রযুক্ত হলে, কৌণিক ত্বরণ কত হবে?
A. 2 rad s^{-2}
B. 0.5 rad s^{-2}
C. 2degs $^{-2}$
D. 0.5degs^{-2}

OMR SHEET	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	[illegible]

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. D; 02. B; 03. B; 04. C; 05. B
06		কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi\times1}{3600} = \frac{\pi}{1800} rads^{-1}$
07		রাস্তার আনতি কোণ, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{9.4^2}{50\times9.8}\right) = 11°$
08		নিম্নগামী লিফটের ক্ষেত্রে, $F = m(g-a) = 90\times(9.8-2.8) = 630$ N
09		$L = I\omega = mr^2\frac{2\pi}{T} = 0.5\times(2)^2\times\frac{2\pi}{10} = 1.256kgm^2s^{-1}$
10		$\tau = I\alpha$ বা, $\alpha = \frac{\tau}{mr^2} = \frac{0.4}{5\times(0.20)^2} = 2$ rad s^{-2}

অধ্যায় ০৫ প্রথম পত্র

কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা
WORK, ENERGY AND POWER

কি, কেন পড়ব? | SURVEY TABLE | কতটুকু পড়ব?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	কাজ সংক্রান্ত	★★★
02	শক্তি সংক্রান্ত	★★★
03	ক্ষমতা সংক্রান্ত	★★
04	কুয়া সংক্রান্ত	★
05	ভরবেগ সংক্রান্ত	★★
06	গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সংক্রান্ত	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

➤ কাজ: ব্যয়িত শক্তি ⟶ যে কোন ধরনের শক্তির পরিবর্তন। (গতিশক্তি/স্থিতি শক্তি/বিভব শক্তি/তাপ শক্তি/শব্দ শক্তি)

➤ একক/মাত্রা/মান:

উপাদান	একক/মাত্রা/মান	উপাদান	একক/মাত্রা/মান
কাজ/শক্তি/তাপ	জুল (J)/ML^2T^{-2}	1ev (আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানে শক্তি বা কাজ পরিমাপের জন্য ব্যবহার হয়)	1.60×10^{-19} J
ক্ষমতার	জুল/সেকেন্ড/ML^2T^{-3}	1erg	10^{-7} J
এক-ফুট পাউন্ডাল	0.04241 JL	1kwh	36×10^5J $=3.6\times10^6$J
এক মেগা ইলেকট্রন ভোল্ট	1.6×10^{-13} জুল	1wh	3600 J

এক অশ্ব ক্ষমতা: প্রতি সেকেন্ডে 746 J কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব ক্ষমতা বলে।

- 1 অশ্ব ক্ষমতা (HP) = 746W = 746 Js^{-1} = 550 $ftlbs^{-1}$
  $\therefore 1W = \frac{1}{746}$ অশ্ব ক্ষমতা
- $1KW = \frac{1000}{746} = 1.34$ অশ্ব ক্ষমতা।
- কোন যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে কার্যকরী শক্তি ও প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে বোঝায় (এর কোন একক নেই)

➤ শক্তির প্রকারভেদ ও রূপান্তর-

শক্তির প্রকারভেদ/রূপভেদ: ৯ প্রকার।

- (Heat) তাপ শক্তি
- (Electrical) বিদ্যুৎ শক্তি
- (Light) আলোক শক্তি
- (Nuclear) পারমাণবিক শক্তি
- (Magnetic) চৌম্বক শক্তি
- (Sound, Solar) শব্দ শক্তি ও সৌর শক্তি
- (Chemical) রাসায়নিক শক্তি

◆ বিভব শক্তি: অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি (উচ্চতার জন্য)।
◆ স্থিতি শক্তি: বস্তুর আকৃতি পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি (স্প্রিং, ফোম)

CamScanner

উদাহরণ	শক্তির রূপান্তর
▪ টারবাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন করা	▪ যান্ত্রিক শক্তি– বিদ্যুৎ শক্তিতে
▪ বৈদ্যুতিক বাতি	▪ বিদ্যুৎ শক্তি – আলোক শক্তিতে
▪ বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিতে তড়িৎচালনা করে তাপ উৎপন্ন করা ▪ এই তাপের সাহায্যে কাপড়-চোপড় ইস্ত্রি করা	▪ বিদ্যুৎ শক্তি – তাপ শক্তিতে ▪ তাপ শক্তি – যান্ত্রিক শক্তিতে
▪ বৈদ্যুতিক পাখা	▪ বিদ্যুৎ শক্তি –যান্ত্রিক শক্তিতে
▪ কাঁচা লোহার উপর অন্তরীত তামার তার জড়িয়ে বিদ্যুৎ চালনা করে পাতটিকে চুম্বকে পরিণত করা	▪ বিদ্যুৎ শক্তি – চুম্বক শক্তিতে
▪ ফটো ইলেকট্রিক কোষে আলো ফেলে বিদ্যুৎ প্রবাহ তৈরি করা	▪ আলোক শক্তি – বিদ্যুৎ শক্তিতে
▪ দুই হাতের তালু পরস্পর ঘষলে তাপ উৎপন্ন হয়	▪ যান্ত্রিক শক্তি – তাপ শক্তিতে
▪ ফটোগ্রাফিক ফিল্মের উপর আলোক সম্পাত করে আলোকচিত্র তৈরি করা	▪ আলোক শক্তি – রাসায়নিক শক্তিতে
▪ ঔষধের কারখানায় শ্রবণোত্তর বা শব্দোত্তর তরঙ্গের সাহায্যে জীবাণু ধ্বংস করা ▪ কর্পূরকে পানিতে দ্রবীভূত করা ▪ শব্দোত্তর তরঙ্গ দ্বারা বস্ত্রাদির ময়লা পরিষ্কার করা	▪ শব্দ শক্তি – যান্ত্রিক শক্তিতে
▪ বৈদ্যুতিক ঘন্টা ▪ টেলিফোন	▪ বিদ্যুৎ শক্তি – শব্দ শক্তিতে
▪ কয়লা পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়	▪ রাসায়নিক শক্তি – তাপ শক্তিতে
▪ বিদ্যুৎ কোষে রাসায়নিক দ্রব্যের বিক্রিয়ার ফলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়	▪ রাসায়নিক শক্তি – তড়িৎ বা বিদ্যুৎ শক্তিতে
▪ নিউক্লিয়ার রিয়াক্টরের মধ্যে একটি নিউট্রন দ্বারা ভারী পরমাণুকে আঘাত করে নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়া ঘটানো।	▪ পারমাণবিক শক্তি – তাপ শক্তিতে

➢ **সংরক্ষণশীল/অসংরক্ষণশীল বল:**

- সংরক্ষণশীল বলদ্বারা কৃতকাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব।
- সংরক্ষণশীল বল নিত্যতা সূত্র মেনে চলে।
- **সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ শূণ্য।**
  উদাহরণঃ অভিকর্ষীয় বল, বৈদ্যুতিক বল, তড়িৎ বল, চৌম্বক বল, মহাকর্ষ বল, আদর্শ স্প্রিং এর বিকৃতি প্রতিরোধী বল।
- অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ শূণ্য হয় না। উদাঃ সান্দ্র ও ঘর্ষন বল।
- কোনো যন্ত্রের দক্ষতা, 80% বলতে বোঝায়- যন্ত্রে 100 একক শক্তি সরবরাহ করলে 80 একক শক্তি পাওয়া যায় এবং $(100-80)=20$ একক অপচয় হয়।
- কোনো যন্ত্রেরই কর্মদক্ষতা 100% পাওয়া যায় না।

■ সংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ: অভিকর্ষীয় বল, বৈদ্যুতিক বল, তড়িৎ বল, চৌম্বক বল, মহাকর্ষ বল, আদর্শ স্প্রিং এর বিকৃতি প্রতিরোধী বল। অসংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ: ঘর্ষণ বল, সান্দ্র বল।

■ ট্রান্সফর্মার = ইহা বিভবের মান বাড়ায় বা কমায়,জেনারেটর ও ডায়নামো ইহা তড়িৎ উৎপন্ন করে এবং যান্ত্রিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে।

■ কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য।

■ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ $\theta=90^0$ হলে কাজ শুন্য 0^0 হলে সর্বোচ্চ, 180^0 হলে সর্বনিম্ন।

■ কাজ ও শক্তির একক ও মাত্রা একই।

■ পিস্টন ও সিলিন্ডারের মধ্যে ঘর্ষণ আছে।

■ একটি কাঁচা লোহার উপর অন্তরিত তামার তার জড়িয়ে বিদ্যুৎ চালনা করলে বিদ্যুৎশক্তি চুম্বকশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

■ অবস্থান সাপেক্ষে এক চক্র পরিমাণে গড় গতিশক্তি K.E.$=\frac{3}{2}\times$ মোট শক্তি।

■ বল ও সরনের মধ্যবর্তী কোনের মান কত হলে কাজের পরিমান শূন্য হয়- 90°
বলের মাত্রা সমীকরণ- MLT^{-2}

■ কাজের পরিমাণ সবচেয়ে বেশী হয় যখন প্রযুক্তবল ও সরণের মধ্যে কোণের মান হয়- 0°

■ সরণের মধ্যবর্তী কোণ $0°\le\theta<90°$ হলে কাজ ধনাত্মক।
সরণের মধ্যবর্তী কোণ $90°<\theta\le180°$ হলে কাজ ঋনাত্মক।

■ গতিশীল বস্তু যত নিচে নামে এর বিভব শক্তি হ্রাস পায় কিন্তু গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়।

■ সমান ভরবেগের ভারী বস্তুর চেয়ে হালকা বস্তুর গতিশক্তি বেশী।

■ সমান গতিশক্তির হালকা বস্তুর চেয়ে ভারী বস্তুর ভরবেগ বেশী।

■ বলের দ্বারা কাজ হলে গতিশক্তি বৃদ্ধি এবং স্থিতি শক্তি হ্রাস পায় এবং বস্তুর ত্বরণ সৃষ্টি হয়।

■ বলের বিরুদ্ধে কাজ হলে স্থিতি শক্তি বৃদ্ধি এবং গতিশক্তি হ্রাস পায় এবং বস্তুতে মন্দন সৃষ্টি হয়।

■ m ভরের একটি বস্তু সমবেগে (সরল রৈখিক) চলমান। যদি বস্তুটির বেগ দ্বিগুন করা হয় তবে এর গতিশক্তির কি পরিবর্তন হবে? → বস্তুটির গতিশক্তি পূর্বের গতিশক্তির চারগুণ।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র $W=\vec{F}.\vec{S}=FS\cos\theta$

সূত্র n সংখ্যক ইট দিয়ে স্মৃতিফলক তৈরী করতে কৃত কাজ,
$W=mgh\frac{n(n-1)}{2}$; যেখানে একটি ইটের ভর = m এবং একটি ইটের উচ্চতা = h; ইটের সংখ্যা = n

সূত্র $W=mgs\sin\theta$ → অনুভূমির সাথে কোণ সৃষ্টি করলে;
$W=mgs\cos\theta$ → দেয়ালের সাথে কোণ সৃষ্টি করলে।

সূত্র $E_p=mgh$

সূত্র গতিশক্তি, $E_k=\frac{1}{2}mv^2=\frac{p^2}{2m}$

সূত্র ভূমি স্পর্শ করা মুহূর্তে, $E_p=E_k$

সূত্র x উচ্চতায় E_k, E_p এর n গুণ হলে, $x=\frac{h}{n+1}$;
x উচ্চতায় E_p, E_k এর n গুণ হলে, $x=\frac{nh}{n+1}$

সূত্র কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন, $W=\frac{1}{2}m(v_1^2-v_2^2)$

সূত্র শক্তি ক্ষয়, $\Delta E=mg(h-x)$

সূত্র দেওয়াল কতৃক গড় বাধা, $FS=\frac{1}{2}mv^2$
কাঁদা কতৃক গড় বাধা, $F=\frac{mg(h+x)}{x}$

সূত্র স্প্রিং এর সঞ্চিত শক্তি, $W=\frac{1}{2}kx^2=\frac{F^2}{2k}$; $F=Kx\Rightarrow mg=kx$

সূত্র ক্ষমতা $=\frac{কাজ}{সময়}=\frac{w}{t}=\frac{mgh}{t}=\frac{\frac{1}{2}mv^2}{t}=\frac{FS}{t}=FV$

সূত্র দক্ষতা, $\eta=\frac{প্রযুক্ত\ ক্ষমতা}{মোট\ ক্ষমতা}$ বা, প্রযুক্ত ক্ষমতা $=\eta\times$ মোট ক্ষমতা

CamScanner

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 6N বল কোন নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করায় বস্তুটি বলের দিকে 60° কোন উৎপন্ন করে 10m দূরে সরে গেল। কাজের পরিমাণ কত?

Solve কাজ, $W = FS\cos\theta = 6\times10\cos60° = 30J$

MEx 02 5 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূমি হতে খাড়া উপরের দিকে 10m উপরে উঠানো হল। সম্পাদিত কাজের পরিমাণ হবে?

Solve $W = mgh$ বা $W = 5\times9.8\times10 = 490$ Joule

MEx 03 সিরাজ সাহেবের ভর 20 kg. তিনি 25cm উঁচু 20টি সিড়ি 10sec এ উঠেন। তার কৃতকাজ কত?

Solve $W = mgh = 20\times9.8\times\frac{25}{100}\times20 = 980J$

MEx 04 একটি গাড়ী 36 km/hr বেগে গতিশীল। প্রায় কোন বেগে চললে গাড়ীটির গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে?

Solve $v_2 = \sqrt{n}v_1 = \sqrt{2}\times\frac{36}{3.6} = 14\,m/sec$

MEx 05 0.5Kg ভরের একটি বোমা ভূমি হতে 1km উঁচুতে অবস্থিত একটি বিমান থেকে ফেলে দেয়া হল। ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতি শক্তি কত?

Solve ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি = উচ্চতায় স্থিতিশক্তি

∴ গতিশক্তি, $E_K = mgh = 0.5\times9.8\times1000 = 4900J$

MEx 06 একটি বস্তুকে নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দেয়া হলো। ভূমি হতে 10m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হলে কত উচ্চতা থেকে বস্তুটি ফেলা হয়েছিল?

Solve $x = \frac{h}{n+1} \Rightarrow 10 = \frac{h}{2+1} = 30m$

MEx 07 5 kg ভরের একটি হাতুড়ি দ্বারা দেয়ালে একটি পেরেককে 2 ms^{-1} বেগে আঘাত করায় এটি 10 cm ঢুকে গেল। দেয়ালের গড় বাধা বল নির্ণয় কর।

Solve $Fs = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow F = \frac{mv^2}{2s} \Rightarrow F = \frac{5\times(2)^2}{2\times0.10} = 100\,N$

MEx 08 2N/m স্প্রিং ধ্রুবক সম্পন্ন একটি আদর্শ স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য সাম্যাবস্থা থেকে 0.1m বৃদ্ধি করলে স্প্রিংয়ের স্থিতিশক্তির বৃদ্ধি হবে-

Solve $w = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times2\times(0.1)^2 = 0.01J$

একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

◉ সিঁড়ি বেয়ে ওপরে উঠতে কষ্ট হয় কারণ—অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়।

◉ কাজের অভিকর্ষীয় এক কেজি-মিটার। SI একক N – m

◉ গতিশীল কোনো বস্তুর ভরবেগ P এবং গতিশক্তি K হলে এদের মধ্যে সম্পর্ক হলো: $K = \frac{\vec{P}.\vec{P}}{2m} \Rightarrow \frac{P^2}{2m}$। বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত বস্তু কর্তৃক কৃত কাজ শূন্য হয়। কোনো বস্তুকে ওপরে তুললে যন্ত্রের ক্ষমতা, $P = F\times v = mgv$. মহাকর্ষীয় বিভবের সর্বোচ্চ মান হয় অসীমে এবং সর্বোচ্চ মান শূন্য।

◉ বৈদ্যুতিক বাল্বের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক শক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অভিকর্ষীয় বলের বিপরীত কাজ $W \propto h$.

◉ বস্তুর ভর ও বেগ উভয়ই দ্বিগুণ হলে গতিশক্তি পূর্বের 4 গুণ হয়। কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কাজ শূন্য হয়।

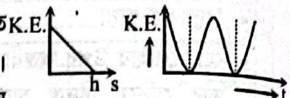
◉ একটি স্প্রিংকে সংকুচিত করলে তাতে স্থিতিশক্তি সঞ্চিত থাকে স্থিতিস্থাপক বলের বিরুদ্ধে কাজ $W \propto x^2$.

◉ ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = mgv$। গতিশক্তির মাত্রা $[ML^2T^{-2}]$, ধনাত্মক কাজের ক্ষেত্রে গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় এবং ত্বরণ হয়।

◉ সংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে—(১) পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য হয় (২) কাজের পরিমাণ কণার গতিপথের ওপর নির্ভর করে না (৩) শক্তি নিত্যতার সূত্র পালিত হয় (৪) কাজ পুনরুদ্ধার করা যায়। এই বলের উদাহরণ—অভিকর্ষীয় বল, বৈদ্যুতিক বল, স্প্রিং-এ বিকৃতি প্রতিরোধকারী বল।

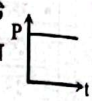
◉ অসংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে —(১) পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য হয় না। (২) কাজের পরিমাণ কণার গতিপথের ওপর নির্ভর করে। (৩) শক্তির নিত্যতা পালিত হয় না। (৪) কাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায় না। এই বলের উদাহরণ হলো— ঘর্ষণ বল, সান্দ্র বল।

◉ একটি বস্তুকে ভূমি হতে উল্লম্বভাবে ওপরে নিক্ষেপ করা হলো। h উচ্চতায় ওঠে আবার ভূমিতে পতিত হলো। পাশের লেখচিত্র (ক) ইহা নির্দেশ করে। গতিশক্তির সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান বনাম সময় লেখচিত্র (খ)- এ দেখানো হলো।



(ক) (খ)

◉ স্থির অবস্থার একটি বস্তুকে একটি স্থির মানের বল ক্রিয়া করায় বস্তুটি চলতে শুরু করে। ঘর্ষণ বিবেচনা না করলে পাশের লেখচিত্র বস্তুর ক্ষমতা প্রকাশ করে। কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃত কাজ শূন্য হয়।



◉ বস্তুর ভরবেগের মান উহার গতিশক্তির সমান হলে বস্তুটির বেগ 2 ms^{-1} হয়।

◉ সিঁড়ি বেয়ে ওপরে ওঠা ঋণাত্মক কাজ। আর নিচে নামা ধনাত্মক কাজ।

◉ বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 0° হলে কাজ সর্বোচ্চ হয় এবং 90° হলে সর্বনিম্ন হয়।

◉ ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ $[ML^2T^{-3}]$। h উচ্চতাবিশিষ্ট ঘনকের মধ্যে m ভরের গ্যাসের বিভবশক্তি শূন্য।

◉ সমান গতিশক্তিসম্পন্ন 9 g এবং 4g ভরের দুটি বস্তু A ও B এবং এর রৈখিক ভরবেগের অনুপাত হবে 3 : 2।

◉ কোনো বস্তুর ভরবেগ 100% বৃদ্ধি করলে গতিশক্তি 300% বৃদ্ধি পায়।

◉ কোনো যন্ত্রের কার্যকর শক্তি ও প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে দক্ষতা বলে।

◉ গতিশক্তি 4 গুণ বৃদ্ধি পেলে ভরবেগ 2 গুণ বৃদ্ধি পায়। ধনাত্মক কাজে গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়, ত্বরণ হয়।

◉ বল ও সরনের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে ঋণাত্মক কাজের শর্ত হবে $180° \le \theta < 90°$

◉ বলের দ্বারা কাজ বা ধনাত্মক কাজের শর্ত হবে $0° \le \theta < 90°$।

◉ কাজের মান শূন্য হবে যদি বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়।

◉ বস্তুর আকার পরিবর্তনের জন্য স্থিতিশক্তি লাভ করে— ধনুকে তীর লাগিয়ে টানলে, ধাতব পাতকে বাঁকালে।

◉ পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কাজের উদাহরণ (i) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে কৃত কাজ (ii) তড়িৎ বল কর্তৃক কৃত কাজ। (iii) স্প্রিং বলে কৃতকাজ।

◉ শূন্য কাজের শর্ত হলো — (i) $\cos\theta = 0$, (ii) বস্তুর ওপর বল প্রয়োগেও কোনো সরণ না ঘটলে। (iii) বল ও সরণ পরস্পর লম্বভাবে ঘটলে।

◉ বস্তুর স্থিতিশক্তি নির্ভর করে তার ভর ও উচ্চতার ওপর। বল ধ্রুবক বা স্প্রিং ধ্রুবক, $K = \frac{F}{x}$। মাত্রা $[MT^{-2}]$

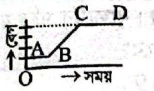
◉ একটি ভারী বস্তুকে মাথায় করে অনুভূমিক বরাবর রাস্তার ওপর দিয়ে এক স্থান হতে অন্য স্থানে সরানো হলো (১) ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ হয় (২) অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়া দ্বারা কাজ শূন্য।

◉ দুটি বস্তুকণার মধ্যকার দূরত্ব বৃদ্ধি করলে (i) মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃত কাজ ঋণাত্মক (ii) বাহ্যিক বল দ্বারা কৃত কাজ ধনাত্মক (iii) মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃত কাজ দূরত্বের আদি ও চূড়ান্ত মানের ওপর নির্ভর করবে। মধ্যবর্তী কোনো মানের ওপর নয়। মহাকর্ষ বিভব (V) ও প্রাবল্য (E) এর মধ্যে সম্পর্ক হলো $E = -\frac{dV}{dr}$।

◉ স্প্রিং সংকোচন ও প্রসারণের ক্ষেত্রে কাজ ও স্থিতিশক্তি প্রকাশের সমীকরণ, $W = \frac{1}{2}Kx^2$। অর্থাৎ স্থিতিস্থাপক বল দ্বারা কাজ সরণের বর্গের সমানুপাতিক।

◉ উড়োজাহাজ থেকে নিক্ষিপ্ত বোমা মাঝপথে ফেটে গেলে মোট ভরবেগ কমবে। অভিকর্ষীয় স্থিতিশক্তি বল দ্বারা সৃষ্ট সরণের সমানুপাতিক। $E_P = mgh \Rightarrow E_P \propto h$

CamScanner

◉ 

(i) চিত্র অনুযায়ী CD অংশের ভরবেগ হবে AB অংশের ভরবেগের চারগুণ।
(ii) CD অংশের বেগ দ্বিগুণ হলে গতিশক্তি AB অংশের চারগুণ হবে।

◉ সরল দোলকের দোলনের ক্ষেত্রে সর্বাধিক উচ্চতায় গতিশক্তি শূন্য, বিভবশক্তি সর্বাধিক। আবার সাম্যবস্থায় বা মধ্যবিন্দুতে গতিশক্তি সর্বাধিক, বিভবশক্তি শূন্য হয়।

◉ কাজকে বল ও সরণ এই দুটি ভেক্টর রাশির স্কেলার গুণফল দ্বারা পরিমাপ করা হয়। এর এস. আই. একক জুল বা নিউটন-মিটার। কাজের অভিকর্ষীয় একক কেজি-মিটার। কাজের মাত্রা ML^2T^{-2}।

◉ সরণ যদি শূন্য হয় তবে কাজ শূন্য হয়। অভিকেন্দ্র বল একটি কার্যহীন বল।

◉ স্থিতিস্থাপক বল দ্বারা কাজ সরণের বর্গের সমানুপাতিক, অর্থাৎ $W \propto x^2$ এবং অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃত কাজ সরণ বা উচ্চতার সমানুপাতিক অর্থাৎ $W \propto h$।

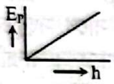
◉ স্প্রিং-এর একক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য প্রযুক্ত বলকেই স্প্রিং ধ্রুবক বলে। এর একক নিউটন/মিটার (Nm^{-1})।

◉ কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়ারত লব্ধি কর্তৃক কৃত কাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান। একে কাজ-শক্তি উপপাদ্য বলে।

◉ একটি রাইফেলের গুলি ১টি তক্তা ভেদ করে। গুলির বেগ তিনগুণ করা হলে তা একই পুরুত্বের ৯টি তক্তা ভেদ করতে পারে।

◉ প্রতি সেকেন্ডে 746 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব-ক্ষমতা বলে।
1 HP = 746 J/s = 746 Watt। 1 ওয়াট = 1 জুল/সে.

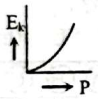
◉ কিলোওয়াট ঘন্টা হচ্ছে শক্তির একক। বল, কাজ ও সরণের মধ্যে সম্পর্ক হলো $W = \vec{F}.\vec{s}$.

◉ একটি বস্তুকে খাড়া ওপরের দিকে নিক্ষেপ করলে এর বিভবশক্তি ও উচ্চতার লেখচিত্র হলো— 

◉ 30 m উচ্চতা থেকে একটি বল বিনা বাধায় পড়তে দিলে 10 m উচ্চতায় বলটির গতিশক্তি ও বিভবশক্তি দ্বিগুণ হবে।

◉ তড়িৎ বল সংরক্ষণশীল বল। সান্দ্র বল অসংরক্ষণশীল বল।

◉ গতিশক্তি E_k ভরবেগ P-এর বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ $E_K \propto P^2$ এর লেখচিত্র–



◉ একটি রাইফেলের গুলির বেগ দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে গতিশক্তি 4 গুণ বৃদ্ধি পায়, অসংরক্ষণশীল বল পথের ওপর নির্ভর করে।

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. 1 কিলোওয়াট ঘন্টা সমান কত জুল? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 1000 J B. 3600 J C. 600 J D. 3600000 J

(D) Explanation// $1 kw.hr = 3.6 \times 10^6 J = 36,00,000 J$

02. m ও 3m ভরের দুটি বস্তুর গতিশক্তির অনুপাত 2:1 হলে তাদের রৈখিক ভরবেগের অনুপাত কত? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 2:3 B. $1:\sqrt{3}$ C. $\sqrt{2}:\sqrt{3}$ D. $\sqrt{3}:\sqrt{2}$

(C) Explanation// $E_k = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow P = \sqrt{2mE_k}$

$$\frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m_1 \times E_{k_1}}{m_2 \times E_{k_2}}} = \sqrt{\frac{m \times 2E_k}{3m \times E_k}} = \sqrt{\frac{2}{3}}$$

$\Rightarrow P_1 : P_2 = \sqrt{2} : \sqrt{3}$

03. একটি কণার উপর $\vec{F} = (3\hat{i} + 4\hat{j} - 2\hat{k})$ বল প্রয়োগে কণাটির $\vec{r} = (6\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$ সরণ হয়। প্রয়োগকৃত বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত হবে? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $(9\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$ B. 8J C. $(-3\hat{i} + 6\hat{j} - 3\hat{k})$ D. 32J

(A) Explanation// কাজ, $W = \vec{F}.\vec{r}$

$= (3\hat{i} + 4\hat{j} - 2\hat{k}).(6\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}) = 18 - 8 - 2 = 8 J$

04. দুটি বস্তুর ভর ও ভরবেগ যথাক্রমে m_1, p_1 এবং m_2, p_2। এদের গতিশক্তি যথাক্রমে E_1 ও E_2। যদি $m_1 = \frac{m_2}{2}$ এবং $p_1 = p_2$ হয় তবে নীচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $E_1 = E_2$ B. $E_1 = 2E_2$ C. $E_1 = 4E_2$ D. $E_1 = 0.5E_2$

(B) Explanation// গতিশক্তি, $E = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow E \propto \frac{P^2}{m}$

$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2 \times \frac{m_2}{m_1} = 1 \times \frac{2m_1}{m_1}$ | $m_1 = \frac{m_2}{2} \Rightarrow m_2 = 2m_1$

$\therefore E_1 = 2E_2$ | $P_1 = P_2$

05. একটি কণার ভরবেগ p। কণাটির গতিশক্তি দ্বিগুণ করা হলে এর নতুন ভরবেগ কত হবে? [DU-7Clg: 2021-22]

A. 8p B. $\sqrt{2}$ p C. 2p D. 4p

(B) Explanation// $E_k = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \sqrt{\frac{E_{k2}}{E_{k1}}}$

$\therefore P_2 = \sqrt{\frac{2 \times E_{k1}}{E_{k1}}} \times P_1 = \sqrt{2}P$

06. একটি দালানের ছাদের সাথে 5m লম্বা একটি মই অনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে আছে। 30 kg ভরের একটি বালক 10 kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে 30 sec এ ছাদে উঠে। বালকটির কৃত কাজের পরিমাণ কত? [DU-7Clg: 2020-21]

A. 245 J B. 490 J C. 735 J D. 980 J

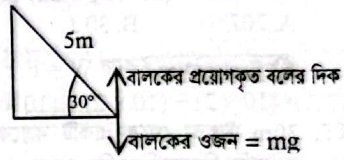
(D) Explanation// $W = F(s \sin\theta)$

= বল × (বলের দিকে সরণ)

$= Fs \sin 30° = mgs \sin 30°$

$= 40 \times 9.8 \times 5 \sin 30°$

$= 980J$



07. একটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা f হলে ঐ অণু দ্বারা গঠিত আদর্শ গ্যাসের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি কত হবে? [DU-7Clg: 2020-21]

A. $\frac{f}{2}nRT$ B. $\frac{3f}{2}nRT$ C. $\frac{f}{2}RT$ D. $\frac{3f}{2}RT$

(A) Explanation// f স্বাধীনতা মাত্রাবিশিষ্ট কোনো গ্যাসের একটি অণুর গতিশক্তি $= \frac{f}{2}kT$

∴ f স্বাধীনতা মাত্রাবিশিষ্ট কোনো গ্যাসের n মোল সংখ্যক অণুর গতিশক্তি

$= \frac{f}{2}nN_AkT = \frac{f}{2}nRT$ [মোলের গ্যাস ধ্রুবক, $R = N_Ak$;

যেখানে, N_A = অ্যাভোগেড্রো সংখ্যা; k = বোল্টজম্যান ধ্রুবক]

08. যদি $\vec{F} = 8\hat{i} + 2\hat{j}$ ও $\vec{r} = 6\hat{i} + 6\hat{k}$ হয় তবে $\vec{F}.\vec{r}$ কত হবে? [DU-7Clg. 2019-20]

A. 48 B. 36 C. 32 D. 64

(A) Explanation// $\vec{F}.\vec{r} = 8 \times 6 + 2 \times 0 + 0 \times 6 = 48$

09. স্প্রিং ধ্রুবক এর একক কোনটি? [DU-7Clg. 2019-20]

A. Nm B. Nm^{-1}
C. Nm^2 D. Nm^{-2}

(B) Explanation// স্প্রিং ধ্রুবক, $k = \frac{F}{x}$

10. m এবং 2m ভরের দুটি বস্তুর রৈখিক ভরবেগের অনুপাত 2:1 হলে এদের গতিশক্তির অনুপাত হবে– [DU-7Clg. 2019-20]

A. $\sqrt{2}:1$ B. 2:1 C. 4:1 D. 8:1

(D) Explanation// $\frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{p_1^2 m_2}{p_2^2 m_1} = \frac{2^2.2m}{1^2.m} = 8:1$

11. একটি কণা $(-2\hat{i}+5\hat{j})$ বিন্দু থেকে স্থানান্তরিত হয়ে $(4\hat{j}+3\hat{k})$ বিন্দুতে যায়। স্থানান্তরিত হতে যদি $(4\hat{i}+3\hat{j})$ N বল প্রয়োগ করা হয় তাহলে কাজ কত? **[DU-7Clg. 2017-18]**

A. 8 J B. 11 J C. 5 J D. 2 J

Ⓒ **Explanation** $\omega = \vec{F}.\vec{r} = (4\hat{i}+3\hat{j})\{(0+2)\hat{i}+(4-5)\hat{i}+(3-0)\hat{k}\}$
$= 8-3+0 = 5J$

12. এক হর্স পাওয়ার সমান কত? **[DU-7Clg. 2017-18]**

A. 746 W B. 467 W C. 764 W D. 747 W

Ⓐ **Explanation** 1 H.P = 746W = 550 ft lb/s

IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. শক্তির মাত্রা কী হবে?

A. MLT^{-2} B. ML^2T^{-1} C. M^2LT^{-2} D. ML^2T^{-2}

Ⓓ **Explanation** কাজ ও শক্তির মাত্রা : ML^2T^{-2}; ক্ষমতার মাত্রা: $= ML^2T^{-3}$

02. ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ- **[DU. 09-10; JU. 09-10; CU. 13-14]**

A. $[ML^2T^{-2}]$ B. $[ML^3T^{-2}]$
C. $[ML^2T^{-3}]$ D. $[ML^2T^{-1}]$ **Ans C**

03. বল, ত্বরণ ও কাজ এর মধ্যে সম্পর্ক হলো-

A. $W = \vec{F}.\vec{S}$ B. $W = FS\cos\theta$ C. $\vec{W} = \vec{F}\times\vec{S}$ D. A ও B উভয়ই

Ⓓ **Explanation** $W = \vec{F}.\vec{S} = FS\cos\theta$

04. একটি কণার উপর $\vec{F} = (10\hat{i}+10\hat{j}+10\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করলে কণাটির সরণ হয় $\vec{r} = (2\hat{i}+2\hat{j}-2\hat{k})$ m। বল কর্তৃক সম্পাদিত কাজ কত হবে?

A. 20J B. 30 J C. 10 J D. 40 J

Ⓐ **Explanation** কাজ $W = \vec{F}.\vec{r} = (10\hat{i}+10\hat{j}+10\hat{k})N.\ (2\hat{i}+2\hat{j}-2\hat{k})$
$= (10\times2)+(10\times2)-(10\times2) = 20J$

05. 30m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোন উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে?

A. 10m B. 15 m C. 25 m D. 28 m

Ⓐ **Explanation** $x = \frac{30}{2+1} = 10m$

06. 1g ভরের একটি বস্তুকে 0.5m ব্যাসার্ধের একটি অনুভূমিক বৃত্তাকার পথে 2m/s সমদ্রুতিতে ঘোরানো হচ্ছে। এক পূর্ণ ঘূর্ণনের জন্য প্রয়োজনীয় কাজের মান কত?

A. 0 J B. 1 J C. 2 J D. 4 J **Ans A**

07. একটি কণার ভরবেগ P। কণাটির গতিশক্তি দ্বিগুণ করা হলে এর ভরবেগ কত হবে?

A. $\sqrt{2}P$ B. 2P C. 4P D. 8P

Ⓐ **Explanation** $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$ $\therefore E_k \propto P^2$ বলে গতিশক্তি দ্বিগুণ করলে ভরবেগ, $P \propto \sqrt{E_k}$।

08. 2N/m স্প্রিং ধ্রুবক সম্পন্ন একটি আদর্শ স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য সাম্যাবস্থা থেকে 0.1m বৃদ্ধি করলে স্প্রিংয়ের স্থিতিশক্তির বৃদ্ধি হবে-

A. 0.1J B. 0.001J C. 1J D. 0.01J

Ⓓ **Explanation** $\omega = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times2\times(0.1)^2 = 0.01J$

09. প্রতি সেকেন্ড 10litre পানি 10m উপরে তোলার জন্য অন্তত কত ক্ষমতার পাম্প দরকার?

A. 980J B. 100W C. 980W D. 980KW

Ⓒ **Explanation** $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{10\times9.8\times10}{1} = 980W$

10. 1000 kg ভর বিশিষ্ট একটি গাড়ী সমান্তরাল রাস্তায় 10 ms^{-1} সমগতিতে চলা অবস্থায় বিপরীত দিকে 400 N বল অনুভব করে। এ অবস্থায় গাড়ীটির ইঞ্জিনের ক্ষমতা হল :

A. 4KW B. 4200W C. 4500W D. 400W

Ⓐ **Explanation** $P = Fv = 400\times10 = 4000\,W = 4\,KW$

11. একটি রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে ভেদ করে থেমে যায়। বুলেটের গতি যদি তিনগুন করা হয় তবে বুলেটটি কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

A. 12 B. 3 C. 8 D. 9

Ⓓ **Explanation** ভেদকৃত তক্তার সংখ্যা = (বেগের গুণ)^2 = $(3)^2$ = 9টি

PRIME TEST

01. ঘাতবলের (Impulse) মাত্রা কী?

A. MLT^{-1} B. MLT^{-2} C. $ML^{-1}T^{-1}$ D. $ML^{-1}T^{-2}$

02. এক অশ্ব ক্ষমতা সমান কত ওয়াট?

A. 746 B. 747 C. 798 D. 749

03. নিচের কোন জোড়ার মাত্রা সমান?

A. কাজ ও শক্তি B. বল ও পীড়ন C. কাজ ও বল D. বল ও শক্তি

04. কাজের পরিমাণ সবচেয়ে বেশী হয় যখন প্রযুক্তবল ও সরণের মধ্যে কোণের মান হয়-

A. 45° B. 90° C. 30° D. 0°

05. গতিশীল বস্তুর বেগ দ্বিগুণ হলে গতিশক্তি কত হবে?

A. সমান B. অর্ধেক C. দ্বিগুণ D. চারগুণ

06. প্রতি সেকেন্ডে 10 লিটার পানি 10 মিটার উপরে তোলার জন্য কত ক্ষমতায় পাম্প প্রয়োজন?

A. 100W B. 980kW C. 980W D. 980J

07. 100 N বল প্রয়োগ করার ফলে কোন বস্তুর বলের দিকে 0.5m সরণ ঘটলে কাজের পরিমাণ কত হবে?

A. 500 J B. 50 J C. 5 J D. 0.5 J

08. 110 lb ভরের এক ব্যক্তি দৌড়ে 5 সেকেন্ডে 10 ft উঁচু সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠে। লোকটির অশ্ব ক্ষমতা কত?

A. 0.6 hp B. 0.8 hp C. 0.4 hp D. 0.3ph

09. 2200Nm^{-1} স্প্রিং ধ্রুবকের একটি স্প্রিং এর সাথে সংযুক্ত একটি বাক্স কোন আনুভূমিক তলের উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে। বাক্সটির উপর স্প্রিং বল দ্বারা কৃত কাজ হিসাব কর যখন বাক্সটি সাম্যবস্থান $x_i = 0$ থেকে $x_f = 0.15$ অবস্থানে যায়?

A. –24.75J B. 24J C. –74.75J D. 22.00J

10. 20m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোথায় উহার গতিশক্তি বিভব শক্তির সমান হবে?

A. 15m B. 5m C. 10m D. 12m

OMR SHEET	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	৫২ ৬০

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. A; 02. A; 03. A; 04. D
05	D	গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$; $E_k \alpha v^2 \Rightarrow E_2 = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^2 \times E_1$ $= (2)^2 \times E_1 = 4\,E_1$
06	C	$p = \frac{mgh}{t} = \frac{10\times9.8\times10}{1} = 980W$
07	B	কাজ, W = Fs = 100×0.5 = 50 J
08	C	লোকটির অশ্ব ক্ষমতা, $P = \frac{mgh}{t} = \frac{110\times10}{5\times550} = 0.4$ hp
09	A	$W = -\frac{1}{2}kx^2 = -\frac{1}{2}(2200)\times(0.15)^2 = -24.75J$
10	C	$x = \frac{h}{2} = \frac{20}{2} = 10m$

CamScanner

অধ্যায় ০৬ প্রথম পত্র

মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ
GRAVITATION AND GRAVITY

কি, কেন পড়ব ? SURVEY TABLE কতটুকু পড়ব ?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	মহাকর্ষীয় বল সংক্রান্ত	★★
02	g এর মান সংক্রান্ত	★★★
03	ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতা ও d গভীরতা সংক্রান্ত	★★★
05	মুক্তিবেগ সংক্রান্ত	★★
06	কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ ও তাদের পর্যায়কাল সংক্রান্ত	★
07	কেপলারের সূত্র সংক্রান্ত	★★
08	মহাকর্ষীয় বিভব ও প্রাবল্য সংক্রান্ত	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

■ কম থেকে বেশি অভিকর্ষীয় ত্বরণ 'g' অনুসারে সাজাও। (ঢাকা= D, রোম = R, উত্তর মেরু = N, বিষুব রেখাতে একটি জাহাজ = E) → মেরু অঞ্চলে (N) g এর মান বেশী এবং বিষুব (E) অঞ্চলে g মান কম। উত্তর EDRN

■ বায়ুতে এক বাক্স তুলার ওজন এবং 4টি লোহার বলের ওজন প্রতি ক্ষেত্রে ঠিক 1 Kg-দেখা গেলে, তুলার ভর ও লোহার বলগুলোর ভর সমান

■ পৃথিবীর ঘূর্ণন হঠাৎ থেমে গেলে মেরুবিন্দুতে বস্তুসমূহের ভর হবে- the same as before

■ প্যারাসুট দিয়ে এক বিমানসেনা 5 km উচ্চতা থেকে নেমে আসলো। ভূমি স্পর্শের সময় তার ত্বরণ হবে-0 [শূন্য]

■ ভূ-পৃষ্ঠে কোন বস্তুর ভর 1 kg পৃথিবীর কেন্দ্রে ইহার ভর কত? 1 kg

■ পৃথিবীর ঘূর্ণন না থাকলে পৃথিবী পৃষ্ঠে বস্তুসমূহের ভর– ভর অপরিবর্তনীয়, কারণ ভর অদিক রাশি।

■ বায়ুতে এক বাক্স তুলার ওজন ও 4টি লোহার বলের ওজন প্রতি ক্ষেত্রে 1 কেজি হলে→ তুলার ভর ও লোহার বল গুলোর ভর সমান

■ **মহাকর্ষীয় ধ্রুবক :**

- **সংজ্ঞা :** একক ভরের দুটি বস্তুকণা একক দূরত্ব থেকে যে বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে তাকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।
- **G এর মান :** 6.67×10^{-11} Nm^2kg^{-2} অথবা, 6.657×10^{-11} Nm^2kg^{-2}
- **একক :** $Nm^2kg^{-2}/m^3kg^{-1}s^{-2}$
- **মাত্রা সমীকরণ :** $[M^{-1}T^{-2}L^3]$
- যদি মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G এর মান ধীরে ধীরে কমতে থাকে, তবে চন্দ্র ক্রমশ পৃথিবী থেকে দূরে সরে যেতে থাকবে এবং গতিপথ হবে সর্পিল।

■ **বিভিন্ন স্থানে g এর মান:**

অঞ্চল	মান	অঞ্চল	মান
মেরু অঞ্চল	$9.83217\ ms^{-2}$	45° অক্ষাংশে (আদর্শ মান ধরা হয়)	$9.80665\ ms^{-2}$/ $9.81\ ms^{-2}$
বিষুবীয় অঞ্চল	$9.78039\ ms^{-2}$	মঙ্গল গ্রহে	$3.8ms^{-2}$
ক্রান্তীয় অঞ্চল	$9.78918\ ms^{-2}$	বৃহস্পতি গ্রহে	$25.92ms^{-2}$
ঢাকায়	$9.7835\ ms^{-2}$	চাঁদে	$1.95ms^{-2}$
রাজশাহীতে	$9.790\ ms^{-2}$	ভূ-কেন্দ্রে	$0\ ms^{-2}$

- ভূ-পৃষ্ঠে g এর মান সবচেয়ে বেশি
- পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে উপরে বা অভ্যন্তরে গেলে g এর মান কমতে থাকে
- পৃথিবীর কেন্দ্রে g এর মান শূন্য
- পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরন g হলে চন্দ্রে $\frac{1}{6}$g এবং সূর্যে 27g

■ **বিভিন্ন গ্রহে মুক্তিবেগের মান:**

গ্রহের নাম	মুক্তি বেগের মান
পৃথিবী	$11.2kms^{-1}/7miles^{-1}/25000mileh^{-1}$
চাঁদ	$2.4\ kms^{-1}$
বুধ	$4.3\ kms^{-1}$
মঙ্গল গ্রহ	$5.1kms^{-1}$ [তপন স্যার] / $4.77kms^{-1}$ [আমীর স্যার]
শুক্র	$10.3\ kms^{-1}$
বৃহস্পতি	$6.02 \times 10^4 ms^{-1}$

■ **সংখ্যা গত মান-**

- পৃথিবীর ভর $6\times10^{24}kg$
- পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6m
- পৃথিবীর ঘনত্ব $5.5 \times 10^3kg/m^3$
- সূর্যের ভর $2 \times 10^{30}kg$
- সূর্যের ভর: পৃথিবীর ভর = 10^6 ঃ 3
- পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে সূর্যের দূরত্ব বা কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = $1.5 \times 10^{11}m$ or 15 Crore km

■ **বিশেষ তথ্য:** পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে কোন বস্তুকে v বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে পৃথিবীর আকর্ষণ বল দ্বারা বস্তুটির বিভিন্ন পরিণতি হতে পারে।

- যদি $v^2 < \frac{v_e^2}{2}$ হয় অর্থাৎ উৎক্ষেপন বেগ 7.88 kms^{-1} অপেক্ষা কম হয়, তাহলে বস্তুটি উপবৃত্তাকারে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করবে এবং পৃথিবীতে ফিরে আসবে।
- $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$ অর্থাৎ উৎক্ষেপন বেগ 7.88 kms^{-1} হয়, তবে বস্তুটি বৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করবে এবং চাঁদের মত উপগ্রহে পরিণত হবে।
- $v^2 > \frac{v_e^2}{2}$ কিন্তু $<v_E^2$ অর্থাৎ উৎক্ষেপন বেগ 7.88 kms^{-1} হতে 11.2kms^{-1} এর মধ্যে থাকে, তবে এটি পৃথিবীকে একটি ফোকাসে রেখে তা উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করতে থাকবে।
- $v = v_e$ অর্থাৎ উৎক্ষেপন বেগ 11.2 kms^{-1} অর্থাৎ মুক্তিবেগের সমান হয় তাহলে বস্তুটি অধিবৃত্ত পথে পৃথিবী ছেড়ে যায় এবং তা পৃথিবীর আকর্ষণ ক্ষেত্র অতিক্রম করে বাইরে চলে যাবে।
- $v > v_e$ হলে অর্থাৎ উৎক্ষেপন বেগ (v_e) মুক্তিবেগ অপেক্ষা বেশী হয়, তবে বস্তু পরাবৃত্ত পথে পৃথিবী-পৃষ্ঠ ছেড়ে যায় এবং তা পৃথিবীতে ফিরে আসে না।

■ **কেপলারের সূত্র সমূহ:** জার্মান জ্যোতির্বিদ জোহানস কেপলার (1571 – 1630) সূর্যের চারি দিকে গ্রহানুপুঞ্জের গতি বিষয়ক তিনটি সূত্র লিপিবদ্ধ করেন।

উপবৃত্তাকার সূত্র (প্রথম সূত্র): সূর্যকে একটি ফোকাসে রেখে প্রত্যেকটি গ্রহ উপবৃত্তাকার পথে ঘুরছে।

ক্ষেত্রফলের সূত্র (দ্বিতীয় সূত্র): প্রত্যেকটি গ্রহ এমন ভাবে ঘুরছে যে, সূর্য ও গ্রহের কেন্দ্রের সংযোজক কাল্পনিক রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

সময়ের সূত্র (তৃতীয় সূত্র): সূর্যের চারদিকে প্রতিটি গ্রহের আবর্তন কালের বর্গ তাদের গড় দূরত্বের ঘন ফলের সমানুপাতিক। $T^2 \propto R^3$

■ **কেপলারের সূত্র মনে রাখার কৌশল: EAT**

E	A	T
Ellipse law (উপবৃত্তের সূত্র)	Area Law (ক্ষেত্রফলের সূত্র)	Time Law (সময়ের সূত্র)/পর্যায়কালের সূত্র

- গ্রহের আবর্তনকাল এর ভরের উপর নির্ভর করে না।
- সূর্য থেকে গ্রহের গড় দূরত্ব যত কম হয় অর্থাৎ গ্রহ সূর্যের যত নিকটে থাকে এর আবর্তনকাল তত কম হয়।
- 7.92kms^{-1} বেগে চললে ওজনহীনতা অনুভব করবে, ওজনহীনতার ক্ষেত্রে, $V = \sqrt{gR}$।

■ সুষম বৃত্তের অভিকর্ষ কেন্দ্র জ্যামিতিক কেন্দ্রে অবস্থিত।

■ পৃথিবীর ভরের সঠিক সমীকরণ $M = \frac{gR^2}{G}$

CamScanner

- G ও g এর মধ্যে সম্পর্ক $G = \frac{gR^2}{M}$
- অভিকর্ষ ত্বরণের উপর দ্রাঘিমা প্রভাব নেই।
- কেপলারের তৃতীয় সূত্রের অপর নাম আবর্তনকালের সূত্র।
- গ্রহের আবর্তনকাল এর ভরের উপর নির্ভর করে না।
- সূর্য থেকে গ্রহের গড় দূরত্ব যত কম হয় অর্থাৎ গ্রহ সূর্যের যত নিকটে থাকে এর আবর্তনকাল তত কম হয়।
- নিউটনের সূত্র হতে কেপলারের সূত্র প্রতিপাদন করা যায়।
- সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব অর্ধেক হতে 129 দিনে বছর হবে।
- মঙ্গলগ্রহে 691 দিনে বছর হয়।
- পৃথিবীর মুক্তিবেগ = V_E, চাদে মুক্তিবেগ = V_M, পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ চাদের অভিকর্ষজ ত্বরনের চেয়ে বেশী অর্থাৎ $g_E > g_M \therefore V_E > V_M$
- বিভবের মাত্রা সমীকরন → $[L^2T^{-2}]$
- পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে পৃথিবীকে ঘিরে ঘূর্ণায়মান একটি উপগ্রহের দূরত্ব দ্বিগুন করা হলে তার গতিবেগ- $\sqrt{2}$ গুন কমবে
- পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য।
- মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।
- মহাকর্ষীয় প্রাবল্য অভিকর্ষজ ত্বরণের সমান, অর্থাৎ (E = g)
- ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল ২৪ ঘন্টা। ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষ পথ বলে।
- উপগ্রহ মহাশূন্যে কোন নীতি মেনে চলে? → নিউটনের তৃতীয় সূত্র
- মহাকর্ষ বল বস্তুদ্বয়ের মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

- সূত্র $F = G\frac{m_1m_2}{d^2}$
- সূত্র $g = \frac{GM}{R^2}$
- সূত্র $g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$
- সূত্র $g_d = \left(1-\frac{d}{R}\right)g$
- সূত্র $g_h = \left(1-\frac{2h}{R}\right)g$ [যখন h<<R]
- সূত্র $g = \frac{4}{3}\pi R\rho G$; পৃথিবীর গড় ঘনত্ব: $\rho = 5.5 \times 10^3$ kgm^{-3}
- সূত্র মুক্তি বেগ, $v = \sqrt{2gR}$
- সূত্র অল্প উচ্চতায়, $v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R}} = \sqrt{gR}$ (যখন, d = R)
- সূত্র বেশী উচ্চতায়, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$ (যখন, d=R+h)
- সূত্র $T = 2\pi(R+h)\sqrt{\frac{R+h}{GM}}$
- সূত্র $T^2 \propto R^3$
- সূত্র বিভব $V = -\frac{4G\pi R^3\rho}{3R}$; প্রাবল্য E = g ∵ $g = \frac{4}{3}\pi R\rho G$

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 পৃথিবীতে একটি বস্তুর ওজন 196N হলে এর ভর হবে-

Solve $w_e = mg_e \therefore m = \frac{w_e}{g_e} = \frac{196}{9.8} = 20kg$

MEx 02 কত উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরন শূন্য হবে?

Solve আমরা জানি, $g_h = \left(1-\frac{2h}{R}\right)g$;

এখানে, 2h = R হলে, $g_h = 0$ হবে $\therefore h = \frac{R}{2}$ উচ্চতায়, $g_h = 0$

MEx 03 ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত অভ্যন্তরে অভিকর্ষজ ত্বরনের মান $\frac{1}{4}$ অংশ।

Solve $h = \left(\frac{n-1}{n}\right)R = \left(\frac{4-1}{4}\right)R = \frac{3}{4}R = \frac{3}{4}\times6.4\times10^6 = 4.8\times10^6 m$

MEx 04 ভূ-পৃষ্ঠে মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ g-এর মান 9.8 ms^{-2}। পৃথিবীর সমান আকৃতির কিন্তু পৃথিবীর দ্বিগুণ ঘনত্বের অপর একটি গ্রহে g এর মান কত?

Solve $g = \frac{4}{3}\pi G R\rho \therefore \frac{g_p}{g_E} = \frac{\rho_p}{\rho_E}$ বা, $\frac{g_p}{9.8} = \frac{2}{1}$ বা, $g_p = 19.6 ms^{-2}$

MEx 05 একটি গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ। উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের আট গুণ। উক্ত গ্রহে মুক্তি বেগ পৃথিবীর তুলনায় কত গুণ?

Solve মুক্তি বেগ, $v = \sqrt{2gR} \therefore v_p = \sqrt{\frac{g_p}{g_e}\times\frac{R_p}{R_e}} \times v_e = \sqrt{8\times2}\times v_e = 4v_e$

MEx 06 একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধের অর্ধেক উচ্চতায় ঘুরে। ঐ উচ্চতায় এর গতিবেগ কত?

Solve উপগ্রহের বেগ, $v = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+\frac{1}{2}R}} = \sqrt{\frac{gR^2}{\frac{3}{2}R}} = \sqrt{\frac{2gR}{3}}$

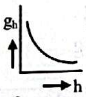
একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

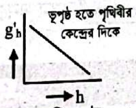
- 1 kg ভরের বস্তুর ওপর অভিকর্ষজ বলের মান 9.8N। মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য সব থেকে বেশি পৃথিবী পৃষ্ঠে = g।
- মহাকর্ষীয় বিভবের একক Jkg^{-1}, প্রাবল্যের একক Nkg^{-1}, মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের একক Nm^2kg^{-2}।
- কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ ওই বস্তুর ভরের ওপর নির্ভরশীল নয়। মহাকর্ষীয় বিভব সর্বদা ঋণাত্মক রাশি।
- পৃথিবীর পৃষ্ঠে মুক্তিবেগের মান 11.18 kms^{-1}। ভূপৃষ্ঠে কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল 24 ঘন্টা।
- খাড়া ওপরের দিকে g এর মান – 9.8 ms^{-2}। অসীমে মহাকর্ষীয় বিভব শূন্য ধরা হয়। এই মানই সর্বোচ্চ মান।
- দুটি বস্তুর মধ্যে যে দূরত্ব আছে তা অর্ধেকে নেমে আসলে মহাকর্ষ বল চারগুণ বাড়ে।
- মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও মহাকর্ষীয় বিভবের মধ্যে সম্পর্ক হলো $E = -\frac{dV}{dr}$। গোলকের অভ্যন্তরে মহাকর্ষীয় বিভব স্থির থাকে। বস্তুর ভর দ্বিগুণ হলেও মুক্তি বেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।
- যদি পৃথিবীর ভর অপরিবর্তিত রেখে এর ব্যাসার্ধ 4 গুণ বৃদ্ধি করা হয় তবে পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 16 গুণ হ্রাস পাবে। পৃথিবীর ক্ষেত্রে কোনো বিন্দুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য ওই বিন্দুর অভিকর্ষজ ত্বরণ একই।
- পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি রকেটের মুক্তিবেগ v_e। রকেটটিকে অন্য একটি গ্রহ থেকে নিক্ষেপ করা হলো যার অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর দ্বিগুণ। গ্রহটির পৃষ্ঠে রকেটের মুক্তিবেগ হবে $2v_e$।
- মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা $[M^{-1}T^{-2}L^3]$, মহাকর্ষীয় বিভবের মাত্রা $[L^2T^{-2}]$। কেপলারের তৃতীয় সূত্র হলে $T^2 \propto R^3$।
- M ভরের কোনো গ্রহের চারদিকে r ব্যাসার্ধের কক্ষে υ বেগে আবর্তনশীল m ভরের উপগ্রহের বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$, $\frac{T_1}{R_1^3} = \frac{T_2}{R_2^3}$ হলো গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের তৃতীয় সূত্র।
- E মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের কোনো বিন্দুতে m ভরের বস্তু রাখলে তার ওপর mE পরিমাণ বল ক্রিয়া করে।
- পৃথিবী ও অন্য কোনো গ্রহের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে মহাকর্ষ বল হবে এক-চতুর্থাংশ।
- পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এবং পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $g_h = \frac{gR^2}{(R+h)^2}$।
- ভূ-স্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল 1 দিন বা 24 ঘন্টা।
- গ্রহগুলোর গতিপথ উপবৃত্তাকার এই সূত্রটি বিজ্ঞানী কেপলারের।
- গ্রাভিটন নামক কণার বিনিময়ের ফলে মহাকর্ষ বল কার্যকর হয়। মহাকর্ষ বল সব থেকে দুর্বল বল।
- পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হ্রাস পেলে g এর মান হ্রাস পাবে। সবল নিউক্লিয় বল সব থেকে শক্তিশালী বল।
- দুটি বস্তুর মধ্যকার দূরত্ব অর্ধেক করলে মহাকর্ষ বলের মান চারগুণ বাড়ে।
- g-এর মান মেরুতে সর্বাধিক। পৃথিবীতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে।

CamScanner

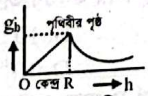
◉ সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব কমে গেলে বছরের দৈর্ঘ্য কমে যাবে।
◉ একটি পাথরকে খাড়া ওপরের দিকে তুলতে থাকলে এর ওপর 2টি বল ক্রিয়া করে।
◉ সূর্য হতে গড় দূরত্ব r এবং গ্রহের পর্যায়কাল T হলে $T^2 \propto r^3$ হয়।
◉ 90° অক্ষাংশে g-এর মান সর্বাপেক্ষা বেশি। ভরকেন্দ্রে বস্তুর মোট ওজন ক্রিয়া করে।
◉ বলের বিরুদ্ধে কাজের ক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 180°। পৃথিবীর 45° অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণকে আদর্শ মান ধরা হয়।
◉ স্প্রিং নিক্তিতে একবার পৃথিবীর ও আরেকবার চন্দ্রে ওজন নিলে চন্দ্রে ওজন কম হবে।
◉ একটি হাল্কা ও একটি ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে ভরবেগ ধ্রুব হলে হাল্কা বস্তুটির গতিশক্তি বেশি হবে।
◉ একটি কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা ও আবর্তনকালের মধ্যে সম্পর্ক হলো,

$$h = \left(\frac{GMT}{4\pi}\right)^{1/3}\left(\frac{T}{\pi}\right)^{2/3} - R$$

◉ মহাকর্ষ সূত্রের ভেক্টর রূপ: $\vec{F}_{12} = \frac{Gm_1m_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$। পার্কিং কক্ষপথ হলো ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথ।
◉ পৃথিবীর নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণনের দরুন g-এর মান পরিবর্তিত হয়।
◉ নিরক্ষরেখায় g-এর মান সর্বনিম্ন ও দুটি মেরুতে সর্বোচ্চ হয়।
◉ নিরক্ষরেখায় $\lambda = 0°$, $\cos\lambda = 1$ এবং $g' = g - \omega^2R$.
◉ মেরু বিন্দুতে অক্ষাংশ, $\lambda = 90°$ $g' = g$।
◉ 1618 খ্রিস্টাব্দে জোহান কেপলার সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেন যে গ্রহগুলো কোনো এক বলের প্রভাবে সূর্যকে কেন্দ্র করে অবিরাম ঘুরতে থাকে। এ সম্পর্কে তিনি তিনটি সূত্র প্রদান করেন।
◉ নভোমন্ডলে অবস্থিত দুটি বস্তু বা বস্তুকণার মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বা মাধ্যাকর্ষণ বলে।
◉ 1687 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী স্যার আইজ্যাক নিউটন মহাকর্ষ সূত্র প্রদান করেন।
◉ মহাকর্ষ ধ্রুবক G, মাধ্যমের প্রকৃতি বা বস্তুকণাদ্বয়ের ভৌত অবস্থার ওপর নির্ভর করে না। G এর মান $6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$।
◉ অসীমে কোনো বস্তুর মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ এবং এর মান শূন্য।
◉ যদি কোনো বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ 7.88 kms^{-1} অপেক্ষা কম হয় তবে তা উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে এবং অবশেষে পৃথিবীতে ফিরে আসবে। যদি উৎক্ষেপন বেগ 7.88 kms^{-1} হয়, তবে বস্তুটি বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে এবং চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে।
◉ পোলার উপগ্রহ সাধারণত 500 km থেকে 800 km উচ্চতায় উৎক্ষেপন করা হয়। পোলার উপগ্রহ উত্তর-দক্ষিণে আবর্তিত হয়। কৃত্রিম উপগ্রহ পশ্চিম থেকে পূর্বে আবর্তন করে।
◉ ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতার সাথে অভিকর্ষজ পরিবর্তনের লেখচিত্র 

এবং ভূপৃষ্ঠ থেকে h গভীরে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র— 

◉ যে সকল উপগ্রহ প্রাকৃতিক কারণে সৃষ্ট তাদেরকে স্বাভাবিক উপগ্রহ বলে।
◉ ভূস্থির উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ 3.08 kms^{-1}
ভূপৃষ্ঠের নিকট কৃত্রিম উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ 7.9 kms^{-1}।
◉ সূর্য ও পৃথিবীর গড় দূরত্ব অর্ধেক হলে পৃথিবীর প্রদক্ষিণ কাল হবে 129 দিন। দূরত্ব দ্বিগুণ হলে পৃথিবীতে বছরের দৈর্ঘ্য হবে 1032 দিন।
◉ মেরুতে g-এর মান 9.832 ms^{-2} এবং বিষুব অঞ্চলে $g = 9.78\ ms^{-2}$।
◉ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান এবং দূরত্বের লেখচিত্র—



◉ সুষম গোলাকার গোলকের অভ্যন্তরে সকল বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য।
◉ মহাকর্ষীয় বিভব, $V = \frac{W}{m}$ এবং মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে প্রাবল্য $E = \frac{F}{m}$।
◉ মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের একক Nkg^{-1} এবং মাত্রা LT^{-2} এবং বিভবের একক Jkg^{-1} এবং মাত্রা L^2T^{-1}

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের বাইরের কোন বিন্দুতে কোন বস্তুর মহাকর্ষীয় বিভব কোনটি? **[DU-7Clg. 2023-24]**

A. সর্বোচ্চ B. ঋণাত্মক
C. সর্বনিম্ন D. কোনটাই নয়

Ⓐ Explanation মহাকর্ষ ক্ষেত্রের বাইরে অর্থাৎ অসীমে মহাকর্ষীয় বিভবের মান সর্বোচ্চ যা শূন্য।

02. পৃথিবীর কেন্দ্র হতে $\frac{R}{4}$ দূরত্বে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের শতকরা কত অংশে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R। **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. 75% B. 50% C. 25% D. 4%

Ⓐ Explanation বিন্দুটি কেন্দ্র হতে $\frac{R}{4}$ দূরত্বে অবস্থিত। যা ভূপৃষ্ঠের অভ্যন্তরে।

$$\therefore g' = g\left(1 - \frac{d}{R}\right) = g\left(1 - \frac{R/4}{R}\right) = \left(1 - \frac{1}{4}\right)g = \frac{3}{4}g$$

$$\therefore \text{শতকরায়, } \frac{g'}{g} = \left(\frac{3}{4} \times 100\%\right) = 75\%$$

03. কোনো গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের ২য় সূত্রে নিচের কোন ভৌত রাশি সংরক্ষিত হয়? **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. রৈখিক ভরবেগ B. কৌণিক ভরবেগ C. গতি শক্তি D. স্থিতি শক্তি

Ⓑ Explanation কেপলারের ২য় সূত্রের প্রয়োগিক দিকঃ

- রৈখিক ভরবেগ নিত্যতা, $P = mv$ (ধ্রুবক)
- কৌণিক ভরবেগ নিত্যতা, $L = mvr = \frac{nh}{2\pi}$ (ধ্রুবক)

04. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষপথে পৃথিবীকে আবর্তন করছে। এর প্রদক্ষিণ বেগ পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কোন বস্তুর মুক্তিবেগের অর্ধেক। পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ R হলে উপগ্রহটির উচ্চতা কত? **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. $\frac{R}{2}$ B. R C. $\frac{3R}{2}$ D. 2R

Ⓑ Explanation $V = \frac{V_e}{2} \Rightarrow V_e = 2V$

$$\sqrt{\frac{2GM}{R}} = 2.\sqrt{\frac{GM}{R+h}} \Rightarrow \frac{2GM}{R} = 4.\frac{GM}{R+h}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{2}{R+h} \Rightarrow R + h = 2R \therefore h = R$$

05. মুক্তিবেগের রাশিমালা হলোঃ **[DU-7Clg. 2018-19]**

A. $v_e = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ B. $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$
C. $v_e = \sqrt{\frac{2g}{R}}$ D. $v_e = \sqrt{2gR}$

Ⓓ Explanation $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$

06. পৃথিবীর পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য 'g'। কাল্পনিক একটি গ্রহের ঘনত্ব যদি পৃথিবীর ঘনত্বের সমান হয় এবং ব্যাসার্ধ যদি দ্বিগুণ হয়, তবে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে প্রাবল্য কত? **[DU-7Clg. 2017-18]**

A. g B. 2g C. 4g D. 8g

Ⓑ Explanation $g = \frac{4}{3}\pi R\rho G \Rightarrow g \propto R$ [ρ Constant]

07. কেপলারের আবর্তনকালের সূত্রটি হল? **[DU-7Clg. 2017-18]**

A. $T \propto R$ B. $T \propto R^{3/2}$
C. $T^3 \propto R^2$ D. None

Ⓑ Explanation কেপলারে ৩য় সূত্র : অবর্তনকালের সূত্র

$$\Rightarrow T^2 \propto R^3 \Rightarrow T \propto R^{\frac{3}{2}}$$

CS CamScanner

IQA IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. বায়ুতে এক বাক্স তুলার ওজন এবং 4টি লোহার বলের ওজন প্রতি ক্ষেত্রে ঠিক 1Kg- দেখা গেলে-

A. তুলার ভর ও লোহার বলগুলোর ভর সমান
B. তুলার ভর বেশী
C. তুলার ভর কম
D. ভরের তুলনা বলের সংখ্যার উপর নির্ভর করবে

Ans A

02. কোনটি সর্বাপেক্ষা দুর্বল বল?

A. gravitational force B. electromagnetic force
C. strong nuclear force D. weak nuclear force

Ans A

03. পৃথিবীর ঘূর্ণন হঠাৎ থেমে গেলে মেরুবিন্দুতে বস্তুসমূহের ভর হবে-

A. less B. greater
C. the same as before D. vary with latitude

Ans C

04. মহাকর্ষ ধ্রুবক G এর মাত্রা-

A. $M^{-1}L^3T^{-2}$ B. ML^2T^2
C. ML^2T^{-3} D. $M^{-1}L^3T^2$

Ans A

05. পৃথিবীর সাপেক্ষে মুক্তিবেগ V_E চাদের সাপেক্ষে মুক্তিবেগ V_M হলে নীচের কোন সম্পর্কটি সঠিক।

A. $V_E>V_M$ B. $V_E<V_M$
C. $V_E=V_M$ D. $V_E\leq V_M$

(A) Explanation পৃথিবীর মুক্তিবেগ=V_E, চাঁদে মুক্তিবেগ=V_M
পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ চাদের অভিকর্ষজ ত্বরণের চেয়ে বেশী অর্থাৎ $g_E>g_M$
$\therefore V_E>V_M$

06. r দূরত্বে রাখা দুটি ক্ষুদ্র কণার মধ্যে পরস্পর মধ্যাকর্ষীয় আকর্ষণ বল F, কণা দুইটির মাঝখানে একটি ভারী লোহার পাত রাখা হলে এখন তাদের মধ্যে পরস্পর আকর্ষণ বল কত?

A. 0 B. F
C. F/2 D. F/4

(B) Explanation মহাবিশ্বের যে কোন দুটি বস্তুকণা পরস্পরকে আকর্ষণ করে।
আকর্ষণ বল, $F = G\dfrac{m_1 \times m_2}{r^2}$ ।
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক মাধ্যমের উপর নির্ভর করে না।
∴ আকর্ষণ বল পরিবর্তিত হয় না।

07. কম থেকে বেশি অভিকর্ষীয় ত্বরণ g অনুসারে সাজাও। (ঢাকা = D, রোম = R উত্তর মেরু = N, বিষুবরেখাতে একটি জাহাজ E)

A. DENR B. EDRN
C. RNED D. DREN

(B) Explanation বিষুবীয় অঞ্চলে g এর মান সবচেয়ে কম। বিষুব রেখা হতে যত মেরু অঞ্চলের দিকে যাওয়া যায় g এর মান তত বাড়তে থাকে। g এর মান কম থেকে বেশী EDRN।

08. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 4000 মাইল হলে আনুমানিক কত উচ্চতায় মধ্যাকর্ষণ বল পৃথিবী পৃষ্ঠের মধ্যাকর্ষন বলের 1% হবে?

A. 400 miles B. 4,000 miles
C. 40,000 miles D. 36,000 miles

(D) Explanation 1% বা $\frac{1}{100}$ হলে, $h=(\sqrt{n}-1)R$
$=(\sqrt{100}-1)R = 9R = 36000$ miles

09. ভূ-পৃষ্ঠ হতে অল্প উচ্চতায় এবং ভূ-পৃষ্ঠের সমান্তরালে একটি নভোযান কত দ্রুতিতে চললে যাত্রীরা ওজনহীনতা অনুভব করবে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = 6400 km এবং $g = 9.8$ ms^{-2}

A. 7.9 km s^{-1} B. 7.1 km s^{-1}
C. 3.5 km s^{-1} D. 3.1 km s^{-1}

(A) Explanation $v=\sqrt{gR}=\sqrt{9.8\times6.4\times10^6}=7.9 km/sec$

10. মঙ্গল গ্রহের ব্যাসার্ধ 3.4×10^6 m এবং মধ্যাকর্ষণ জনিত ত্বরণ 3.7 m/sec^2 হলে মঙ্গল গ্রহে কোন বস্তুর মুক্তিবেগ কত?

A. 12.58 km/s B. 3.55 km/s
C. 5.02 km/s D. 11.20 km/s.

(C) Explanation $v_m=\sqrt{2gR}=\sqrt{2\times3.4\times3.7\times10^6}=5.02 km/sec$

11. সর্বনিম্ন কত বেগে ভূ-পৃষ্ঠ হতে m ভরের একটি বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর কখনো ফিরে আসবে না?

A. $\sqrt{(2gR)}$ B. $(\sqrt{2})$ gR
C. gR D. $2\sqrt{(gR)}$

(A) Explanation যদি উৎক্ষেপণ বেগ মুক্তি বেগ অপেক্ষা বেশি হয়, তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না। মুক্তিবেগ, $v=\sqrt{2gR}$;সমীকরণে m না থাকায় আমরা বলতে পারি যে, মুক্তি বেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না। বস্তু ছোট বা বড় যাই হোক না কেন, মুক্তি বেগ একই হবে।

12. দুটি গ্রহের ঘনত্ব, সুষম এবং সমান, কিন্তু প্রথমটির ব্যাসার্ধ দ্বিতীয়টির দ্বিগুণ। প্রথম গ্রহের উপরিভাগের এবং দ্বিতীয় গ্রহের উপরিভাগের 'g' এর অনুপাত হলো:

A. 2 : 1 B. 1 : 2
C. 4 : 1 D. 8 : 1

(A) Explanation অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g=\frac{4}{3}\pi R\rho G$; গ্রহ দুটির ঘনত্ব সুষম।
$\therefore g\alpha R$; $\frac{g_2}{g_1}=\frac{R_2}{R_1}=\frac{2}{1}=2:1$

13. পৃথিবীপৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য g কাল্পনিক একটি গ্রহের ঘনত্ব যদি পৃথিবীর ঘনত্বের সমান হয় এবং ব্যাসার্ধ যদি দ্বিগুণ হয় তবে এই গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য কত?

A. g B. 2g
C. 4g D. 8g

(B) Explanation সুষম ঘনত্বের ক্ষেত্রে, $\frac{E_E}{E_P}=\frac{R_E}{R_P}\Rightarrow\frac{g}{E_P}=\frac{1}{2}\Rightarrow E_P=2g$

PRIME TEST

01. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক (Gravitational constant)`G` এর S.I একক-

A. Nm^2Kg^{-2} B. $m^{-3}Kg^{-1}S^{-1}$
C. $m^{-3}Kg\,S^{-2}$ D. Nm^2Kg^{-1}

02. পৃথিবীর কেন্দ্রে কোন বস্তুর ওজন —।

A. শূন্য B. অসীম
C. পৃথিবী পৃষ্ঠে বস্তুটির ওজনের সমান D. পৃথিবী পৃষ্ঠে বস্তুটির ওজনের চেয়ে বেশি

03. মহাকর্ষ বল নিউক্লীয় বলের তুলনায় কতগুণ তীব্র?

A. 10^{42} B. 10^{30}
C. 10^{-42} D. 10^{40}

04. পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে, h উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষীয় বেগ-

A. $\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ B. $\sqrt{\frac{R+h}{GM}}$
C. $\frac{GM}{R+h}$ D. $\frac{R+h}{GM}$

CamScanner

05. একটি বস্তুর ওজন পৃথিবীতে 56.84N ও চন্দ্রে 9.8N হলে চন্দ্র অপেক্ষা পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত গুণ?

A. 5.9 B. 5.7
C. 6.0 D. 5.8

06. মঙ্গল গ্রহের ব্যাস ও পৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ত্বরণ যথাক্রমে 6000km ও $3.8ms^{-2}$ হলে মুক্তিবেগ হবে-

A. $47.7kms^{-1}$ B. $7.7kms^{-1}$
C. $477kms^{-1}$ D. $4.77kms^{-1}$

07. ধরা যাক, অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $10\ ms^{-2}$। ভূ-পৃষ্ঠ হতে 5m উপর থেকে একটি বস্তুকে নিচে পড়তে দিলে ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে তার বেগ কত ms^{-1}?

A. 5 B. 9.8
C. 10 D. 15

08. একটি বস্তুর ভর 20 gm পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে বস্তুটি কত বলে আকর্ষিত হবে?

A. 196.00N B. $0.196 \times 10^{-3}N$
C. $0.16 \times 10^{-4}N$ D. 196×10^{-3} N

09. পৃথিবী ঘূর্ণনের জন্য বিষুব রেখায় অবস্থিত কোন বস্তুর কেন্দ্রমুখী ত্বরণ কত? (R=6400km)

A. $9.8\ m/s^2$ B. $4.9m/s^2$
C. $0.068m/s^2$ D. $0.034m/s^2$

10. কেপলারের আবর্তনকালের সূত্রটি নিম্নরূপ-

A. $T \propto R$ B. $T \propto R^{3/2}$
C. $T^3 \propto R^2$ D. কোনটিই নয়

OMR SHEET		
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	৩৬৫

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. A; 02. A; 03. C; 04. A
05	D	$\frac{g_m}{g_c} = \frac{W_m}{W_c} = \frac{56.84}{9.8} = 5.8$
06	D	ব্যাস d = 6000km, ব্যাসার্ধ: $r = 3000km$ $\therefore V_c = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \times 3.8 \times 3} = 4.77kms^{-1}$
07	C	$v^2 = u^2 + 2gh$ $\Rightarrow v = \sqrt{2gh} = 10$ [বি. দ্র.: ভূমি স্পর্শ করা মুহূর্তে বেগ চাইলেই, $v = \sqrt{2gh}$
08	D	অভিকর্ষ বল, $F = mg = 0.02 \times 9.8 = 196 \times 10^{-3}$ N
09	D	$a = \omega^2 R = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 R = \left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6$ $= 0.0338 = 0.034m/s^2$
10	B	কেপলারের গ্রহ সম্পর্কিত তিনটি গতি সূত্র নিম্নে আলোচনা করা হলো- ১. উপবৃত্ত সূত্র (Law of ellipse): প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের নাভিতে বা ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে। ২. ক্ষেত্রফলের সূত্র (Law of area) : গ্রহ এবং সূর্যের সংযোগকারী ব্যাসার্ধ রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে। ৩.সময়ের সূত্র (Law of time): প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক। $T^2 \alpha R^3$ বা, $T \propto R^{3/2}$

অধ্যায় ০৭

পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

STRUCTURAL PROPERTIES OF MATTER

প্রথম পত্র

কি, কেন পড়বো? | SURVEY TABLE | কতটুকু পড়বো?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেমন পড়বো]
01	পৃষ্ঠটান নির্ণয় সংক্রান্ত	★★
02	কৈশিক নল সংক্রান্ত	★★
03	পীড়ন ও বিকৃতি সংক্রান্ত	★★★
04	ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক, দৃঢ়তার গুণাংক ও আয়তনের গুণাংক সংক্রান্ত	★★★
05	সান্দ্রতাংক, সান্দ্রবল ও প্রান্তিক বেগ সংক্রান্ত	★★★
06	পয়সনের অনুপাত সংক্রান্ত	★★★
07	কাজ নির্ণয় সংক্রান্ত	★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় আলোচনা

■ একক/মাত্রা:

উপাদান	একক/মাত্রা	উপাদান	একক/মাত্রা
তলটানের	$[MT^{-2}]$	সান্দ্রতা	পয়েজ (Poise)
সান্দ্রতা সহগ (η)	$[ML^{-1}T^{-1}]$	ইয়ং এর গুণাংক Y	$[ML^{-1}T^{-2}]$
পৃষ্ঠটানের	$[MT^{-2}]$	বিকৃতি: কোনোর রাশি (l/L)	একক নাই
পৃষ্ঠ টানের	Nm^{-1}	পীড়ন: কোনোর রাশি (F/A)	Nm^{-2} বা প্যাসকেল, মাত্রা: $ML^{-1}T^{-2}$
সান্দ্রতা গুণাংকের	1. Nsm^{-2}, 2. $kgms^{-1}$, ($1Nsm^{-2}$ = 10poise)/$[ML^{-1}T^{-1}]$		

■ সান্দ্রতা: যে ধর্মের দরুন কোন প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

- পানির তুলনায় মধুর সান্দ্রতা বেশী
- তেল, দুধ ও আলকাতরার মধ্যে আলকাতরার সান্দ্রতা সবচেয়ে বেশী
- তরল পদার্থের বিশেষ ধর্মঃ পৃষ্ঠটান, সান্দ্রতা
- সান্দ্রতা ক্রমঃ আলকাতরা > তেল > দুধ এবং মধু > পানি।
- সান্দ্রতা তরল ও গ্যাসীয় পদার্থের সাধারণ ধর্ম
- সান্দ্রতা ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক হল- $\eta \propto \sqrt{T}$ (গ্যাসের ক্ষেত্রে)
- সান্দ্রতা গুণাংকের উপর চাপের প্রভাব।
- সান্দ্রতাঃ ইহা পদার্থের বিশেষ ধর্ম। এটি তরল ও বায়বীয় পদার্থের সাধারণ ধর্ম।
- তরলের ক্ষেত্রে সান্দ্রতার সহগের সঙ্গে তাপমাত্রার সম্পর্ক হচ্ছে- $\eta \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$
- চাপের প্রভাবঃ চাপ বৃদ্ধি পেলে তরল পদার্থের সান্দ্রতাংক বৃদ্ধি পায়। গ্যাসের সান্দ্রতাংক চাপের উপর নির্ভরশীল নয়।

■ সান্দ্রতা সংক্রান্ত ঘটনাবলী:

- শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয়
- অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা অন্তবেগ/ প্রান্তিক বেগ (ধ্রুব বেগ) প্রাপ্তির কারনে উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় না।

■ সান্দ্রতার প্রয়োজনীয়তা:

- গতিশীল নৌকা, স্টীমার, লঞ্চ, জাহাজের উপর পানির এবং গতিশীল মটর গাড়ি ও বিমানের উপর বায়ুর সান্দ্রতাজনিত বাধা লক্ষ্য করেই এ সমস্ত যন্ত্রের নক্সা তৈরী করা হয়।
- ফাউনটেন পেন কালির সান্দ্রতা ধর্মের উপর ভিত্তি করেই প্রস্তুত করা হয়।
- শিরা উপশিরা দিয়ে রক্তের চলাচল এই ধর্মের উপর হয়ে থাকে।
- শীতল পানির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুততর হয়।

- অন্তবেগ প্রাপ্তির কারণে অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় না ধ্রুব বেগ নিয়ে পড়তে থাকে।
- আকাশে ঘুড়ি উড়া।

■ **স্পর্শকোণ :** কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন করে, তাকে উক্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

- স্পর্শ কোণ দুই প্রকার। যথা—
  - সূক্ষ্ম স্পর্শ কোণ : $0° < \theta < 90°$ তরলের মুক্ত তল অবতল হয়।
  - স্থূল স্পর্শ কোণ : $90° < \theta < 180°$ তরলের মুক্ত তল উত্তল হয়।
- স্পর্শ কোণ 90° অপেক্ষা কম হলে সূক্ষ্ম কোণ হবে। যে সব তরলের ঘনত্ব কঠিনের ঘনত্ব অপেক্ষা কম সে সব তরল সাধারণত কঠিনকে ভিজায়। এসব ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ সূক্ষ্ম কোণ হবে। সংশক্তি বল ও আসঞ্জন বলের সম্মিলিত ক্রিয়ায় সৃষ্ট কোণকে স্পর্শ কোণ বলে (কোণ সৃষ্টি হয়)।
  - সাধারণ পানি এবং কাচের ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় 8°।
  - বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাচের ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় 0।
  - রূপা ও পানির ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় 90°।
- স্পর্শ কোণ 90° অপেক্ষা বড় হলে স্থূল স্পর্শ কোণ হয়। যে সব তরলের ঘনত্ব কঠিনের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি, সেসব তরল সাধারণত কঠিনকে ভিজায় না। এক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ স্থূলকোণ হবে।
  - পারদের ঘনত্ব কাচের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি।
  - পারদ কাচকে ভিজায় না।
  - এক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ স্থূল কোণ হবে।
  - পারদ এবং কাচের ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় 140°/139°।
- স্পর্শ কোণ যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে-

(১) কঠিন তরলের প্রকৃতি (২) তরলের উপরিস্থিত মাধ্যম (৩) কঠিন তরলের বিশুদ্ধতা (৪) কঠিন তরলের আপেক্ষিক গতি (৫) কঠিন তরলের মধ্যকার ঘর্ষণ

*** স্পর্শকোণ যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে তা মনে রাখার কৌশল: PMNoman

P	M	N
↓	↓	↓
Purity (কঠিন ও তরলের বিশুদ্ধতা)	Medium (তরলের উপরিস্থিত মাধ্যমে)	Nature (কঠিন ও তরলের প্রকৃতি)

■ **কৌশিকতা বা কৌশিকত্ব:** কৌশিক নলে তরলের উঠা নামাকে কৌশিকতা বলে। এর কারণ তরলের পৃষ্ঠটান।

- **$0° < \theta < 90°$ কৈশিক নলে তরলের আরোহন হয়**
- **$90° < \theta < 180°$ কৈশিক নলে তরলের অবনমন ঘটে**
- **নির্ভরতা:** কৌশিকতা নির্ভর করে
- তরল পদার্থের প্রকৃতির উপর।
- কৌশিক নলের ব্যাসার্ধ যত কম হয় তরল পদার্থের উঠা নামার পরিমান তত অধিক;
- **তরল কঠিনকে ভিজালে (পানি ও কাঁচ) স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হয় অর্থাৎ $0° < \theta < 90°$ এবং তরল কঠিনকে না ভিজালে (পারদ ও কাঁচ) স্পর্শ কোণ স্থূল কোণ হয় অর্থাৎ $90° < \theta < 180°$।**
- **তরল ও কঠিনের মধ্যবর্তী আসঞ্জন বল > তরলের সংশক্তি বল।**

■ **পৃষ্ঠ টান ও পৃষ্ঠ শক্তি:** পৃষ্ঠ টানের উপর প্রভাববিস্তারকারী বিষয়-

- অজৈব পদার্থ দ্রবীভূত করণে পৃষ্ঠ টান বৃদ্ধি পায়।
- **দূষিত করণ ঃ** তরল যদি চর্বি, তেল দ্বারা দূষিত হয় তবে পৃষ্ঠ টান হ্রাস পায়।
- **তড়িৎ আহিতঃ** তরল তড়িৎ আহিত হলে পৃষ্ঠ টান হ্রাস পায়।
- **তাপমাত্রা ঃ** তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের পৃষ্ঠ টান হ্রাস পায়। তাপমাত্রা হ্রাস পেলে পৃষ্ঠটান বৃদ্ধি পায়।
- **তরলের মুক্ত তলঃ** তরলের মুক্ত তলের সাথে অন্য কোন বস্তু সংযুক্ত থাকলে পৃষ্ঠ টান হ্রাস পায়।

বি. দ্র.: শুধুমাত্র তাপমাত্রা হ্রাস পেলে এবং অজৈব পদার্থ দ্রবীভূত থাকলে পৃষ্ঠটান বাড়ে। তাছাড়া সবক্ষেত্রে পৃষ্ঠটান কমে।

পৃষ্ঠ টান সম্পর্কিত ঘটনাঃ

- **সূচ পানিতে ভাসা**
- **তেল ঢেলে সমুদ্র শান্ত করা**
- **কর্পুরের পানিতে নাচানাচি করা**
- **পানির উপর তেল ছড়িয়ে পড়া**
- **কলমের নিবে কালি প্রবাহ**
- **ছাতার কাপড়ে বৃষ্টির পানি ভিতরে না আসা**
- গোসল করার পর তোয়ালে দ্বারা গা মোছা।
- মাটির পাত্রে পানি ঠান্ডা থাকে
- সরু কাঁচ নলের প্রান্তে তাপ দিলে প্রান্তটি গোলাকার হয়ে যায়
- বাতির সলতে বেয়ে তেল উঠা
- মাটি সাধারণত ভিজা এবং বেলে মাটি কাদা মাটির চেয়ে শুষ্ক
- পারদ ব্যারোমিটারের পাঠ সব সময়ই প্রকৃত পাঠের চেয়ে কম হয়
- পৃষ্ঠ টানের জন্যই তরলের উপরিতল অবতল দেখায়
- পৃষ্ঠ টানের জন্যই পারদের উপরিতল উত্তল দেখায়
- কোন পরিষ্কার কাঁচ পৃষ্ঠে পানি ছড়িয়ে পড়ে কিন্তু পারদ ফোটার আকার ধারন করে।
- **পৃষ্ঠ টানের জন্যই পানির ফোঁটা, পারদের ফোঁটা ইত্যাদি গোলাকার ধারন করে**

■ পয়সনের অনুপাত $= \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

- σ এর মান: $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$; প্রকৃতপক্ষে σ এর মান 0.2 থেকে 0.4 এর মধ্যে থাকে। **পয়সনের অনুপাতের একক নাই।**
- বেশির ভাগ ধাতব পদার্থের ক্ষেত্রে এ মান সাধারণত 0.3 হয়ে থাকে। ধাতব পদার্থের ক্ষেত্রে এই পয়সনের অনুপাতের সীমা ধরা হয় $0 \le \sigma \le \frac{1}{2}$.

■ **বিভিন্ন পদার্থের ইয়ং গুণাঙ্ক (Y), কাঠিন্য (n) ও আয়তন (K) গুণাঙ্ক :** (কঠিন পদার্থের তিনটিই থাকবে, তরল ও গ্যাসের শুধু আয়তন গুণাংক থাকবে)

পদার্থ	$Y(Nm^{-2})\times10^{10}$	$n(Nm^{-2})\times10^{10}$	$K(Nm^{-2})\times10^{10}$
তামা	12.6	4	14
লোহা (ঢালাই)	11	4.4	9
লোহা (পেটা)	20	8	17
ইস্পাত	20	8.4	18
অ্যালুমিনিয়াম	7	2.6	7.5
পানি	-	-	0.2
পারদ	-	-	2.6
পিতল (60% তামা)	10	3.5	11

■ কক্ষ তাপমাত্রায় গ্লিসারিনের সান্দ্রতা সহগ পানির চেয়ে 10^3 বেশী।
■ পৃষ্টটানের কারনে তরল তল সংকুচিত হওয়ার চেষ্টা করে।
■ রুপার ইয়ং এর গুণাংক 7.9×10^{11} একক।
■ তরলের পৃষ্টটানের জন্য সংশক্তি বল দায়ী।
■ বৃষ্টির একটি বড় ফোঁটা ভেঙ্গে অনেকগুলো ছোট ফোঁটায় পরিণত হলে ফোঁটাগুলির সর্বমোট- ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়।
■ পিতলের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক- $9\times10^{11}Nm^{-2}$
■ সংকট তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান- শূন্য
■ আয়নিক ও সমযোজী বন্ধনের তুলনায় ধাতব বন্ধন- দূর্বল।
■ সর্বপ্রথম আনবিক তত্ত্বের সাহায্যে পৃষ্ঠটানের ব্যাখ্যা দেন ল্যাপ্লাস।
■ কাঁচ ও বিশুদ্ধ পারদের বেলায় স্পর্শকোণের মান- 140°
■ সংশক্তি বল যত বেশী হবে স্পর্শ কোণ তত বেশী হবে।
■ **তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে গ্যাসের সান্দ্রতা- বৃদ্ধি পায়**

CamScanner

- তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে তরলের সান্দ্রতা-হ্রাস পায়
- চক ও বোর্ডের অনুর মধ্যে আকর্ষন বল- আসঞ্জন বল
- বস্তুর কোন ধর্মের জন্য কাঁচের গায়ে পানির ফোটা লেগে থাকে- আসঞ্জন
- অসম অনুর গড় গতিশক্তি উহার- তাপমাত্রার সমানুপাতিক
- ইস্পাত লোহ অপেক্ষা বেশী স্থিতিস্থাপক
- ইস্পাত এবং রাবারের মধ্যে ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।
- পারদ ও কাচের মধ্যকার স্পর্শ কোন হয়- সূক্ষকোন
- r ব্যাসার্ধের এবং h উচ্চতার ফাপা চোঙ্গের ক্ষেত্রফল- $2\pi r^2 h$
- আমাদের শরীরে ধমনীতে রক্ত সঞ্চালন প্রবাহ একটি ধারারেখ প্রবাহ।
- সংকট বেগঃ সর্বাধিক যে বেগ পর্যন্ত কোন তরলের প্রবাহ ধারারেখ বজায় রাখে সে বেগকে সংকট বেগ বলে।
- প্রবাহ ঃ ক) সংকোচনীয় প্রবাহীঃ তরল প্রবাহ খ) অসংকোচনীয় প্রবাহীঃ
- বিশেষ ধর্ম ঃ শুধু মাত্র নির্দিষ্ট পদার্থে দেখা যায়।
- কঠিন পদার্থের বিশেষ ধর্মঃ তারতা, প্লবতা, ভঙ্গুরতা, দৃঢ়তা
- **হুকের সূত্র, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক**
- **আন্তঃআণবিক বল ২ প্রকার :**
  - সংসক্তি বল (Cohesive Force)
  - আসঞ্জন বল (Adhesive Force)
- **সংসক্তি বল (Cohesive Force): একই পদার্থের বিভিন্ন অণুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে সংশক্তি বল বলে।**
- **আসঞ্জন বল (Adhesive Force): বিভিন্ন পদার্থের অণুর ভেতর পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলে।**
- পদার্থের অসংনম্যতার ক্রম – কঠিন > তরল > গ্যাস
- স্টোকস্ এর প্রান্তিক বেগের সমীকরণ : $v = \frac{2r^2}{9}\frac{(\rho - \sigma)g}{\eta}$
- **একটি তার বল প্রয়োগে সম্প্রসারিত করলে, তারটির একক আয়তন সঞ্চিত শক্তির রাশি-** একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি = $\frac{1}{2}$ = পীড়ন × বিকৃতি
- **অসহ ভার এবং অসহ পীড়নঃ** অসহ পীড়ন = $\frac{\text{অসহ ভার}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$
- **বিকৃতিঃ কোন একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগে এর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন ঘটে তাকে বিকৃতি বলে।**
- **পীড়নঃ কোন একটি বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর ক্রিয়ামূলক বা প্রতিক্রিয়ামূলক বলের মানকে পীড়ন বলে।** পীড়ন = $\frac{F}{A}$
- একটি কাঁচ পৃষ্ঠের উপর পানি ঢাললে তা যতটা ছড়ায় দুধ ততটা ছড়ায় না সান্দ্রতা ও পৃষ্ঠটান এর জন্য।
- পৃষ্ঠটানের আণবিক তত্ত্ব: বিজ্ঞানী ল্যাপলাস সর্ব প্রথম আণবিক তত্ত্বের সাহায্যে তরলের পৃষ্ঠটান ব্যাখ্যা করেন।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র $T = \frac{hr\rho g}{2\cos\theta}$

সূত্র পানির ফোটার ক্ষেত্রে $T = \frac{F}{L}$ (পানির বুদবুদের ক্ষেত্রে $T = \frac{F}{2L}$)

সূত্র অতিরিক্ত চাপ $P = \frac{4T}{R}$

সূত্র পীড়ন = $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$ [m ভরের বস্তুকে ঝুলিয়ে দিলে]

সূত্র অসহ পীড়ন = $\frac{\text{অসহ বল (অসহ ওজন)}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

সূত্র অসহ ভার = অসহ ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

সূত্র বিকৃতি = $\frac{\text{দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি}}{\text{আদি বৃদ্ধি}} = \frac{l}{L}$[দৈর্ঘ্য বিকৃতি] = $\frac{\text{ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি}}{\text{আদি ক্ষেত্রফল}} = \frac{a}{A}$

[ক্ষেত্রফল বা কৃন্তন বিকৃতি] = $\frac{\text{আয়তন বৃদ্ধি}}{\text{আদি আয়তন}} = \frac{v}{V}$ [আয়তন বিকৃতি]

সূত্র ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক,

$Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{Al}$ [m ভরের বস্তুকে ঝুলিয়ে দিলে]

সূত্র সংনম্যতা, $B = \frac{1}{\text{আয়তনের গুণাংক}} = \frac{1}{K}$

সূত্র আয়তন গুণাংক, $K = \frac{FV}{Av} = \frac{PV}{v}$ [P= চাপ]

সূত্র দৃঢ়তার গুণাংক, $n = \frac{Fh}{A\delta} = \frac{F}{A\theta}$

সূত্র নিউটনের সূত্র, $F = \eta A\frac{dv}{dx}$

[η = সান্দ্রতাংক, $\frac{dv}{dx}$ = বেগের নতি, F = সান্দ্রবল, A = স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফল]

সূত্র স্টোকসের সূত্র, $F = 6\pi\eta rv$ [v= প্রান্তবেগ]

সূত্র প্রান্তবেগ, $v = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9\eta}$ [ρ = গোলকের ঘনত্ব, σ = প্রবাহীর ঘনত্ব]

সূত্র $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

সূত্র পয়সনের অনুপাতঃ $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{r/R}{l/L} / \frac{d/D}{l/L}$

সূত্র $W = 8\pi r^2 T$

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 **পানির উপরিতল হতে 0.05m লম্বা একটি অনুভূমিক তারকে টেনে তুলতে যে সর্বাধিক বলের প্রয়োজন তার মান 7.28×10^{-2}Nm; পানির পৃষ্ঠান বের কর।**

Solve পানির পৃষ্ঠটান, $T = \frac{F}{2L} = \frac{7.28\times10^{-3}}{2\times0.05} = 7.28\times10^{-2}Nm^{-1}$

MEx 02 **একটি তারের উপাদানের ইয়ং গুণাংক $2\times10^{11}Nm^{-2}$। তারটির দৈর্ঘ্য 25% বাড়াতে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর।**

Solve প্রযুক্ত পীড়ন $\frac{F}{A} = Y\times\frac{l}{L} = 2\times10^{11}\times\frac{25}{100} = 5\times10^{10}Nm^{-2}$

MEx 03 **10 cm লম্বা একটি দন্ডকে হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করায় তা 10.1 cm হয়ে গেল। বিকৃতির পরিমাণ কত?**

Solve বিকৃতি = $\frac{\text{পরিবর্তন}}{\text{আদি}} = \frac{0.1}{10} = 0.01$

MEx 04 **$1mm^2$ প্রস্থচ্ছেদেবিশিষ্ট একটি ইস্পাত তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ($Y = 2\times10^{11}Nm^{-2}$)**

Solve $F = Y\times\frac{l}{L}\times A = 2\times10^{11}\times\frac{5}{100}\times1\times10^{-6} = 1\times10^{4}N$

MEx 05 **2000 CC গ্যাসকে 1MPa চাপ প্রয়োগে সংকোচিত করে 1998CC করা হলে গ্যাসের আয়তন গুণাংক কত?**

Solve $K = \frac{F}{A}\times\frac{V}{v} = 1\times10^{6}\times\frac{2000}{2} = 10^{9}\ Nm^{-2}$

MEx 06 **100mm ব্যাসার্ধের একটি গোলক কোনো তেলের মধ্যে $2\times10^{-2}ms^{-1}$ প্রান্তবেগ নিয়ে পড়ছে। তেলের সান্দ্রতাঙ্ক $2\times10^{-3}Nsm^{-2}$ হলে সান্দ্র বল কত?**

Solve $F = 6\pi\eta rv = 6\pi\times2\times10^{-3}\times0.1\times2\times10^{-2} = 7.536\times10^{-5}N$

MEx 07 **একটি সাবানের বুদবুদের ব্যাসার্ধ তিনগুণ করতে কতগুণ কাজ করতে হবে?**

Solve $w = 8\pi r^2 T\ \ \therefore\ w \propto r^2 \Rightarrow w \propto (3)^2$ কাজ 9 গুণ করতে হবে।

একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

◉ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আকার পীড়ন ও আকার বিকৃতির অনুপাত হচ্ছে দৃঢ়তার গুণাঙ্ক।

◉ তামা, ইস্পাত, রাবার ও সোনার মধ্যে ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক বেশি।

◉ আন্তঃআণবিক আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল সমান হয় যখন $r = r_0$ হয়। আন্তঃআণবিক দূরত্ব কমে গেলে স্থিতিশক্তিও কমে যায় $r = r_0$ হলে স্থিতিশক্তি সর্বনিম্ন হয়।

◉ কোনো তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক তারের উপাদানের ওপর নির্ভরশীল। ইয়ং এর গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি সংনম্যতা। পীড়নের মাত্রা $[ML^{-1}T^{-1}]$। দৈর্ঘ্য পীড়ন ও বিকৃতি লেখচিত্রের ঢাল বা নতি ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্দেশ করে।

◉ পৃষ্ঠটানের কারণে পানির ফোঁটা গোলকৃতি হয়।

◉ কোনো তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে তার বিকৃতি হয় 1। হুকের সূত্র হলো স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন ∝ বিকৃতি।

◉ দুইটি ভিন্ন পদার্থের অণুর মধ্যে আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলে। একই পদার্থের অণুগুলোর মধ্যেকার আকর্ষণ বল হলো সংশক্তি বল। 1 m দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট ইস্পাতের তারে দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি করলে বল হয় 2×10^4N।

◉ সমযোজী বন্ধনের অপর নাম ইলেকট্রন জোড়া বন্ধন।

◉ পয়সনের অনুপাতের সীমা $-1 < \sigma < 0.5 \Rightarrow -1$ হতে $\frac{1}{2}$ এর মধ্যবর্তী।

◉ পারদ ও কাঁচের স্পর্শকোণ 90° অপেক্ষা বেশি বা স্থূল তাই পারদ কাঁচকে ভেজায় না। তাছাড়া তরলে কাঁচনল ডুবালে তরলের অবরোহণ হয়। এক্ষেত্রে সংশক্তি বল > আসঞ্জন বল।

◉ পানি ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শ কোণ 90° অপেক্ষা কম বা সূক্ষ্ম, তাই পানি কাঁচকে ভেজায়। তাছাড়া তরলে কাঁচ নল ডুবালে তরলের আরোহণ হয়। স্পর্শ কোণ 90° এর বেশি হলে তরলের পৃষ্ঠ হবে উত্তল।

◉ NaCl এর মধ্যকার বন্ধন হলো আয়নিক বন্ধন।

◉ কোনো বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায়। গ্যাসের আন্তঃআণবিক স্থান বেশি।

◉ প্রভাব গোলকের ব্যাসার্ধ হলো আন্তঃআণবিক পাল্লা 10^{-9}m এর সমান।

◉ পৃষ্ঠটানের একক Nm^{-1} এবং মাত্রা হলো $[MT^{-2}]$, সান্দ্রতা গুণাঙ্কের একক Nsm^{-1}, আবার 10 poise = 1 Nsm^{-1} এবং মাত্রা হলো $[ML^{-1}T^{-1}]$

◉ বায়বীয় পদার্থের সংনম্যতা সবচেয়ে বেশি। সান্দ্রতা সংক্রান্ত স্টোকসের সমীকরণ $F = 6\pi r\eta v$

◉ অক্সিজেন অণুর বন্ধনের ক্ষেত্রে ভ্যান ডার ওয়ালস বল বিদ্যমান।

◉ পানিতে সবান, তেল, চর্বি, ডিটারজেন্ট মিশ্রিত হলে পৃষ্ঠটান কমে।

◉ তরলের পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির সংখ্যাগত মান সমান। গ্যাসের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

◉ তেল, দুধ, মধু, পানি এর মধ্যে মধুর সান্দ্রতা বেশি।

◉ রূপা ও বিশুদ্ধ পানির মধ্যকার স্পর্শ কোণ 90°। সান্দ্রতা গুণাঙ্কের একক Nsm^{-2}

◉ T পৃষ্ঠটানবিশিষ্ট ও R ব্যাসার্ধের একটি গোলাকার তরল ফোঁটাকে 4টি সমান আকারে ফোঁটায় বিভক্ত করলে কৃত কাজের পরিমাণ হবে $4\pi r^2T$। পৃষ্ঠ শক্তির একক Jm^{-2} বা Nm^{-1}

◉ গ্লিসারিন, পানি, কেরোসিন এবং আলকাতরা—এগুলোর মধ্য আলকাতরার সান্দ্রতা বেশি।

◉ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিকক আকর্ষন বল হ্রাস পায়।

◉ বস্তুর আসঞ্জন ধর্মের কারণে কাঁচের গায়ে পানি লাগে না।

◉ পীড়ন বিকৃতি লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল একক আয়তন শক্তি নির্দেশ করে।

◉ একক বিকৃতির পীড়ন যদি দৃঢ়তার গুণাঙ্ক হয় তবে পীড়নের বিকৃতি হবে সংনম্যতা।

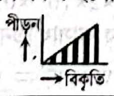
◉ সান্দ্র তরলের মধ্যে গতিশীল কোনো বস্তু অন্তব্যেগ প্রাপ্ত হলে এর ত্বরণ হবে শূন্য।

◉ দুটি কাচপাতের মাঝে পানি থাকলে এদের আলাদা করা যায় না পৃষ্ঠটানের জন্য।

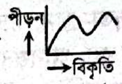
◉ তরলের পৃষ্ঠটানের জন্য অভিকর্ষ বল দায়ী নয়। সংসক্তি, আসঞ্জন, আন্তঃআণবিক বল দায়ী।

◉ কৈশিক নলে তরলের মুক্ত তল অবতল হয় যখন স্পর্শকোণ প্রায় 0°।

◉ পীড়ন বনাম বিকৃতি লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল হলো একক আয়তনের বিভবশক্তি।



◉ পীড়ন বিকৃতির লেখচিত্র হলো



। এই লেখচিত্রের ঢাল ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্দেশ করে।

◉ ইয়ং এর গুণাঙ্কের মাত্রা হলো $[ML^{-1}T^{-2}]$

◉ আন্তঃআণবিক বল আন্তঃআণবিক দূরত্বের ওপর নির্ভরশীল।

◉ প্রযুক্ত বাহ্যিক বলের যে সর্বোচ্চ সীমা পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে তাকে ওই বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

◉ ন্যূনতম যে নির্দিষ্ট ভারের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যায় তাকে অসহ ভার বা অসহ ওজন বলে। অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ ভার}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$।

◉ পীড়নের একক নিউটন/মিটার^2 (Nm^{-2}) এবং মাত্রা সমীকরণ, $[ML^{-1}T^{-2}]$।

◉ কোনো বস্তুর চারদিক থেকে সমান চাপ প্রয়োগ করলে বস্তুটির আয়তন কমে যায়। বস্তুর এই ধর্মকে সংনম্যতা বলে। সংনম্যতা, $C = \frac{1}{K}$; K = আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক।

◉ কোনো স্প্রিং-একক দৈর্ঘ্যের জন্য প্রযুক্ত বলকে স্প্রিংটির বল ধ্রুবক বলে। একক Nm^{-1} এবং মাত্রা $[ML^{-2}]$।

◉ স্প্রিং-এ সঞ্চিত বিভবশক্তি, $E = \frac{1}{2}Kx^2$।

◉ প্রান্তিক বেগ তরলের সান্দ্রতাঙ্কের ব্যস্তানুপাতিক ঘনত্বের সমানুপাতিক এবং পড়ন্ত গোলকের ব্যাসার্ধের বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ $v \propto \frac{1}{\eta}, v \propto \rho$ এবং $v \propto r^2$।

◉ যে ধর্মের ফলে তরল তার বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতির বিরোধিতা করে। বা বাধা সৃষ্টি করে তাকে তরলের সান্দ্রতা বলে।

◉ সান্দ্রতা গুণাঙ্কের একক, নিউটন-সে./মিটার^2 (Nsm^{-2}) বা প্যাসকেল/সে.। 10 poise = 1 Nsm^{-1}।

◉ তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের সান্দ্রতা বাড়ে কিন্তু তরলের সান্দ্রতা কমে। তরলে চাপ বৃদ্ধি পেলে সান্দ্রতা বাড়ে। কিন্তু গ্যাসের সান্দ্রতার ওপর চাপের কোনো প্রভাব নেই।

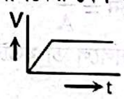
◉ শিরা-উপশিরা দিয়ে রক্তের চলাচল সান্দ্রতা ধর্মের ওপর হয়ে থাকে।

◉ যে তাপমাত্রায় কোনো তরলের পৃষ্ঠটান শূন্য হয় তাকে সংকট তাপমাত্রা বলে। পৃষ্ঠটান ও তাপমাত্রার সম্পর্ক হলো, $T_t = T_0(1 - \alpha t)$।

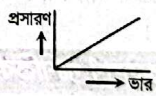
◉ পরম শূন্য তাপমাত্রায় পৃষ্ঠশক্তি পৃষ্ঠটানের সমান, অন্য তাপমাত্রায় মোট পৃষ্ঠশক্তি সর্বদা পৃষ্ঠটান অপেক্ষা বেশি।

◉ পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির সম্পর্ক হলো, E = T।

◉ তরলের ভেতর দিয়ে গতিশীল গোলকের বেগ ও সময়ের লেখচিত্র।



◉ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ বনাম ভার এর লেখচিত্র–



◉ বৃষ্টির একটি বড় ফোঁটা ভেঙ্গে অনেকগুলো ছোট ফোঁটায় পরিণত হলে ফোঁটাগুলির সর্বমোট ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়।

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. পয়সনের অনুপাত σ এর মানের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. $-\frac{1}{2} < \sigma < \frac{1}{2}$ B. $\frac{1}{2} < \sigma < 1$

C. $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$ D. $1 < \sigma < -\frac{1}{2}$

Explanation পয়সনের অনুপাতের সীমাঃ $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$

CamScanner

02. তলটানের মাত্রা কোনটি? [DU-7Clg: 2020-21]
A. MT^{-2}
B. MT^2L^{-1}
C. MLT^{-1}
D. $ML^{-1}T^{-2}$

Ⓐ Explanation/ তলটানের একক $Nm^{-1} = 1kgms^{-2}.m^{-1} = 1kgs^{-2}$
তলটানের মাত্রা = $[MT^{-2}]$

03. নিচের কোনটি মাত্রাবিহীন রাশি? [DU-7Clg. 2018-19]
A. বিকৃতি
B. পীড়ন
C. ইয়ং এর গুণাঙ্ক
D. চাপ

Ⓐ Explanation/ বিকৃতি একই রাশির অনুপাত হওয়ায় এর মাত্রা ও একক নেই।

04. পৃষ্ঠটানের মাত্রা কী? [DU-7Clg. 2018-19]
A. MLT^{-2}
B. MLT^{-1}
C. MT^{-2}
D. LT^{-2}

Ⓒ Explanation/ পৃষ্ঠটান, $T = \frac{F}{L} = \frac{MLT^{-2}}{L} = MT^{-2}$

05. কোনটি পয়সনের অনুপাতের ক্ষেত্রে সত্য? [DU-7Clg. 2017-18]
A. $-\frac{1}{2} < \sigma < 1$
B. $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$
C. $\frac{1}{2} < \sigma < 1$
D. $1 < \sigma < 2$

Ⓑ Explanation/ σ এর বিস্তার : $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$

IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. তরলের ক্ষেত্রে সান্দ্রতার সহগের সঙ্গে তাপমাত্রার সম্পর্ক হচ্ছে-
A. $\eta \propto \sqrt{T}$
B. $\eta \propto T$
C. $\eta \propto T^2$
D. None of this

Ⓓ Explanation/ তরল পদার্থের সান্দ্রতা সহগ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে দ্রুত হ্রাস পায়। অর্থাৎ সান্দ্রতার সহগ পরম তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

02. একটি কাঁচ পৃষ্ঠের উপর পানি ঢাললে তা যতটা ছড়ায় দুধ ততটা ছড়ায় না। এর কারণ-
A. সান্দ্রতা
B. পৃষ্ঠটান
C. উভয়
D. কোনটিই নয়
Ans B

03. পানি ভর্তি একটি বিকারের মধ্যে এক টুকরা বরফ ভাসমান রয়েছে। বরফ গলার পর পানির লেভেল-
A. rises
B. falls
C. remains same
D. first increases and then decreases
Ans C

04. একটি তারের উপর টান F হলে দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি হয় x। তারটি যদি হুকের সূত্র মেনে চলে এবং তারের উপাদানের ইয়ং গুণাংক Y হয় তবে তারে সঞ্চিত বিভব শক্তি কত?
A. $\frac{1}{2}Yx$
B. Yx
C. $\frac{1}{2}Fx$
D. Fx

Ⓒ Explanation/ টান/বল =F, দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l = x$ এবং ইয়ং এর গুণাংক =Y
সঞ্চিত বিভব শক্তি E_p =? $W = E_p = \frac{1}{2}Fx$

05. তলটানের মাত্রা কোনটি?
A. MT^{-2}
B. ML^2T^{-2}
C. MLT^{-2}
D. $ML^{-1}T^{-2}$
Ans A

06. একটি কৌশিক নল পানিতে আংশিক ডোবানো। এর অর্ধেক ব্যাসার্ধের আর একটি কৌশিক নল পানিতে আংশিক ডোবানো হলে তার মধ্যেকার পানির স্তম্ভের উচ্চতা প্রথমটির মধ্যেকার পানির স্তম্ভের উচ্চতার তুলনায় কত হবে?
A. এক চতুর্থাংশ (one quarter)
B. অর্ধেক (Half)
C. দ্বিগুণ (Double)
D. চারগুণ (quadruple)

Ⓒ Explanation/ $h_1r_1 = h_2r_2$ বা $\frac{h_2}{h_1} = \frac{r_1}{r_2}$ বা $\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$ (দ্বিগুণ)

07. দুইটি কৌশিক নলের মধ্যে একটি অপরটি অপেক্ষা বেশী সরু। দুইটিকেই খাড়াভাবে পানির মধ্যে আংশিক ডোবানো হলে বেশী সরুটির ভিতর পানির স্তম্ভের উচ্চতা বেশী হয়। এর কারণ
A. সরু নলে বায়ু চাপ কমে যায়
B. সরু নলে পানির ঘনত্ব কমে যায়
C. এখানে পানির পৃষ্ঠটান নলের ব্যাসের বর্গের উপর নির্ভরশীল কিন্তু পানির স্তম্ভের ওজন ব্যাসের উপর নির্ভরশীল
D. এখানে পানির পৃষ্ঠটান নলের ব্যাসের উপর নির্ভরশীল কিন্তু পানির স্তম্ভের ওজন ব্যাসের বর্গের উপর নির্ভরশীল নয়।

08. একটি তারের ইয়ং এর গুণাংক 4×10^{11} N/m^2। তারটির দৈর্ঘ্য 7.5% বাড়াতে কী পরিমাণ পীড়ন প্রয়োজন হবে?
A. 7.5×10^{11} N/m^2
B. 3×10^{10} N/m^2
C. 5.33×10^{10} N/m^2
D. 4×10^{10} N/m^2

Ⓑ Explanation/ প্রযুক্ত পীড়ন $= \frac{F}{A} = Y\times\frac{\ell}{L} = 4\times10^{11}\times\frac{7.5}{100} = 3\times10^{10}\,Nm^{-2}$

09. একটি 1m তারের ব্যাসার্ধ 0.5 m ঐ তারে বল প্রয়োগ করলে 0.02m বৃদ্ধি পায়। কিন্তু ব্যাসার্ধ 0.05 m কমে যায় পয়সনের অনুপাত হবে-
A. 0.2
B. 0.1
C. 0.01
D. 5

Ⓓ Explanation/ পয়সনের অনুপাত, $\delta = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} \frac{dL}{DI} = \frac{0.05\times1}{0.5\times0.02} = 5$

PRIME TEST

01. সান্দ্রতা গুণাংকের মাত্রা সমীকরণ কোনটি?
A. $[ML^{-1}T^{-1}]$
B. $[M^{-1}L^{-1}T^{-1}]$
C. $[ML^{-1}T^2]$
D. $[ML^{-1}T^{-1}]$

02. আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশিকে বলে-
A. আয়তন বিকৃতি
B. পীড়ন
C. আয়তন গুণাঙ্ক
D. সংনম্যতা

03. কোনটি সঠিক?
A. পীড়ন = FA
B. পীড়ন = $\frac{F}{A}$
C. পীড়ন = $\frac{A}{F}$
D. পীড়ন = F+A

04. বস্তুর কোন ধর্মের জন্য কাঁচের গায়ে পানির ফোটা লেগে থাকে-
A. সান্দ্রতা
B. পৃষ্ঠটান
C. আসঞ্জন
D. সংনম্যতা

05. 0.35m দীর্ঘ এবং 0.20mm ব্যাসার্ধের একটি অ্যালুমিনিয়াম তারের দৈর্ঘ্য 1.4mm বৃদ্ধি করা হলো। এলুমিনিয়ামের ইয়ং এর গুণাংক $7\times10^{10}N/m^2$ হলে তারটির পীড়ন কত?
A. $2.8\times10^7N/m^2$
B. $28\times10^8N/m^2$
C. $2.8\times10^8N/m^2$
D. $2.8\times10^{11}N/m^2$

06. একই পদার্থের তৈরি দুটি তারের ব্যাসার্ধের অনুপাত 3:1। যদি তার দুটোকে সমান বল দ্বারা টানা হয় তবে তাদের পীড়নের অনুপাত কত হবে?
A. 9:1
B. 1:9
C. 3:1
D. 1:3

CamScanner

07. একটি তারে 0.01 m দৈর্ঘ্যবিকৃতিতে পার্শ্ববিকৃতি 0.0024 m হলে তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত কত?
A. 0.20 B. 0.30
C. 0.24 D. 0.28

08. একটি কাঁচের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $0.003m^2$ অসহ পীড়ন $3.267 \times 10^5 Nm^{-2}$ অসহ ভার কত?
A. $9.8 \times 10^2 N$ B. $10^2 kg$
C. $9.8 \times 10^2 kg$ D. $10^2 N$

09. 0.8 আপেক্ষিক গুরুত্বের একটি বস্তুর তরলে একটি বস্তুর হারান ওজন 20g হলে বস্তুটির বাহ্যিক আয়তন-
A. 20cc B. 25cc
C. 16cc D. 36cc

10. পারদ ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শ কোণ কত হবে?
A. 80° B. 90°
C. 140° D. 160°

OMR SHEET		
	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
01. D; 02. D; 03. B; 04. C		
05	C	$Y = \frac{PL}{l}$ $\Rightarrow P = \frac{Yl}{L} = \frac{7 \times 10^{10} \times 1.4 \times 10^{-3}}{0.35}$ $\Rightarrow 28 \times 10^7$ $\Rightarrow 2.8 \times 10^8 N/m^2$
06	B	পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi r^2}$ $\therefore$ F Constant হলে, পীড়ন $\alpha \frac{1}{r^2} \alpha \frac{1}{3^2}$
07	C	পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ $= \frac{0.0024}{0.01} = 0.24$
08	A	অসহ ভার = অসহ পীড়ন × ক্ষেত্রফল $= 3.267 \times 10^5 \times 0.003$ $= 9.8 \times 10^2 N$
09	B	বস্তুর আঃগুরুত্ব = ঘনত্ব = 0.4 বস্তুর হারান ওজন = বস্তুর কর্তৃক অপসারিত সম আয়তন তরলের ওজন = 20g $\therefore$ আয়তন $= \frac{\text{ভর}}{\text{ঘনত্ব}}$ $= \frac{20}{0.8} = 25cc$
10	C	বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাঁচের ভিতরকার স্পর্শকোণ: প্রায় শূন্য। পানি ও কাঁচের ভিতরকার স্পর্শ কোণ = 8° রূপা ও পানির ভিতরকার স্পর্শ কোণ = 90°, পারদ ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শ কোণ = 140°

অধ্যায় ০৮ পর্যাবৃত্ত গতি
PERIODIC MOTION
প্রথম পত্র

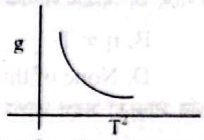
কি, কেন পড়ব? SURVEY TABLE কতটুকু পড়ব?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	সরল দোলক সংক্রান্ত	★★★
02	সরল ছন্দিত গতির সূত্রাবলী সংক্রান্ত	★★★
03	স্প্রিং সংক্রান্ত	★★★
04	ত্রুটিপূর্ণ দোলকের দোলনকাল সংক্রান্ত	★★

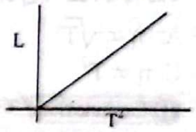
গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

■ সমীকরণীক লেখচিত্র :

বিষয়	লেখচিত্রের ধরন
সরণ-সময় লেখচিত্র	sin সদৃশ
বেগ-সময় লেখচিত্র	cos সদৃশ
ত্বরণ-সময় লেখচিত্র	ঋণাত্মক sin সদৃশ
$L-T^2$ লেখচিত্র	মূলবিন্দুগামী একটি সরলরেখা
$g-T^2$ লেখচিত্র	আয়তাকার অধিবৃত্ত
$T^2-\frac{1}{g}$ লেখচিত্র	মূলবিন্দুগামী একটি সরলরেখা

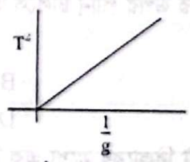


$g-T^2$ লেখচিত্র অধিবৃত্ত হবে



$L-T^2$ লেখচিত্র সরলরেখা হবে

■ লেখচিত্র :



$T^2-\frac{1}{g}$ লেখচিত্র সরলরেখা হবে

★ সহজে মনে রাখার কৌশল :
- $x = A \sin\omega t$, সরণের সমীকরণে sin আছে তাই সরণ-সময় sin সদৃশ।
- $v = A\omega \cos\omega t$, বেগের সমীকরণে cos আছে তাই বেগ-সময় cos সদৃশ।
- $a = -\omega^2 A \sin\omega t$, ত্বরণের সমীকরণে (– sin) আছে তাই ত্বরণ-সময় ঋণাত্মক sin সদৃশ।

■ সেকেন্ড দোলক:
- দোলনকাল = 2s ▪ কম্পাংক = 0.5Hz
- একটি অর্ধদোলন কাল = 1s.
- কার্যকর দৈর্ঘ্য = 0.993m. = 99.3 cm = 3.36ft
- একবার টিক শব্দ করতে 1 সেকেন্ড লাগে
- প্রতি মিনিটে দোলন দেয় 30টি
- সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য অভিকর্ষজ ত্বরণের সমানুপাতিক, $L \propto g$।

■ সমীকরণ থেকে ৫টা রাশির মান বের করা যায়ঃ
a. a → বিস্তার, b. ω → কৌণিক বেগ/কৌণিক কম্পাঙ্ক ; c. $\omega = 2\pi n$ থেকে কম্পাঙ্ক, n d. $\omega = 2\pi/T$ থেকে পর্যায়কাল, T e. δ → আদি দশা (আদি দশার চিহ্ন সবসময় উল্টো হয়)
- সরল ছন্দিত একটি বস্তু কণার গতির সমীকরন $x = A \sin\omega t$, উহার ত্বরন $= -\omega^2 x$

CamScanner

- যদি একটি দোলকের পর্যায়কাল T এবং দৈর্ঘ্য L হয় তাহলে, $T \propto \sqrt{L}$
- দশা পার্থক্য ও পথ পার্থক্য: দশা পার্থক্য = $\frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য,

বা, $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times x$

- একটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের গতির সমীকরনের সমাধান-

(B) $y = A\sin(\omega t + \delta)$ (B) $y = A\cos(\omega t + \delta)$

■ **সরল দোলকের সূত্রাবলী :** সরল দোলক দুলবার সময় চারটি সূত্র মেনে চলে। 1582 সালে বিজ্ঞানী গ্যালিলিও এই সূত্র আবিষ্কার করেন। সূত্রগুলো যথাক্রমে-

১ম সূত্র - (সমকাল সূত্র)	: কোন এক স্থানে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট কোন একটি সরল দোলকের বিস্তার 4° এর মধ্যে থাকলে প্রতিটি দোলকের জন্য সমান সময় লাগবে। L, g স্থির থাকলে প্রতিটি দোলকের জন্য T একই বা ধ্রুবক।
২য় সূত্র- (দৈর্ঘ্যের সূত্র)	: বিস্তার 4° এর মধ্যে থাকলে কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল তার দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক। $T \propto \sqrt{L}$
৩য় সূত্র - (ত্বরণের সূত্র)	: বিস্তার 4° এর মধ্যে থাকলে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট কোন সরল দোলকের দোলন কাল ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের বর্গমূলের ব্যাস্তানুপাতিক। $T \propto \sqrt{\frac{1}{g}}$
৪র্থ সূত্র - (ভরের সূত্র)	: বিস্তার 4° এর মধ্যে এবং কার্যকর দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে কোন স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল দোলক পিন্ডের ভর, আকৃতি বা উপাদানের উপর নির্ভর করে না।

★ **কৌণিক বিস্তার 4° এর বেশি হলে-** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ সূত্র প্রযোজ্য হয় না, কারণ-

- ববের গতি সরল রৈখিক হবে না
- ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক হয় না
- সরল দোলকের সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন হয় না।

■ **সরল দোলকের দোলনকালের সূত্র :** $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

- দোলনকাল বাড়বে যদি g এর মান কমে অথবা L এর মান বাড়ে।
- দোলনকাল কমবে যদি g এর মান বাড়ে অথবা L এর মান কমে।

■ **সরল দোলকের দোলন কাল:**

দোলনকাল বাড়বে যেখানে g এর মান কমবে :	▪ কার্যকর দৈর্ঘ্য বাড়লে। ▪ দোলক চন্দ্র পৃষ্ঠে নিলে। ▪ সমত্বরণে লিফট নীচের দিকে নামলে (কার্যকর ত্বরণ (g–a)। ▪ তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে (ধাতু নির্মিত গোলক) ▪ দোলক পিন্ড খনিতে বা পাহাড়ের উপর নিলে। ▪ দোলক ঘড়ি গ্রীষ্মকালে আস্তে চলে (Slow হয়)। ▪ দোলক পিন্ড, পারদ দ্বারা অর্ধপূর্ণ করা হলে (বৃদ্ধি পায়)। ▪ দোলক ঘড়িকে মেরু অঞ্চল থেকে বিষুব অঞ্চলে নিলে।
দোলন কাল কমবে অর্থাৎ দোলক দ্রুত চলবে :	▪ কার্যকর দৈর্ঘ্য কমালে। ▪ দোলক বিষুব অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে নিলে। ▪ শীতকালে বা তাপমাত্রা কমলে ঘড়ি দ্রুত চলে। ▪ সমত্বরণে উপরের দিকে চলন্ত লিফটে দোলক নিলে (কার্যকর ত্বরণ = g + a)।
দোলন কাল অসীম হবে :	▪ দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে। ▪ দোলককে ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহের মধ্যে নিলে।
দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে :	▪ দোলক ফাপা না হয়ে নিরেট হলে। ▪ দোলককে সমবেগে চলন্ত লিফটে নিলে। ▪ ফাপা দোলক পিন্ডকে পারদ দ্বারা পূর্ণ করা হলে। ▪ সীসার দোলক পিন্ডের পরিবর্তে পিতলের দোলক পিন্ড হলে (ববের পদার্থের পরিবর্তন করলে)।

★ **লিফট সমবেগে থাকলে দোলনকালের কোন পরিবর্তন হয় না।**

■ **সরল দোলক সম্পর্কে জ্ঞাতব্য বিষয় :** তরলপূর্ণ বব নীচে ছিদ্র করলে ১ম কার্যকর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়, দোলনকাল বৃদ্ধি পায়, ঘড়ি স্লো হবে এবং পরে কার্যকর দৈর্ঘ্য হ্রাস পাবে, দোলন কাল হ্রাস পাবে, ঘড়ি দ্রুত (Fast) চলবে। চন্দ্রে g এর মান কম এবং T বেশী তাই ঘড়ি স্লো চলবে।

■ **সিলিন্ডারের মধ্যে পিস্টনের গতি একটি পর্যাবৃত্ত গতি।**

■ **লাটিমের গতি একটি চলন-ঘূর্ণন গতি।**

■ সরলছন্দিত স্পন্দন- * পর্যায়বৃত্ত গতি * বল/ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক।

■ **সরলদোলকের ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থায় বেগ সর্বাধিক, ত্বরণ শূন্য এবং প্রান্তে বেগ শূন্য, ত্বরণ সর্বাধিক।**

■ **উর্ধ্বগামী লিফটে দোলক দ্রুত চলবে।**

■ **বিভিন্ন প্রকার গতিঃ- ক) পর্যায় বৃত্ত গতিঃ- সূর্যের চারদিকে গ্রহের গতি, ঘড়ির কাটার গতি, মানব হৃদপিন্ডের স্পন্দন, সরণ দোলকের গতি ইত্যাদি।**

খ) স্পন্দন বা দোল গতিঃ- সরল দোলকের গতি, শব্দ সঞ্চালনের গতি, সময় বায়ু কণার গতি, দেয়াল ঘড়ির দোলকের গতি ইত্যাদি।

■ একটি সরল দোলকের দোলকপিন্ডের সর্বোচ্চ ত্বরন হয় - সর্বোচ্চ বিস্তার বিন্দুতে

■ সরল দোলকের বিস্তার 4° এর বেশী হলে-দোলনকাল অসীম হবে

■ একটি সরল দোলকের বিস্তার দ্বিগুন করলে এর দোলনকালের অবস্থা -অপরিবর্তিত

■ sin, cos .... ভিতরে π এর মান 180^0 হয়।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

সূত্র $T \propto \sqrt{L}$

সূত্র $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

সূত্র $T_m = \frac{\sqrt{\text{ভরের গুণ}}}{\text{ব্যাসার্ধের গুণ}} \times T_e$

সূত্র $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$

সূত্র $\omega = \sqrt{k/m}$

সূত্র $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{k/m}$

সূত্র $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

সূত্র বেগ $V = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$; $V_{max} = \omega A$ (x = 0)

সূত্র ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$; $|a_{max}| = \omega^2 A$

সূত্র $mg = kx \Rightarrow$ স্প্রিং/বলধ্রুবক, $k = \frac{mg}{x}$

বল, F = kx; k = বল ধ্রুবক

সূত্র দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$ [e = স্প্রিং প্রসারণ]

সূত্র কৃতকাজ, $w = \frac{1}{2}k\left(x_f^2 - x_i^2\right)$

সূত্র • কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি, $w = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2}kA^2$ (x =A হলে স্থিতিশক্তি সর্বোচ্চ)

• স্প্রিং এর গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}K(A^2 - x^2)$

• স্প্রিং এর মোটশক্তি, $E = \frac{1}{2}KA^2$

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 **পর্যায়কাল দ্বিগুণ করলে দোলকের দৈর্ঘ্য কত গুণ বৃদ্ধি পায়?**

Solve $L_2 = n^2 L_1 = (2)^2 \times L = 4L$

MEx 02 **একটি সরল দোলকের দোলনকাল ৫০% বাড়ানো হলে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য কত হবে?**

Solve $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \frac{150}{100} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \frac{3}{2} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

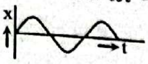
$\Rightarrow \frac{9}{4} = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow 2.25L_1 = L_2 \therefore$ পূর্বের 2.25 গুণ।

CamScanner

◎ $x = 0$ অবস্থানে গতিশক্তি $x = A$ অবস্থানে স্থিতিশক্তির সমান $= \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}Kx^2$

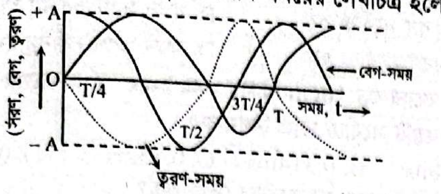
◎ সাম্যবস্থান থেকে সরণ যেখানে বিস্তারের অর্ধেক সেখানে গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে।

◎ একটি পর্যাবৃত্ত কণার সমীকরণ, $x = a \sin \omega t$ এবং এর লেখচিত্র—



কম্পাঙ্কের একক হলো cycle/s ⇒ Hertz

◎ সরল ছন্দিত গতির সরণ, বেগ ও ত্বরণ বনাম সময়ের লেখচিত্র হলো—



◎ দশা, $\delta = 0$ হলে কণার গতি সাম্যাবস্থান হতে এবং $\delta = \frac{\pi}{2}$ হলে গতি সরণের সর্বোচ্চ অবস্থান হতে শুরু হয়।

◎ স্প্রিং ধ্রুবক K এর মান স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য, জ্যামিতিক গঠন ও পদার্থের বিস্থিতিস্থাপক ধর্মের ওপর নির্ভর করে। এর একক Nm^{-1} এবং মাত্রা MT^{-2}।

◎ $x = A \sin \omega t$ সমীকরণটি একটি সরল দোলনগতি নির্দেশ করে।

◎ একটি সরল দোলকের দোলনকাল 50 % বৃদ্ধি করতে এর কার্যকর দৈর্ঘ্য 1.25 গুণ বৃদ্ধি করতে হবে।

◎ একটি সরল গতিসম্পন্ন কণার কম্পাঙ্ক ω হলে এর স্থিতিশক্তি পরিবর্তনের কম্পাঙ্ক 2ω।

◎ সাম্যাবস্থান হতে সরণ $x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$ অবস্থানে দোলনগতিসম্পন্ন বস্তুর গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি সমান হবে।

◎ দোলকের ববের ভর বেশি হলে দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে।

◎ সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য g-এর সমানুপাতিক, একটি সরল দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল অসীম হবে।

◎ একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য 4 গুণ বৃদ্ধি করলে দোলনকাল দ্বিগুণ বাড়াবে। মহাকাশে একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক 0Hz।

◎ সুর শলাকার গতি দোলনগতির উদাহরণ।

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

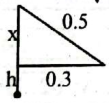
01. 100 গ্রাম ভর এবং 50 সেমি দৈর্ঘ্যের একটি সরল দোলককে উলম্ব অক্ষ থেকে অনুভূমিক দিক বরাবর 30 সেমি দূরে টানা হয়। এটি স্থির অবস্থা থেকে ছাড়া হয়। দোলনপথের সর্বনিম্ন বিন্দুতে এর দ্রুতি কত হবে? ($g = 10\ ms^{-2}$) [DU-7Clg. 2023-24]

A. $2\sqrt{2}$ m/s B. $0.5\sqrt{2}$ m/s C. $\sqrt{2}$ m/s D. $3\sqrt{2}$ m/s

Ⓒ Explanation দোলন পথের সর্বনিম্ন বিন্দুতে দ্রুতি,

$V = \sqrt{2gh}$

$= \sqrt{2 \times 10 \times 0.1} = \sqrt{2}$



এখানে, $x = \sqrt{(0.5)^2 - (0.3)^2} = 0.4$

$\therefore h = 0.5 - 0.4 = 0.1$

02. একটি সরল দোলকের দোলনকাল T। এর ববের ভর তিনগুণ করা হলে দোলনকাল কত হবে? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 3T B. $\frac{T}{3}$ C. T D. $\frac{T}{\sqrt{3}}$

Ⓒ Explanation সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভরের উপর নির্ভরশীল নয়। তাই দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে।

03. একটি সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কণার গতির সমীকরণ, $x = 6.0 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ মিটার। এ গতির পর্যায়কাল কত? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 1 s B. 2π s C. 1.5 s D. 0.5 s

Ⓐ Explanation $x = 6.0 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ এখানে $\omega = 2\pi$

$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 2\pi \Rightarrow T = 1s$

04. কোন স্প্রিংকে 5N বল দ্বারা টেনে 10 cm প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে? [DU-7Clg. 2023-24]

A. 0.5 Nm^{-1} B. 2 Nm^{-1} C. 50 Nm^{-1} D. 250 Nm^{-1}

Ⓒ Explanation স্প্রিং ধ্রুবক $K = \frac{F}{x} = \frac{5}{10 \times 10^{-2}} = 50Nm^{-1}$

05. একটি স্প্রিং এর বল ধ্রুবক 10 Nm^{-1}। এটি 1m সংকুচিত অবস্থা থেকে স্বাভাবিক অবস্থায় আসলে স্প্রিং বল দ্বারা কৃত কাজ কত হবে? [DU-7Clg: 2022-23]

A. –10 J B. –5 J C. 0 J D. 5 J

Ⓓ Explanation স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 5J$.

06. সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত একটি বস্তু কণার ত্বরণ, $a = -kx$ হলে এর পর্যায়কাল কত? [DU-7Clg: 2022-23]

A. $2\pi\sqrt{k}$ B. $\frac{2\pi}{\sqrt{k}}$ C. $\frac{2\pi}{k}$ D. $\frac{2\sqrt{\pi}}{k}$

Ⓑ Explanation $a = -kx \Rightarrow -\omega^2x = -kx$

$\Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = k \therefore T = \frac{2\pi}{\sqrt{k}}$

07. m ভর এবং T দোলনকাল বিশিষ্ট একটি সরল ছন্দিত দোলকের বল ধ্রুবক k কে দ্বিগুণ করা হলে এর চূড়ান্ত দোলনকাল কত হবে? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $\frac{T}{\sqrt{2}}$ B. $\frac{T}{4}$ C. 2T D. $\sqrt{2}$ T

Ⓐ Explanation m ভর ও k বল ধ্রুবক বিশিষ্ট দোলকের দোলনকাল–

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{k}} \therefore \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{k}{2k}} \times T_1$

$\therefore T_2 = \frac{T}{\sqrt{2}}$

08. কোন কণার সরল ছন্দিত সমীকরণ $x = 10\sin\left(10t + \frac{\pi}{6}\right)$ m। কণাটির সর্বোচ্চ ত্বরণ কত? [DU-7Clg: 2021-22]

A. 10ms^{-2} B. 100ms^{-2} C. 1010ms^{-2} D. 1000ms^{-2}

Ⓓ Explanation সরল ছন্দিত আদর্শ সমীকরণ: $x = A \sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $A = 10, \omega = 10$

$\therefore$ সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = \omega^2A = (10)^2 \times 10 = 1000\ ms^{-2}$

09. একটি স্প্রিং এ 5kg ভর ঝুলানো হলো। এতে এর দৈর্ঘ্য 2cm বৃদ্ধি পেল। স্প্রিং ধ্রুবকের মান কত? [DU-7Clg: 2021-22]

A. 24.50Nm^{-1} B. 245Nm^{-1} C. 2450Nm^{-1} D. 4900Nm^{-1}

Ⓒ Explanation স্প্রিং এর ক্ষেত্রে, $F = kx$

$\therefore K = \frac{F}{x} = \frac{mg}{x} = \frac{5 \times 9.8}{2 \times 10^{-2}} = 2450\ Nm^{-1}$

10. সরল ছন্দিত স্পন্দকের পর্যায়কাল 20s হলে ত্বরণ a ও সরণ x এর মধ্যকার সম্পর্ক নিচের কোনটি? [DU-7Clg: 2021-22]

A. $a = -\left(\frac{\pi}{10}\right)^2 x$ B. $a = \left(\frac{\pi}{10}\right)x$ C. $a = \left(\frac{\pi}{10}\right)^2 x$ D. $a = -\left(\frac{\pi}{10}\right)x$

Ⓐ Explanation $a_{max} = -\omega^2x = -\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2x = -\left(\frac{2\pi}{20}\right)^2x = -\left(\frac{\pi}{10}\right)^2x$

11. একটি সরল দোলকের পর্যায়কাল দ্বিগুণ করতে হলে এর দৈর্ঘ্য কতগুণ বাড়াতে হবে? [DU-7Clg: 2020-21]

A. 4 B. 2 C. $\frac{1}{2}$ D. $\frac{1}{4}$

Ⓐ Explanation $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \frac{L_2}{L_1} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = (2)^2 \Rightarrow L_2 = 4L_1$

আসলে প্রশ্নানুযায়ী উত্তর 3 গুণ বৃদ্ধি করতে হবে।

12. সরল দোল গতিতে নিম্নের কোন বিষয়টি দোলনের বিস্তারের উপর নির্ভরশীল নয়? [DU-7Clg. 2019-20]

A. ত্বরণ B. মোট শক্তি C. কম্পাংক D. বেগ **Ans C**

CamScanner

13. একটি সরল দোলক T পর্যায়কাল নিয়ে দুলতে থাকে। সরল দোলকটির ববের ভর দ্বিগুণ করলে এর নতুন পর্যায়কাল হবেঃ [DU-7Clg. 2018-19]

A. T/2 B. 2T C. T D. $\sqrt{2}$ T

(C) Explanation: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$; $T \propto \sqrt{L}$; $T\sqrt{\frac{1}{g}}$

সুতরাং দোলনকাল L, g এর উপর নির্ভর করে কিন্তু ভরের উপর নির্ভরশীল নয়।

IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. একটি সরল দোলগতির বিস্তার A এবং দোলনকাল T, এর সর্বোচ্চ বেগ কত?

A. $\frac{2\pi}{T}A$ B. $\frac{T}{2\pi}A$ C. $\frac{A}{T}$ D. AT

(A) Explanation: সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}A$ Ans.

02. যদি m ভর বিশিষ্ট একটি সরল ছন্দিত দোলকের বল ধ্রুবক k কে দ্বিগুণ করা হয় তবে দোলকের আদি দোলনকাল পরিবর্তিত হয় নিম্নরূপে:

A. $\frac{T}{\sqrt{2}}$ B. $\sqrt{2T}$ C $\frac{T}{4}$ D. $2T$

(A) Explanation: $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{K_1}{K_2}}$ বা $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1}{2}}$ $\therefore T_2 = \frac{T_1}{\sqrt{2}}$

03. একটি বস্তুর সর্বোচ্চ বিস্তার 5.0 m এবং 8.0s দোলনকালে সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন। বস্তুটির সর্বোচ্চ বেগ কত?

A. 3.93 m/s B. 3.13 m/s C. 7.81 m/s D. 6.20 m/s

(A) Explanation: $V_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}.A = \frac{2\times3.14\times5}{8} = 3.93m/s$

04. সরল দোল গতি সম্পন্ন একটি কণার বিস্তার 0.02m এবং কম্পাঙ্ক 2.5Hz হলে এর সর্বোচ্চ দ্রুতি কত হবে?

A. $0.05ms^{-1}$ B. $0.125\ ms^{-1}$ C. $0.157\ ms^{-1}$ D. $0.314\ ms^{-1}$

(D) Explanation: সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max} = \omega A = 2\pi fA = 2\times\pi\times2.5\times0.02 = 0.314ms^{-1}$

05. $4\frac{d^2x}{dt^2} + 100x = 0$ সমীকরণ দ্বারা বর্ণিত সরল ছন্দিত গতির কৌণিক কম্পাংক

A. $4\ rads^{-1}$ B. $100\ rads^{-1}$ C. $25\ rads^{-1}$ D. $5\ rads^{-1}$

(D) Explanation: $\omega = \sqrt{\frac{x \text{ এর সহগ}}{\frac{d^2x}{dt^2}\text{এর সহগ}}} = \sqrt{\frac{100}{4}} = \sqrt{25}$

বা, $\omega = 5rads^{-1}$

06. একটি সরল দোলকের দোলকপিন্ডের সর্বোচ্চ ত্বরণ হয় কোন বিন্দুতে-

A. সর্বোচ্চ বিস্তার বিন্দুতে B. মাঝের সর্বনিম্ন বিন্দুতে

C. উপরের A ও B এর মাঝামাঝি কোন বিন্দুতে

D. দোলক পিন্ডটি সমত্বরণে নড়ে, তাই সর্বোচ্চ ত্বরণের বিশেষ কোন বিন্দু নাই।

(A) Explanation: মাঝের সর্বনিম্ন বিন্দুতে ত্বরণ সর্বনিম্ন, বেগ সবোর্চ্চ সর্বোচ্চ বিস্তার বিন্দুতে ত্বরণ সর্বাধিক, বেগ সর্বনিম্ন (শূন্য)

07. পর্যায়কাল দ্বিগুন করতে সরল দোলকের দৈর্ঘ্য কতগুন করতে হবে?

A. $\frac{1}{4}$ B. $\frac{1}{2}$ C. 2 D. 4

(D) Explanation: $L_2 = n^2L = 2^2L = 4L$ (n = পর্যায় কালের গুণ)

08. ধরি, দুইটি সরল দোলক A এবং B যদি A এর দৈর্ঘ্য B এর দ্বিগুণ এবং B এর দোলন কাল 3s হয় তবে A এর দোলন কাল কত?

A. 5.25s B. 4.24s C. 3.45s D. 6.20s

(B) Explanation: A এর দৈর্ঘ্য B এর দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ।

B এর দোলনকাল T_B=3.S, A এর দোলন কাল T_A=?

$\therefore \frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{L_A}{L_B}}$ বা, $\frac{T_A}{3} = \sqrt{\frac{2}{1}}$ বা, $T_A = 3\sqrt{2}$ =4.24s

PRIME TEST

01. একটি দোলকের কৌণিক বিস্তার অবশ্যই হতে হবে–

A. 4° B. 5° C. 3° D. 7°

02. মহাকাশে একজন নভোচারীর কাছে একটি সরল দোলকের দোলনকাল হবে-

A. 84.6 min B. 2 sec C. 0 D. ∞

03. সরল ছন্দিত স্পন্দন এ স্পন্দনশীল কণার বেগ শুন্য হয়-

A. যখন ত্বরণ সর্বোচ্চ হয় B. যখন সরণ সর্বনিম্ন হয়

C. যখন সরণ সর্বোচ্চ হয় D. যখন ত্বরণ সর্বনিম্ন হয়

04. 0.02 kg ভরের বস্তু 10cm বিস্তার এবং 2sec পর্যায় কালের সরল ছন্দিত গতি প্রাপ্ত হলে বস্তুটি সর্বোচ্চ দ্রুতি নির্ণয় কর।

A. $0.628ms^{-1}$ B. $0.314ms^{-1}$ C. $0.55ms^{-1}$ D. $0.413ms^{-1}$

05. একটি সেকেন্ডে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য কত?

A. 0.093m B. 1.993m C. 0.993m D. 1.094m

06. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য নয়গুণ করা হলে এর দোলনকাল কত হবে?

A. 4 sec B. 5 sec C. 6 sec D. 9 sec

07. 50Hz কম্পাঙ্কের একটি এসি সিগনাল এর শূন্য থেকে শীর্ষ মানে পৌছাতে কত ms সময় লাগবে?

A. 200 B. 100 C. 50 D. 5

08. যদি কোন পাহাড়ের শীর্ষে ও খনির গভীরে সরল দোলকের দোলন কাল একই হয় তাহলে পাহাড়ের উচ্চতা ও খনির গভীরতার অনুপাত হবে-

A. 1:2 B. 2:1 C. 4:3 D. 3:4

09. একটি সরল দোলকের দোলন কাল T; দোলকটির দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হলে পরিবর্তিত দোলনকাল কত হবে?

A. $\frac{T}{\sqrt{2}}$ B. $\sqrt{2}$T C 2T D. $\frac{T}{2}$

10. ফোটনের ভরবেগ কোনটি?

A. $P = \frac{hc}{\lambda}$ B. $P = \frac{h}{\lambda}$ C. $P = \frac{\lambda}{h}$ D. $P = \frac{\lambda}{hc}$

OMR SHEET		
	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. A; 02. D; 03. C
04	B	$V_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}A = \frac{2\times3.14\times0.1}{2} = 0.31ms^{-1}$
05	C	$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ বা, $\frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8\times(2)^2}{4\times\pi^2}$ =0.9929m
06	C	$T_2 = \sqrt{n}\ T_1 = \sqrt{9}\times2 = 6sec$
07	D	$\frac{T}{4} = \frac{1}{4f} = \frac{1}{4\times50}s = \frac{1\times1000}{4\times50}ms = 5ms$
08	A	$g_h = g_d$ বা, $1-\frac{2h}{R} = 1-\frac{d}{R}$ বা, $\frac{-2h}{R} = \frac{-d}{R}$ বা, 2h=d বা, $\frac{h}{d} = \frac{1}{2}$ বা, h:d =1:2
09	B	$T \propto \sqrt{L}$ $\therefore T_2 = \sqrt{2}T$
10	B	$P = mc = \frac{hv}{c} = \frac{h}{\lambda}$ ফোটনের ভরবেগ।

CS CamScanner

অধ্যায় ০৯

তরঙ্গ
WAVE

প্রথম পত্র

কি, কেন পড়বে? SURVEY TABLE কতটুকু পড়বে?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়বো]
01	তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সুস্পন্দন ও নিঃস্পন্দন বিন্দু সংক্রান্ত	★★★
02	তরঙ্গের সমীকরণ সংক্রান্ত	★★★
03	দশা ও পথ পার্থক্য নির্ণয় সংক্রান্ত	★★★
04	তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও বেগ সংক্রান্ত	★★★
05	বীট সংক্রান্ত	★★
06	তীব্রতা ও তীব্রতার লেভেল সংক্রান্ত	★★
07	টানা তার সংক্রান্ত	★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

■ **তরঙ্গ ও প্রকারভেদ :**
- তরঙ্গ প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার এবং অপবর্তন ঘটায়।
- তরঙ্গ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালন করে।
- অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গ ঃ পানি তরঙ্গ, আলোক তরঙ্গ, তাপ তরঙ্গ।
- অনুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক তরঙ্গ: শব্দ তরঙ্গ, স্প্রিং-এ সৃষ্টি তরঙ্গ, ঢোলে বাড়ি দিলে সৃষ্ট তরঙ্গ, বাঁশির সুর তরঙ্গ, তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ।
- অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে (i) প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার ও অপবর্তন ঘটে। [সমবর্তন (polarization) হয় না]
- Hygens নীতি = মুখ্য তরঙ্গের তরঙ্গমুখের উপর প্রত্যেক বিন্দু গৌণ তরঙ্গের উৎস।
- শব্দ একটি অগ্রগামী আড় তরঙ্গ * শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় *শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় * শব্দের বেগ তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে
- ভূমি কম্পনের ফলে সৃষ্ট তরঙ্গ হল- আড় তরঙ্গ
- কম্পাঙ্কের মাত্রা- $[T^{-1}]$

■ **ব্যতিচারের শর্ত:**
- তরঙ্গ দুটি'র বিস্তার ও কম্পাংক সমান হতে হবে,
- তরঙ্গদুটির আকৃতি ও দশা অপরিবর্তিত থাকবে,
- তরঙ্গ দুটির দরুন মাধ্যমের কোন একটি কণার স্পন্দন একই রেখায় ঘটে। বাদুড়, চামচিকা, মাকড়সা শ্রবণোত্তর শব্দ সৃষ্টি করতে পারে এবং শুনতে পারে। এজন্য তারা রাতে চলাফেরা করতে পারে।
- ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য সর্বদা $\lambda/2$ এর বিজোড় গুণিতক হতে হবে।

- তরঙ্গদ্বয় বিপরীত দশায় মিলিত হয়।
- লব্ধি সরণ শূন্য
- কোন শব্দ শোনা যায় না
- গঠনমূলক ব্যতিচার বিন্দুতে পথ পার্থক্য শূন্য বা $\lambda/2$ এর জোড় গুণিতক হতে হবে।
- তরঙ্গদ্বয় একই দশায় মিলিত হয়
- লব্ধি সরণ দ্বিগুণ

■ **অগ্রগামী তরঙ্গ ও স্থির তরঙ্গ:**

❖ **অগ্রগামী তরঙ্গ :**
- মাধ্যমের প্রতিটি কণার বিস্তার সমান
- চলমান তরঙ্গ মাধ্যমের প্রত্যেকটি কণা পর্যায়বৃত্ত গতি লাভ করে

❖ **স্থির তরঙ্গ :**
- তরঙ্গের বিভিন্ন বিন্দুতে তরঙ্গের বিস্তার বিভিন্ন
- পরপর ৩টি নিস্পন্দ বিন্দু বা সুস্পন্দ বিন্দু বা দুটি লুপের দূরত্বই স্থির তরঙ্গের দৈর্ঘ্য

❖ **সুস্পন্দ নিস্পন্দ বিন্দু:**

বিভিন্ন বিন্দুর বিস্তার বিভিন্ন। যে বিন্দুতে বিস্তার সর্বাধিক তাকে সুস্পন্দন বিন্দু বলে।	কতগুলো বিন্দুতে মাধ্যমের কণাগুলোর কোন স্পন্দন দেখা যায় না।
স্থির তরঙ্গের প্রত্যেক পূর্ণ কম্পনে কণাগুলোর দু'বার স্থির অবস্থানে আসে।	পর পর তিনটি নিস্পন্দ বিন্দু/ সুস্পন্দন বিন্দু নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত হয়।
সুস্পন্দ বিন্দুর কণার বিস্তার তরঙ্গ সৃষ্টিকারী মূল তরঙ্গস্থিত কণার বিস্তারের দ্বিগুণ।	নিস্পন্দ বিন্দুতে চাপ ও ঘনত্ব বেশী পরিবর্তন হয় এবং সুস্পন্দ বিন্দুতে চাপ ও ঘনত্বের পরিবর্তন শূন্য।
কণাগুলোর পর্যায়কাল সমান হলে বিস্তার সমান হয়।	পাশাপাশি দুইটি নিস্পন্দ বিন্দু মধ্যবর্তী সকল কণা একই দশায় থাকে কিন্তু বিস্তার বিভিন্ন।

■ **বীট বা স্বরকম্পের প্রয়োগ : স্বরকম্পের তিনটি প্রয়োগ আছে। যথা-**
- স্বরকম্পের সাহায্যে সুর শলাকার অজ্ঞাত কম্পাঙ্ক নির্ণয় করা যায়।
- স্বরকম্পের সাহায্যে খনিতে দূষিত বাতাসের অস্তিত্ব নির্ণয় করা যায়।
- খাদ্যযন্ত্রাদির সুর নির্ণয় করা যায়।
- আলোক তরঙ্গ ও শব্দ তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য

■ **অনুনাদের বৈশিষ্ট্য:**
- সকল অনুনাদী কম্পন পরবশ কম্পন;
- অনুনাদী কম্পনের বিস্তার সবচেয়ে বেশী
- অনুনাদে বস্তুর কম্পন শুরু হওয়ার অল্প সময় পরই নিয়মিত হয়।

❖ **উদাহরণ:**
- কম্পিত সুরশলাকা টেবিলের উপর চেপে ধরলে।
- ঝুলন্ত ব্রিজের উপর দিয়ে সৈন্যদল যখন মার্চ করে যায়।

★ 1940 সালে ওয়াশিংটনের ট্যাকোমা ন্যারোজ ব্রীজটি অনুনাদের কারণে ভেঙ্গে যায়।

■ **বিভিন্ন উৎসের তীব্রতা ও তীব্রতার লেভেল:**

Type of noise (শব্দ উৎস)	তীব্রতা Wm^{-2}	আপেক্ষিক তীব্রতা $\frac{I}{I_0}$	তীব্রতা লেভেল (dB)	মন্তব্য
শ্রুতির শুরু	10^{-12}	10^0	0	শ্রাব্যতার নিম্নতম সীমা
পাতার মর্মর শব্দ, স্বাভাবিক শ্বাস-প্রশ্বাস	10^{-11}	10^1	10	কিঞ্চিৎ শ্রাব্য
পাতার মর্মর ধ্বনি, সাধারণ ফিসফাস	10^{-10}	10^2	20	-
ফিসফিসানি, নির্জন রাস্তা	10^{-9}	10^3	30	খুব শান্ত
লাইব্রেরীর শব্দ, শান্ত রেডিও	10^{-8}	10^4	40	শান্ত
ক্লাসরুমের শব্দ, শান্ত অফিস, শান্ত গাড়ী	10^{-7}	10^5	50	

CamScanner

Type of noise (শব্দ উৎস)	তীব্রতা Wm^{-2}	আপেক্ষিক তীব্রতা $\frac{I}{I_0}$	তীব্রতা লেভেল (dB)	মন্তব্য
স্বাভাবিক কথোপকথন	10^{-6}	10^6	60	-
ব্যস্ততম রাস্তার শব্দ	10^{-5}	10^7	70	
সাধারণ কারখানা, কোলাহলপূর্ণ অফিস	10^{-4}	10^8	80	
মোটর সাইকেল বা ভারী ট্রাক, কলকারখানা, হাটবাজার, উড়াল ট্রেন	10^{-3}	10^9	90	সার্বক্ষণিক শ্রাবণে শ্রুতির মারাত্মক ক্ষতি
পাতাল রেল, মাথার উপরের জেট প্লেনের শব্দ	10^{-2}	10^{10}	100	
ভারী নির্মাণ স্থল, বজ্রপাত, কামানের গর্জন, তীব্র বজ্রনির্ঘোষের শব্দ	10^{-1}	10^{11}	110	
মাইকযোগে ব্যান্ড সঙ্গীত, তীব্র বেদনাদানকারী শব্দ সূচন	10^0	10^{12}	120	শ্রুতির যন্ত্রণার আরম্ভ
রক কনসার্ট	100	-	140	-

■ প্রয়োজনীয় সংজ্ঞাসমূহ:

সুর	একটি মাত্র কম্পাংক বিশিষ্ট শব্দ
স্বর	একাধিক কম্পাংক বিশিষ্ট শব্দ
মূলসুর	স্বরে বিদ্যমান ন্যূনতম কম্পাংকের সুর
উপসুর	মূল সুর ছাড়া বাকী সুরগুলো
হারমোনিক	উপসুরের যে গুলো মূলসুরের গুণিতক
বেল	শব্দের তীব্রতা 10 গুণ বাড়ালে শব্দোচ্চতা যে পরিমাণ বাড়ে
ফন	1000 Hz কম্পাংক ও 10^{-12} wm^{-2} তীব্রতা বিশিষ্ট শব্দ
সনো	40 dB এর উর্দ্ধে 1000 Hz কম্পাংকের বিশুদ্ধ সুরের সৃষ্ট প্রাবল্য
মুক্ত কম্পন	যে কম্পন নিদিষ্ট কম্পাংক ও পর্যায়কালে স্পন্দিত হয়
এক অষ্টক	কোন সুরের কম্পাংক অন্যটির দ্বিগুণ হলে ২য় টি ১ম টির এক অষ্টক
স্বরগ্রাম	নির্দিষ্ট কম্পাংক বিশিষ্ট কতগুলো সাজানো সুর
ত্রয়ী	তিনটি শব্দের কম্পাংকের অনুপাত 4:5:6 হলে তাদের দ্বারা সৃষ্ট শব্দ
স্বর সঙ্গতি	4:5:6:8 অনুপাতের 4টি শব্দের কম্পাংক সমন্বয়ে শ্রুতি মধুর শব্দ
ঐকতান	একই সময়ে কতগুলো শব্দ তৈরী হয়ে সৃষ্ট সুর ঐকতান
মেলোডি	কতগুলো শব্দ একের পর এক উৎপন্ন হয়ে সৃষ্ট স্বরযুক্ত শব্দ
সলো	একটি মাত্র বাদ্য যন্ত্র থেকে সৃষ্ট সুর
অর্কেস্ট্রা	একাধিক বাদ্যযন্ত্র বাজালে উৎপন্ন হয় সমতান বা মেলডি
জাতি	যে বৈশিষ্ট্য দ্বারা একই তীব্রতা ও তীক্ষ্মতার ভিন্ন শব্দ আলাদা করা যায়
ফনোগ্রাফ	শব্দগ্রহণ বা পুনরুৎপাদন যন্ত্র
গ্রামোফোন	উন্নত ধরনের ফনোগ্রাফ
সমমেল/Harmonic	উপসুর গুলোর মধ্যে যাদের কম্পাঙ্ক মূলসুরের সরল গুণিতক তাদের সমমেল বলা হয়
টোনিক	সর্বাপেক্ষা কম কম্পাংকের সূচনা সুর।

■ ভূমি কম্পনের ফলে সৃষ্ট তরঙ্গ আড় ও লাম্বিকের মিশ্রন ধরনের।

■ তরঙ্গ এক স্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি স্থানান্তরিত করে।

■ পথ ও দশা পার্থক্যের সম্পর্ক- $\frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\sigma}{\delta}$

■ বস্তুর কম্পাঙ্ক আরোপিত পর্যায়বৃত্ত স্পন্দনের কম্পাঙ্কের সমান হলে অনুনাদ ঘটবে।

■ ঢাকা রেডিও স্টেশন থেকে AM রেডিও তরঙ্গ পাঠানো হয়, এই তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আসন্ন মান- 10^3m।

■ মাইক্রোওয়েভ এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি।

■ যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পন দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় তাকে আড় তরঙ্গ বলে।

■ শ্রেণী কক্ষের শব্দের তীব্রতা 1×10^{-7} ও তীব্রতা লেভেল 50 dB।

■ **20000Hz এর বেশী হলে তাদের শব্দোত্তর (Ultrasonic) তরঙ্গ বলা হয়। 20 Hz এর নিচে হলে শব্দেতর (Infrasonic) বলে।**

■ **শ্রাব্যতার সীমাঃ 20Hz থেকে 20000Hz পর্যন্ত তরঙ্গের সীমাকে শ্রাব্যতার সীমা বলে।**

■ **শব্দোচ্চতা বা প্রাবল্যের একক ফন। এর আর একটি একক সোন।**

■ একটি মাত্র বাদ্যযন্ত্র বাজিয়ে সলো (Solo) সৃষ্টি হয়।

■ অনুনাদ Resonance একটি বিশেষ ধরনের- পরবশ কম্পন।

■ **গ্রামোফোন এক প্রকার উন্নত ধরনের ফনোগ্রাফ।**

■ **শব্দের তীব্রতা লেভেল বা স্তর পরিমাপের একক- dB/B।**

■ হারমোনিয়াম থেকে যে শব্দ নিঃসৃত হয় তাকে বলে- সুর। মেলডি, সলো, অর্কেস্টা, স্বরগ্রাম।

■ টেপ রেকর্ডারে যে প্রক্রিয়ার শব্দ রেকর্ড করা হয়-চৌম্বক বল দ্বারা শব্দ তরঙ্গ পরিবর্তনের মাধ্যমে।

■ শব্দের ব্যতিচারের শর্ত -তরঙ্গ দুটির কম্পাঙ্ক ও বিস্তার সমান হবে।

■ **শব্দকে সমবর্তন (বা পোলারায়ন) করা যায়না, কারন শব্দ- আড় তরঙ্গ**

■ একমুখ বন্ধ নলে শুধুমাত্র যুগ্ন ও অযুগ্ন হারমোনিকগুলো উৎপন্ন হতে পারে।

■ খনিতে দূষিত বাতাসের অস্তিত্ব নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয় - বীট

■ **উৎসের কম্পন পর্যাবৃত্ত হলে যে শব্দের সৃষ্টি হয় তাকে বলে- সুশ্রাব্য শব্দ।**

■ **দুটি কম্পমান বস্তুর কম্পাঙ্কের পার্থক্য সর্বোচ্চ 10 পর্যন্ত স্বরকম্প গণনা করা হয়।**

- তৃতীয় আরো এক ধরনের তরঙ্গ আছে তা হলো বস্তু তরঙ্গ। ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন, পরমাণু, অণুর সাথে এই তরঙ্গ সংশ্লিষ্ট।
- শক্তি প্রবাহের দিক অনুসারে তরঙ্গকে তিন ভাগে ভাগ করা হয়েছে-
  (১) একমাত্রিক তরঙ্গঃ সুতা বরাবর প্রবাহিত তরঙ্গ।
  (২) দ্বিমাত্রিক তরঙ্গঃ পানির উপরিভাগে প্রবাহিত তরঙ্গ।
  (৩) ত্রিমাত্রিক তরঙ্গঃ শব্দ তরঙ্গ, আলোক তরঙ্গ।

■ বেতার তরঙ্গ→তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গ →সকল তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গের বেগ আলোর বেগের সমান। [শূন্য মাধ্যমে] *কোন কিছুর বেগ আলোর বেগের চেয়ে বেশী হয় না।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র $v = \frac{f_1 \times f_2}{f_1 \sim f_2} \times \Delta\lambda$

সূত্র $V_w = f\Delta\lambda + V_a$

সূত্র $y = a\sin(\omega t - kx) = a\sin\left(2\pi ft - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$

$= a\sin\left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) = a\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$

CamScanner

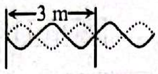
◉ সমদশাসম্পন্ন পর পর দুইটি কণার মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

◉ স্থির তরঙ্গের নিস্পন্দ বিন্দুতে কণার বেগ শূন্য হয় এবং সুস্পন্দ বিন্দুতে বেগ সর্বাধিক হয়।

◉ স্থির তরঙ্গের পর পর দুইটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব বা পরপর দুইটি সুস্পন্দ বিন্দুর মদ্যবর্তী দূরত্ব $\frac{\lambda}{2}$ হয়। আর একটি সুস্পন্দ ও একটি নিস্পন্দ বিন্দুর মদ্যবর্তী দূরত্ব $\frac{\lambda}{4}$ হয় সরল ছন্দিত স্পন্দনে কম্পিত বস্তুর দোলনকাল বল ধ্রুবকের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

◉ তরঙ্গের তীব্রতা বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ সমানুপাতিক অর্থাৎ $I = 2\pi^2n^2a^2\rho v$। এই তীব্রতা বিস্তারের বর্গের, কম্পাঙ্কের বর্গের, ঘনত্বের এবং বেগের সমানুপাতিক।

◉ গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর জোড় গুণিতক হয় এবং ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর বিজোড় গুণিতক হয়।



তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 2m।

◉ সুস্পন্দ বিন্দু সৃষ্টির জন্য পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ এর বিজোড় গুণিতক এবং নিস্পন্দ বিন্দুর জন্য $\frac{\lambda}{4}$ এর জোড় গুণিতক হয়।

◉ শব্দের তীব্রতা ঘনত্বের সমানুপাতিক এবং কম্পাঙ্কের বর্গের সমানুপতিক হয়। স্বরের মধ্যে বিদ্যমান সবচেয়ে নিম্ন কম্পাঙ্ক হবে মূল সুর।

◉ মূল তরঙ্গ এবং প্রতিফলিত তরঙ্গের মধ্যে দশা পার্থক্য 2π হয়।

◉ সৈন্যদল ব্রিজের উপর দিয়ে মার্চ করে যাওয়ার সময় বুটের কম্পাঙ্ক ব্রীজের কম্পাঙ্কের সমান হলে—
(ক) অনুনাদ সৃষ্টি হয় (খ) ব্রীজটি অধিক বিস্তারে কাঁপতে থাকে
(গ) ব্রীজটি ভেঙ্গে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে।

◉ পরবশ কম্পনের ক্ষেত্রে — (ক) প্রথম বস্তুর কম্পাঙ্ককে আরোপিত কম্পাঙ্ক বলে (খ) দ্বিতীয় বস্তুটি প্রথমে তার নিজস্ব স্বাভাবিক কম্পাঙ্কে কম্পিত হয়। (গ) দ্বিতীয় বস্তুটি পরবর্তীতে ধীরে ধীরে আরোপিত কম্পনে কম্পিত হয়। শব্দের তীব্রতা 10^{-8} Wm^{-2}। শব্দের তীব্রতা তিনগুণ বৃদ্ধি করা হলে নতুন তীব্রতা লেভেল হবে 44.77 dB।

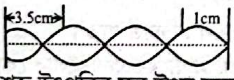
◉ মানব কর্ণে সহনীয় সবচেয়ে জোরালো তীব্রতার শব্দতরঙ্গের বিস্তার 10^{-5}m এবং সবচেয়ে নিম্নতম বা ক্ষীণতম যে তরঙ্গ অনুভব করে তার বিস্তার 10^{-11}m।

◉ মানুষের শ্রবণ সীমার দুই প্রান্তের তীব্রতার অনুপাত 10^{12}।

◉ অজানা সুর কম্পাঙ্ক নির্ণয়ের ক্ষেত্রে $N = n_1 \sim n_2$ সূত্র ব্যবহার করা হয়। বীট উপরিপাতন ঘটনার ফল।

◉ হারমোনিক বা সমমেল হচ্ছে সেই উপসুরের কম্পাঙ্ক যা মৌলিক বা মূল সুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক। আর মূল সুর হচ্ছে কোনো স্বরের মধ্যে বিদ্যমান সুরগুলোর মধ্যে বিদ্যমান সবচেয়ে কম কম্পাঙ্কের সুর।

◉ উৎসের কম্পাঙ্কের সাথে তীব্রতার সম্পর্ক হলো $I \propto n^2$।

◉ 

পর পর তিনটি সুস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 4 cm।

◉ শব্দ উৎপত্তির মূল উৎস বস্তুর কম্পন।

◉ শব্দ বিস্তারের জন্য জড় মাধ্যম স্থিতিস্থাপক ও অবিচ্ছিন্ন হতে হবে।

◉ আড় তরঙ্গের মাধ্যমের কণাগুলি তরঙ্গ গতির অভিমুখের সমকোণে কম্পিত হয়। আর লম্বিক তরঙ্গে মাধ্যমের কণাগুলি তরঙ্গের গতির অভিমুখের সমান্তরালে কম্পিত হয়।

◉ আড় তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যমে তরঙ্গ শীর্ষ এবং তরঙ্গ পাদ সৃষ্টি হয়। পক্ষান্তরে, লম্বিক তরঙ্গে মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে।

◉ বাঁশির সুর, স্প্রিং-এ সৃষ্ট তরঙ্গ লম্বিক তরঙ্গ এবং পানি তরঙ্গ, টানা তারের তরঙ্গ আড় তরঙ্গ।

◉ বায়ু মাধ্যমে আড় তরঙ্গ সৃষ্টি হতে পারে না; কেবল অণুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক তরঙ্গ বিস্তার লাভ করে।

◉ একক দৈর্ঘ্যের মধ্যে যে কয়টি পূর্ণ তরঙ্গ থাকে তাকে ওই তরঙ্গের তরঙ্গ সংখ্যা বলে। অর্থাৎ $\bar{v} = \frac{1}{\lambda}$।

◉ শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দ্বারা কোন সুর চড়া ও কোন সুর মোটা তা বুঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বা পীচ বলে।

◉ তরঙ্গের তীব্রতার এস.আই. একক $Js^{-1}m^{-2} \Rightarrow Wm^{-2}$।

◉ যে সকল শব্দ শ্রুতিমধুর তাদের সুরযুক্ত বা সুশ্রাব্য শব্দ বলে এবং যেসব শব্দ শ্রুতিকটু তাদের সোরগোল বা অপসুর বলে।

◉ সোরযুক্ত শব্দের তিনটি বৈশিষ্ট্য রয়েছে- (ক) শব্দোচ্চতা, (খ) তীক্ষ্ণতা ও (গ) গুণ বা জাতি।

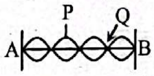
◉ সোরগোলযুক্ত শব্দের কোনো নির্দিষ্ট মুল সুর বা উপসুর এবং কোনো নির্দিষ্ট জাতি থাকে না।

◉ শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দ্বারা বিভিন্ন বাদ্যযন্ত্র থেকে নির্গত একই প্রাবল্য ও তীক্ষ্ণতাযুক্ত সুরগুলির মধ্যে পার্থক্য করা যায়, তাকে সুরযুক্ত শব্দের গুণ বা জাতি বলে।

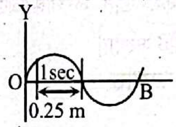
◉ বদ্ধ নল থেকে নিঃসৃত শব্দ অপেক্ষা খোলা নল থেকে নিঃসৃত শব্দ বেশি শ্রুতিমধুর।

◉ বদ্ধ নলে মূলসুর ও উপসুরগুলির অনুপাত 1 : 3 : 5 : 7 এবং খোলা নল মূলসুর ও উপসুরগুলির কম্পাঙ্কের অনুপাত 1 : 2 : 3 : 4। অর্থাৎ বদ্ধ নলে শুধুমাত্র অযুগ্ম উপসুরগুলোই উপস্থিত থাকে এবং খোলা নলে যুগ্ম ও অযুগ্ম সকল প্রকার হারমোনিক উপস্থিত থাকে।

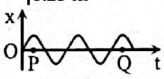
◉ শ্রোতার শ্রাব্যতার সীমার 40 dB এর উর্ধ্বে 1000 Hz কম্পাঙ্কের একটি বিশুদ্ধ সুর যে প্রাবল্য সৃষ্টি করে তাকে সোন বলে।



n = 120 Hz. P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব $= \frac{3\lambda}{4}$

◉ 

X, O এবং B বিন্দুতে অবস্থিত কণাদ্বয়ের দশা পার্থক্য 2π।



$OQ = \frac{9\lambda}{4}$।

◉ সমবর্তন বৈশিষ্ট্য দ্বারা আড় তরঙ্গ চেনা যায়।

◉ পথ পার্থক্য λ এর জন্য দশা পার্থক্য হচ্ছে 2π

◉ দুটি তরঙ্গের পথ পার্থক্য x এবং দশা পার্থক্য δ হলে এদের মধ্যে সম্পর্ক, $x = \frac{\lambda}{2\pi}\delta$।

◉ বস্তুর কম্পাঙ্ক আরোপিত পর্যাবৃত্ত স্পন্দন কম্পাঙ্কের সমান হলে অনুনাদ সৃষ্টি হয়।

◉ কোনো শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা 1×10^{-6} Wm^{-2} হলে শব্দের তীব্রতা লেভেল 60 dβ।

◉ তিনটি শব্দের কম্পাঙ্কের অনুপাত 4 : 5 : 6 হলে তাদের সমন্বয়ে যে সুরযুক্ত শব্দ তৈরি হয় তাকে ত্রয়ী বলে।

◉ একটি টানা তারে টানের পরিমাণ 4 গুণ বৃদ্ধি করলে কম্পাঙ্ক 2 গুণ বৃদ্ধি পাবে।

◉ উপরিপাতন ঘটনার ফল হচ্ছে বীট।

◉ সমসঙ্গতিসম্পন্ন স্বরসমষ্টিকে স্বরগ্রাম বলে।

◉ দুটি শব্দের কম্পাঙ্কের অনুপাত 5 : 6 হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্যর অনুপাত হবে 6 : 5

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য 3λ হলে, দশা পার্থক্য কত? **[DU-7Clg. 2023-24]**

A. 0 B. $\frac{\pi}{2}$ C. π D. 3π

Ⓐ Explanation দশা পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} \times 3\lambda = 6\pi$
এখানে 6π হলো 2π এর পূর্ণ সাংখ্যিক গুণিতক। যা শূন্য দশার সমতুল্য।

02. কোনো মাধ্যমে স্থির তরঙ্গের পর পর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব 0.25 m। তরঙ্গের কম্পাংক 480 Hz হলে ঐ মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ কত? **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. 332 ms^{-1} B. 240 ms^{-1} C. 380 ms^{-1} D. 480 ms^{-1}

Ⓑ Explanation পরপর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব, $\frac{\lambda}{2} = 0.25m \Rightarrow \lambda = 0.5m$
∴ তরঙ্গ বেগ, $v = f\lambda = 480 \times 0.5 = 240ms^{-1}$

CamScanner

PRIME TEST

01. তরঙ্গ এক স্থান হতে অন্য স্থানে কি স্থানান্তরিত করে?
A. ভর B. শক্তি C. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য D. বিস্তার

02. স্থির তরঙ্গের ক্ষেত্রে পরপর দুটি সুস্পন্দ ও নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব হল
A. λ B. $\frac{\lambda}{2}$ C. $\frac{\lambda}{4}$ D. None

03. একই তীব্রতার উৎস হতে উৎপন্ন শব্দ কোন সময় সবচেয়ে বেশি দূরত্বে শোনা যাবে?
A. গ্রীষ্ম কালে B. বর্ষা কালে C. শরৎ কালে D. শীত কালে

04. শব্দের বেগ মাধ্যমের ঘনত্বের-
A. বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক B. বর্গের সমানুপাতিক
C. বর্গমূলের সমানুপাতিক D. বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

05. কোন শ্রেণী কক্ষে শব্দের তীব্রতা লেভেল ডেসিবেলে কত হবে?
A. 50dB B. 65dB C. 70dB D. 75dB

06. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য কত?
A. π B. $\frac{\pi}{3}$ C. $\frac{\pi}{4}$ D. $\frac{\pi}{2}$

07. একটি মিডিয়াম ওয়েভ রেডিও স্টেশনে 300m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অনুষ্ঠান প্রচার করে। এর কম্পাংক কত?
A. 300KHz B. 1MHz C. 1KHz D. 1Hz

08. দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্ক (Frequency) যথাক্রমে 128Hz ও 384 Hz হলে বায়ুতে শলাকা দুটি হতে সৃষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত-
A. 1:3 B. 3:1 C. 2:1 D. 1:2

09. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরন $5\sin(200\pi t-2x)$ হলে তরঙ্গটির কম্পাংক কত?
A. 200Hz B. 100Hz C. 2Hz D. কোনটিই নয়

10. বায়ু ও পানিতে 320Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 3.9m। বাতাসে শব্দের বেগ $345ms^{-1}$ হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?
A. $1493\ ms^{-1}$ B. $1590\ ms^{-1}$
C. $1490\ ms^{-1}$ D. $1593\ ms^{-1}$

OMR SHEET		
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. B; 02. C; 03. D; 04. A; 05. A
06	D	দশা পার্থক্য $=\frac{2\pi}{\lambda}$. পথ পার্থক্য $=\frac{2\pi}{\lambda}.\frac{\lambda}{4}=\frac{\pi}{2}$
07	B	$c=\upsilon\lambda$ বা, $\upsilon=\frac{c}{\lambda}=\frac{3\times10^8}{300}=10^6Hz=1MHz$
08	B	$n_1=128, n_2=384, \frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{384}{128}=3:1$
09	B	$y=5\sin(200\pi t-2x)$ কম্পাংক $n=\frac{\pi t \text{ এর সহগ}}{2}=\frac{200}{2}=100Hz$
10	D	$\frac{v_w}{v_a}=\frac{\lambda_w}{\lambda_a}\Rightarrow\frac{v_w-v_a}{v_a}=\frac{\lambda_w-\lambda_a}{\lambda_a}$ $\Rightarrow\frac{v_w-345}{345}=\frac{3.9\times320}{345}; V_w=1593ms^{-1}$

অধ্যায় ১০ আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

THE IDEAL GAS & KINETIC THEORY OF GASES

প্রথম পত্র

কি, কেন পড়ব? | SURVEY TABLE | কতটুকু পড়ব?

টপিক নং	বিগত বছরে যে সকল টপিকস্ থেকে প্রশ্ন এসেছে	RATINGS [কেন পড়ব?]
01	হ্রদের বা পুকুরের গভীরতা নির্ণয় সংক্রান্ত	★★
02	বয়েল, চার্লস ও চাপীয় সূত্র/চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রা সংক্রান্ত	★★★
03	তাপমাত্রা ও মূল গড়বর্গ বেগ সংক্রান্ত	★★★
04	গ্যাসের গতিশক্তি সংক্রান্ত	★★
05	গড়মুক্ত পথ সংক্রান্ত	★
06	আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও শিশিরাঙ্ক সংক্রান্ত	★★★

গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বীয় অংশসমূহ

■ **গ্যাসীয় সূত্রঃ** গ্যাসের ৩ টি সূত্র রয়েছে-
(১) বয়েলের সূত্র
(২) চার্লসের সূত্র
(৩) চাপীয় সূত্র।

সূত্র	আবিষ্কার ও সাল	স্থির রাশি	সম্পর্ক	লেখচিত্র	
বয়েলের সূত্র	1662 খ্রিঃ ইংরেজ বিজ্ঞানী রবার্ট বয়েল	তাপমাত্রা, ভর	$V\propto\frac{1}{P}$	অধিবৃত্ত/ আয়তাকার অধিবৃত্ত	আইসোথার্ম/ সমোষ্ণ রেখা
চার্লসের সূত্র	1787 খ্রিঃ ফরাসী বিজ্ঞানী চার্লস	চাপ, ভর	$V=V_0+\frac{V_0\theta}{273}$, $V\propto T$	মূলবিন্দুগামী সরলরেখা	আইসোবার/ সমচাপীয় রেখা
চাপীয় সূত্র/ রেনোর সূত্র	1842 খ্রিঃ ফরাসী বিজ্ঞানী রেনো	আয়তন, ভর	$P=P_0+\frac{P_0\theta}{273}$, $P\propto T$	মূলবিন্দুগামী সরলরেখা	আইসোকোর / সমআয়তন রেখা

- অ্যাভোগাড্রোর সূত্র ⟶ একই তাপমাত্রা ও চাপে সমান আয়তনের সকল গ্যাসে সমান সংখ্যক অনু থাকে।
- গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য এই যে, গ্যাসকে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নীচে রেখে চাপ প্রয়োগ করতে হয় কিন্তু বাষ্পকে চাপ প্রয়োগ করলেই তরলে পরিনত করা যায়।
- কোন পদার্থ এর ক্রান্তি তাপমাত্রা অপেক্ষা অধিক তাপমাত্রায় থাকলে তাকে বলা হয় ⟶ গ্যাস

■ **আবহাওয়ার পূর্বাভাস :** সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটার পাঠ থেকে আবহাওয়ার পূর্বাভাস সম্পর্কে জানা যায়।

থার্মোমিটারদ্বয়ের পাঠের ব্যবধান :
- বেশী হলে বুঝতে হবে বায়ু তথা আবহাওয়া শুষ্ক।
- কম হলে বুঝতে হবে বায়ু আর্দ্র অর্থাৎ আবহাওয়া সিক্ত।
- ধীরে ধীরে কমতে থাকলে বুঝতে হবে বৃষ্টির সম্ভাবনা আছে
- হঠাৎ কমে গেলে বুঝতে হবে ঝড় হতে পারে।

CamScanner

■ আর্দ্রতা মিতি সংক্রান্ত কয়েকটি ঘটনা :

ঘটনা	কারণ
বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকালে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকায়।	শীতকালে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম থাকে।
শীতকালে ঠোঁটে গ্লিসারিন লাগানো হয়, কারণ তা না হলে ঠোঁট ফেটে যায়	বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা শীতকালে কম থাকে।
একই তাপমাত্রায় ঢাকা হতে কক্সবাজারে অস্বস্তি বোধ হয়।	চট্টগ্রাম সমুদ্র তীরবর্তী হওয়ায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি ফলে ঘাম শুকায় না।
আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না।	বেলা বাড়ার সাথে সাথে তাপমাত্রা বাড়ায় বায়ু অসম্পৃক্ত হয়ে পড়ে।
দুপুরের আগেই শিশির তিরোহিত হয়।	মেঘলা রাত্রিতে তাপমাত্রা বেশি থাকে।
ভিজা কাপড়ে বাল্ব জড়ালে এর তাপমাত্রা কমে যায়।	ভেজা কাপড়ের পানি বাষ্পীভূত হওয়ার সময় বাল্ব থেকে সুপ্ততাপ গ্রহণ করে।
গরমের দিনে কুকুর জিহ্বা বের করে দৌড়ায়।	লালার বাষ্পায়নের মাধ্যমে শরীর থেকে তাপ বেরিয়ে যায় ফলে শরীর ঠান্ডা থাকে।
ঘর্মাক্ত দেহে পাখার বাতাস লাগলে আরাম অনুভূত হয়।	বাতাস শরীর থেকে বের হওয়া গরম বাষ্পকে দূরীভূত করে।
মরুভূমিতে তাপমাত্রা বেশি হলে শরীর ঘর্মাক্ত হয় না	বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম।

■ **মোলার গ্যাস ধ্রুবক, R:**
- এস.আই. একক : $8.314\ JK^{-1}\ mol^{-1}$
- সি.জি.এস একক : $8.314 \times 10^7\ erg\ K^{-1}\ mol^{-1}$
- ক্যালরি একক : $1.987\ Cal\ K^{-1}\ mol^{-1}$
- লিটার atm একক : $0.0821\ L\ atm\ K^{-1}\ mol^{-1}$

■ **একনজরে সংকট তাপমাত্রা :**
- পানির সংকট তাপমাত্রা : 374°C বা, 647 K
- অ্যামোনিয়ার সংকট তাপমাত্রা : 132°C বা, 405 K
- ইথানলের সংকট তাপমাত্রা : 514 K
- CO_2 এর সংকট তাপমাত্রা : 31°C বা, 304 K
- পারদের সংকট তাপমাত্রা : 1476.9°C বা, 1750.06 K
- O_2 এর সংকট তাপমাত্রা : –119°C

■ **হিমাঙ্কের মান:**
- পানির হিমাঙ্ক 0°C বা, 273.15 K
- অ্যামোনিয়ার হিমাঙ্ক –77.73°C বা, 195.27 K

- পানির ত্রৈধবিন্দু ঃ
  i. তাপমাত্রা= 273.16 k বা 0.16^0C বা 32.018^0F
  ii. চাপ = 4.58 mm-Hg
- 25^0C তাপমাত্রার একটি পরীক্ষাগারে একই আকৃতির 4টি পাত্রে যথাক্রমে 60^0C, 70^0C, 80^0C এবং 90^0C তাপমাত্রার পানি রাখা আছে। কোন পাত্রটির পানি তাপ হারাবে? → 90^0C তাপমাত্রার পানি । কারন এখানে তাপমাত্রার পার্থক্য বেশী
- 1 ক্যালরি তাপকে সম্পূর্ণ কাজে রুপান্তরিত করলে কত জুল কাজ সম্পন্ন হবে? → 4.2 J
- প্রমান তাপমাত্রা ও চাপে প্রতি ঘনমিটার গ্যাসে 2.9×10^{25} টি অণু থাকে। প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষের সংখ্যা প্রায় 10^9 টি।
- একটি দ্বি-পরমাণুক গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা সংখ্যা পাঁচ। তিনটি রৈখিক গতির জন্য এবং দুটি ঘূর্ণন গতির জন্য।

■ 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ $332 ms^{-1}$
■ গ্যাসের আয়তন –273°C তাপমাত্রা অথবা 0K তাপমাত্রায় গ্যাসের শূন্য হয়।
■ $V \propto P^{-1}$ সম্পর্কটি বয়েলের সূত্রকে নির্দেশ করে।
■ নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ অনুসরণ করে।
■ পরমশূন্য তাপমাত্রায় আয়তন, চাপ ও গতিশক্তি শূন্য হয়।
■ গ্যাসের RMS বেগ পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।
■ রেখিক গতির স্বাধীনতার মাত্রা তিন।
■ বায়ু 184° এবং হাইড্রোজেন- 269°C তাপমাত্রায় তরল হয়।
■ গ্যাসের অণুগুলোর মোট গতিশক্তি তাপমাত্রার সমানুপাতিক।
■ আবর্তনরত কণার স্বাধীনতার মাত্রা পাঁচ।
■ তাপের মাত্রা সমীকরন $[ML^2T^{-2}]$
■ কোন বস্তুকে গরম করলে ইহার কনাসমূহের গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়
■ আদর্শ গ্যাসের স্থিতিশক্তি → শুন্য
■ প্রতিটি অণুর গড় মুক্ত পথ সমান।
■ কোন ব্যক্তি পর্বতের পানি ফুটাতে চাইলে পানির পাত্রকে যে তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করতে হবে তা→Lower than 100°C
■ O_2, H_2, N_2, Cl_2 এর $\gamma = 1.41$
■ প্রত্যেক অণুর স্বাধীনতার মাত্রার মোট শক্তির পরিমান $\frac{3}{2}KT$।
■ চাপের একক → প্যাসকেল
■ সম্পৃক্ত বাস্পচাপ আয়তনের উপর নির্ভর করে না।
■ সম্পৃক্ত বাস্প চাপের তালিকা তৈরি করে- বিজ্ঞানী রেনো।
■ **শব্দের বেগের উপর চাপের প্রভাব:** স্থির তাপমাত্রায় শব্দের বেগের উপর গ্যাসের চাপের কোন প্রভাব নেই।
■ **শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রার প্রভাব :** গ্যাসে শব্দের বেগ গ্যাসের কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ $v \propto \sqrt{T}$
■ **শব্দের বেগের উপর আর্দ্রতার প্রভাব :** আর্দ্র বায়ুতে শব্দের বেগ শুষ্ক বায়ুতে শব্দের বেগের চেয়ে বেশি।
■ **শব্দের বেগের উপর ঘনত্বের প্রভাব:** গ্যাস মাধ্যমে শব্দের বেগ এর ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ $v \propto \sqrt{\frac{1}{\rho}}$
■ **শব্দের বেগের উপর আর্দ্রতার প্রভাব:** আর্দ্র বায়ুর ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা কম, কাজেই শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা আদ্র বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি।

অর্থাৎ $v_m = v_d\sqrt{\frac{c_d}{c_m}}$

■ **শব্দের বেগের উপর বায়ু প্রবাহের প্রভাব:** তরঙ্গ অভিমুখে বায়ু প্রবাহিত হলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। শব্দের গতিবেগের বিপরীত দিকে বায়ু প্রবাহ হলে শব্দে বেগ হ্রাস পায়। উল্লেখ্য, বায়ু প্রবাহ শব্দের অভিমুখে লম্ব দিকে ক্রিয়া করলে শব্দের বেগের কোন পরিবর্তন হয় না।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সূত্র সমূহ

সূত্র হ্রদের গভীরতা, $h = \frac{(n-1)p_2}{pg}$ n = আয়তন কতগুণ হয়; p_2 হ্রদের পৃষ্ঠদেশে চাপ; p = হ্রদে পানি থাকলে পানির ঘনত্ব $P = 10^5\ Nm^{-2}$ হলে $h = (n-1) \times 10.2$।

সূত্র $h = \frac{(n^3-1)p_2}{\rho g}$; n = ব্যাসার্ধ বা ব্যাস কতগুণ হয়;
$P = 10^5\ Nm^{-2}$ হলে $h = (n^3-1) \times 10.33$

সূত্র $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

সূত্র $P_1V_1 = P_2V_2$; T স্থির থাকলে

সূত্র $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; P স্থির থাকলে

সূত্র $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$; V স্থির থাকলে

CamScanner

সূত্র গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক: $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$;
R=মোলার গ্যাস ধ্রুবক = $8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1} = 0.0821\ Latm\ mol^{-1}k^{-1}$; M = আণবিক ভর

সূত্র $C_{rms} \propto \sqrt{T}$ $\therefore \frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

সূত্র গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ ও চাপের সম্পর্ক:
$C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$; $C_{rms} = \sqrt{\frac{3PV}{m}}$; P = গ্যাসের চাপ; ρ = গ্যাসের ঘনত্ব

সূত্র $C_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$; K = অনুপ্রতি গ্যাসধ্রুবকের মান
$= \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} JK^{-1}$; m = প্রতিটি অণুর ভর।

সূত্র n মোল গ্যাসের গতিশক্তি, $E_k = \frac{3}{2}nRT$; n = মোল সংখ্যা (এক পারমাণবিক গ্যাসের জন্য)

- 1 মোল গ্যাসের গতিশক্তি, $E_k = \frac{3}{2}RT$; n =1 মোল। (এক পারমাণবিক গ্যাসের জন্য)
- গ্যাসের প্রতি অণুর গড় গতিশক্তি, $E_k = \frac{3}{2}KT$; K = বোলজম্যান ধ্রুবক। (এক পারমাণবিক গ্যাসের জন্য)
- দ্বিপারমাণবিক গ্যাস হলে, n মোল গ্যাসের গতিশক্তি, $E_k = \frac{5}{2}nRT$
- প্রতি অণুর গড় গতিশক্তি, $E_k = \frac{5}{2}KT$

সূত্র গড় মুক্ত পথ $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n}$ (ম্যাক্সওয়েল),
গড় মুক্ত পথ $\lambda = \frac{1}{\pi d^2 n}$ (ক্লেসিয়াস); n = একক আয়তনে অণু সংখ্যা।

সূত্র * আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$ f = শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ; F= বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমস্যা সমূহ

MEx 01 কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বায়ু বুদবুদ আয়তনে পাঁচগুণ হয়। বায়ুমন্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$ হলে হ্রদের গভীরতা কত?

Solve $h = (n-1) \times 10.2$
$\therefore h = (5-1) \times 10.2 = 40.82$

MEx 02 কোন হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমন্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$ হলে হ্রদের গভীরতা কত?

Solve $h = (n^3 - 1) \times 10.33$
$= (2^3 - 1) \times 10.2$
$= 7 \times 10.2 = 71.4$

MEx 03 একটি আদর্শ গ্যাসের নমুনার তাপমাত্রা 20^0C, যদি নমুনাটির চাপ এবং আয়তন দ্বিগুণ করা হয়, তবে পরিবর্তিত তাপমাত্রা কত?

Solve $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{p.v}{(20+273)} = \frac{2p.2v}{T_2} \Rightarrow T_2 = 899^0C$

MEx 04 একটি শক্ত পাত্রে 0^0C তাপমাত্রায় কিছু গ্যাস রক্ষিত আছে কত তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ 0^0C তাপমাত্রায় চাপের এক তৃতীয়াংশ হবে?

Solve চাপ $\frac{1}{3}$ তাই তাপমাত্রা $T_2 = \frac{273}{3} = 91K$

MEx 05 কোন তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূল গড়বর্গ বেগ সাধারণ চাপ ও তাপমাত্রার মূল গড়বর্গ বেগের দ্বিগুণ।

Solve এখানে, n = যত গুন
কেলভিনে তাপমাত্রা বের করতে → $T_2 = n^2 \times 273K$
$\Rightarrow T = (2^2 - 1) \times 273°C = 819°C$ or $T_2 = 2^2 \times 273K = 1092K$

MEx 06 27°C তাপমাত্রায় 2gm নাইট্রোজেনের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

Solve $E_K = \frac{5}{2} \times \frac{m}{M}RT = \frac{5}{2} \times \frac{2}{28} \times 8.31 \times 300 = 445.4J$

MEx 07 একটি পাত্রে 27°C তাপমাত্রায় হিলিয়াম গ্যাস আছে। হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি কত? (বোলজম্যান ধ্রুবক $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$)

Solve $E_K = \frac{3}{2}KT = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300 = 6.21 \times 10^{-21}J$

একনজরে গুরুত্বপূর্ণ সংক্ষিপ্ত তথ্যাবলি

- ◉ বয়েলের সূত্র সমোষ্ণ প্রক্রিয়া মেনে চলে। আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ PV = nRT.
- ◉ পরম শূন্য তাপমাত্রা হচ্ছে 0 K বা –273°C। স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের জন্য $P \propto \rho$।
- ◉ কোনো গ্যাসের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি, $\bar{E} = \frac{3}{2}KT$। সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মানে না।
- ◉ সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক R-এর মান হলো $8.31\ Jk^{-1}\ mole^{-1}$। অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মানে না।
- ◉ প্রমাণ চাপের ক্ষেত্রে সমুদ্রপৃষ্ঠের 45° অক্ষাংশকে বিবেচনা করা হয়।
- ◉ নাইট্রোজেন গ্যাসের ক্ষেত্রে γ = 1.4, যা সকল দ্বিপরমাণু গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।
- ◉ T তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুর গড় গতিশক্তি $\frac{3}{2}KT$।
- ◉ কোনো গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ এবং পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।
- ◉ 27°C তাপমাত্রায় 4g অক্সিজেনের মোট গতিশক্তি 467.78J.
- ◉ একটি আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা T হতে বৃদ্ধি করে 2T করা হলে অনুগুলোর গড়বেগ দ্বিগুণ হবে; গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে।
- ◉ স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব $1.25\ kgm^{-3}$ হলে মূল গড় বর্গবেগ $493.07\ ms^{-1}$।
- ◉ গ্যাসের চলরাশি হলো তাপমাত্রা, আয়তন ও চাপ। আর্দ্রতা গুণাঙ্কের একক Nsm^{-2}।
- ◉ অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ f এবং সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ F হলে $f \le F$ হয়। গড় বেগ মূল গড় বর্গবেগ অপেক্ষা কিছু কম।
- ◉ দ্বিপরমাণু গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা 5, বায়ুমন্ডলের জলীয় বাষ্প ঘনীভবনের জন্য ঝড় হয়। বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বাষ্পায়ন হবে দ্রুতগতিতে। বায়ুমন্ডলে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চেয়ে সম্পৃক্ত বাষ্প কতখানি তাই আপেক্ষিক আর্দ্রতা। হাল্কা অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ ভারী অণুর মুল গড় বর্গবেগ অপেক্ষা বেশি।
- ◉ বাস্তব গ্যাস নিম্ন চাপে ও উচ্চ তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে।
- ◉ সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের দুই থার্মোমিটারের তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ বেড়ে গেলে বুঝা যায় ওই স্থানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা হ্রাস পেয়েছে। তখন ভেজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায়।
- ◉ কোনো গ্যাসের একক আয়তনে অণুগুলোর গতিশক্তি $1.52 \times 10^5 J$ হলে গ্যাসের চাপ হবে 1 atm। জলীয় বাষ্পের সংকট তাপমাত্রা 361°C। একই তাপমাত্রায় বিভিন্ন গ্যাসের অণুগুলোর গতিশক্তি সমান।
- ◉ আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হবে।
- ◉ 30°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন তিনগুণ করা হলে গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা 636°C এবং ইহা চার্লসের সূত্র মেনে চলে। অণুর বেগ বণ্টন ভর ও তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে।

CamScanner

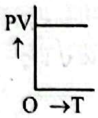
◉ গড় মুক্তপথ—
(ক) একক আয়তনে গ্যাসের অণুর সংখ্যার সমানুপাতিক
(খ) প্রতিটি অণুর ব্যাসের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।
(গ) গ্যাসের ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক।
(ঘ) তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক।

◉ অসম্পৃক্ত বাষ্প চাপের ক্ষেত্রে (ক) বয়েলের ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে (খ) ঠান্ডা করতে থাকলে ধীরে ধীরে চাপ কমে। গড় মুক্তপথ ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক এবং অণুর ব্যাসের ব্যস্তানুপাতিক।

◉ পর্বতের চূড়ায় বায়ুর চাপ কম, পানির স্ফুটনাঙ্ক কম তাই রান্না করা কঠিন। $C_{rms} \propto \sqrt{T}$।

◉ আদর্শ গ্যাসের বৈশিষ্ট্য হলো—
(ক) গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য মেনে চলে;
(খ) অণুসমূহের মধ্যে কোনো আকর্ষণ ও বিকর্ষণ নেই;
(গ) যেকোনো তাপমাত্রা ও চাপে $PV = nRT$ সমীকরণ মেনে চলে।

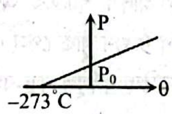
◉ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের কোনো আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $PV - P$ লেখচিত্র হলো—



◉ আদর্শ গ্যাসের চাপ, $P = \frac{1}{3}\rho c^2$। নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে।

◉ $\frac{PV}{2} = RT$, গ্যাস সমীকরণে V নির্দেশ করে 2 mole গ্যাসের আয়তন। গড় মুক্তপথ λ পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক ($\lambda \propto T$)। জলীয় বাষ্প যত বেশি হবে ঘনত্ব তত কমবে, বাষ্পায়ন তত কম হবে।

◉ গ্যাসের পরিবর্তনশীল চলকগুলোর জন্য নিচের লেখচিত্রটি প্রযোজ্য।



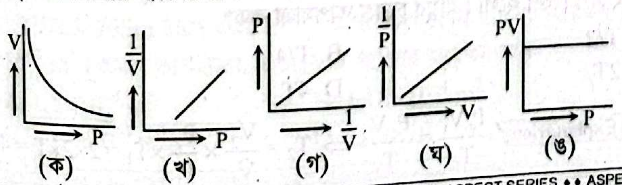
◉ আণবিক গতিশক্তি তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল। স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ক্ষেত্রে $\rho \propto \frac{1}{T}$

◉ প্রত্যেক অণুর স্বাধীনতার মাত্রার গড় শক্তির পরিমাণ $\frac{1}{2}KT$। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে সম্পৃক্ত বাষ্পকে অসম্পৃক্ত করা যায়। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় অণুর ভর যত কম হবে অধিক বেগসম্পন্ন অণুর সংখ্যা তত বেশি হবে।

◉ জলীয় বাষ্পের ঘনত্বের সাথে বায়ুর চাপের সম্পর্ক হলো $\rho \propto P$। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে আবার জলীয় বাষ্পের চাপ বেড়ে যায়।

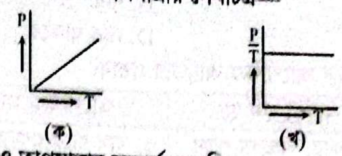
◉ আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে দুই থার্মোমিটারের পাঠের পার্থক্য—
(ক) হঠাৎ হ্রাস পেলে ঝড় হতে পারে।
(খ) ধীরে ধীরে কমলে বৃষ্টি হতে পারে।
(গ) খুব কম হলে আবহাওয়া আর্দ্র হয়।
(ঘ) খুব বেশি হলে আবহাওয়া শুষ্ক হয়।

◉ স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের লেখচিত্র হলো—

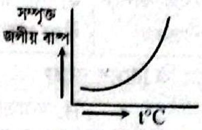


◉ নিম্ন তাপমাত্রা ও উচ্চ চাপে বয়েলের সূত্র প্রযোজ্য নয়।

◉ স্থির আয়তনে গ্যাসের চাপ ও তাপমাত্রার লেখচিত্র—



◉ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক লেখচিত্র—



◉ স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় 1 মোল বা 1 গ্রাম অণু ভরের সকল গ্যাসের আয়তন 22.4 লিটার।

◉ স্থির চাপে $\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{T_2}{T_1}$ এবং স্থির তাপমাত্রায় $\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$।

◉ এক মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1 ডিগ্রি বাড়ালে তা যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে তাকে সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে। এর একক $JK^{-1}mol^{-1}$।

◉ 45° অক্ষাংশে 273 K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রামাণ চাপ বলে।

◉ পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয় এবং গতিশক্তি লোপ পায়।

◉ 1730 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী বার্নোলি সর্বপ্রথম গ্যাসের গতি তত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি ব্যাখ্যা করেন।

◉ গ্যাসের চাপে একক আয়তনের গতিশক্তির দুই-তৃতীয়াংশ।

◉ এক পারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে স্বাধীনতার মাত্রা f = 3 এবং গ্যাসের দুই আপেক্ষিক তাপের অনুপাত $\gamma = 1.67$, দ্বিপারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে f = 5 এবং $\gamma = 1.40$ এবং ত্রি-পারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে f = 6 এবং $\gamma = 1.33$।

◉ চাপের একক নিউটন/মিটার² (Nm^{-2}) বা প্যাসকেল (Pa)। প্রতি বর্গমিটারে এক নিউটন বলকে এক প্যাসকেল বলে।

◉ সম্পৃক্ত বাষ্প সর্বাধিক চাপ প্রয়োগ করে। এটি একটি আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায়।

◉ আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও শিশিরাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক হলো, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$।

◉ গ্যাস অণুগুলোর আয়তন ও এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল বিবেচনা করে ভ্যান ডার ওয়ালস আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ নিম্নোক্তভাবে সংশোধন করেন–
$$\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right)(V - nb) = RT$$

PYQ PREVIOUS YEARS' QUESTIONS

01. একটি দ্বি-পরমাণুক আদর্শ গ্যাসের N সংখ্যক অণু আছে যার তাপমাত্রা T। তাপমাত্রার পরিবর্তন না করে অণুর সংখ্যা দ্বিগুণ করা হলো। গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির বৃদ্ধির পরিমাণ কত? **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. 0 B. $\frac{1}{2}NkT$ C. $\frac{3}{2}NkT$ D. $\frac{5}{2}NkT$

Ⓐ Explanation $dU = \frac{f}{2}nRdT$, $dT = 0$ হলে $dU = 0$ অর্থাৎ তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটলে, অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন শূন্য।

02. স্থির চাপে কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 27°C থেকে কত বৃদ্ধি করলে এর আয়তন দ্বিগুণ হবে? **[DU-7Clg: 2022-23]**

A. 27°C B. 54°C C. 300°C D. 600°C

Ⓒ Explanation স্থির চাপে, $V \propto T \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$\Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = \frac{2V}{V} \times (27 + 273) \therefore T_2 = 600K = 327°C$

$\therefore$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি = 327°C – 27°C = 300°C

CamScanner

03. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বাষ্পায়ন হবে- [DU-7Clg: 2021-22]

A. দ্রুত B. ধীর
C. খুবই ধীর D. স্থির থাকবে

(A) Explanation: আপেক্ষিক আর্দ্রতার প্রভাব:

আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে	আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হলে
১. ঘাম দ্রুত শুকায়, স্বাচ্ছন্দ্য লাগে	১. ঘাম ধীরে শুকায়, অস্বস্তিবোধ হয়
২. বাষ্পায়ন দ্রুত হয়, ফলে কাপড় দ্রুত শুকায়। যেমন: শীতকাল	২. বাষ্পায়ন ধীরে হয়, ফলে কাপড় ধীরে শুকায়। যেমন: বর্ষাকালে।

04. PV রাশিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে কি নির্দেশ করে? [DU-7Clg: 2021-22]

A. শক্তি B. ক্ষমতা
C. ভরবেগ D. জড়তা

(A) Explanation: গ্যাসের গতিশক্তি, $E=\frac{3}{2}nRT=\frac{3}{2}PV$

অর্থাৎ, $E=\frac{3}{2}PV$, সুতরাং, PV শক্তি নির্দেশ করে।

05. সমচাপে ও 20°C তাপমাত্রার 1 লিটার বায়ুর আয়তনকে 2 লিটার করার জন্য তাপমাত্রা কত করতে হবে? [DU-7Clg: 2021-22]

A. 303°C B. 313°C
C. 566°C D. 586°C

(B) Explanation: সমচাপীয় প্রক্রিয়ায়, $V \propto T$

অর্থাৎ, $\frac{T_2}{T_1}=\frac{V_2}{V_1}$

$\Rightarrow T_2=\frac{V_2}{V_1}\times T_1 = 2\times(20+273)$

$\therefore T_2 = 586\text{ K} \therefore T_2=(586-273)=313°C$

06. P_1 চাপে কোনো গ্যাসকে একটি পাত্রে রাখা হলো। যদি সেই গ্যাস অণুর ভরকে অর্ধেক এবং দ্রুতিকে দ্বিগুণ করা হয়, তবে চূড়ান্ত চাপ কত হবে? [DU-7Clg: 2020-21]

A. $P_1/2$ B. P_1
C. $2P_1$ D. $4P_1$

(C) Explanation: $P_1=\frac{1}{3}\frac{mNc^2}{V}$ অথবা $P_2=\frac{1}{3}\frac{\left(\frac{M}{2}\right)N(2c)^2}{v}$

$\therefore \frac{P_2}{P_1}=\frac{1}{2}\times 2^2=2 \Rightarrow P_2=2P_1$

07. একটি গ্যাসের পরম তাপমাত্রা চারগুণ করা হলে, এর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ কত হবে? [DU-7Clg. 2019-20]

A. অপরিবর্তিত থাকবে B. অর্ধেক হবে
C. চারগুণ হবে D. দ্বিগুণ হবে

(D) Explanation: $C_{rms}\propto\sqrt{T}, C_2=\sqrt{\frac{4T}{T}}\times C_1=2C_1$

08. একটি ত্রি- পারমাণবিক অণুর স্বাধীনতার মাত্রার সংখ্যা কত? [DU-7Clg. 2017-18]

A. 3 B. 6
C. 7 D. 9

(B) Explanation: এক-পারমানবিক অনুর স্বাধীনতার মাত্রা = 3
দ্বি-পারমানবিক অনুর স্বাধীনতার মাত্রা = 5
ত্রি-পারমানবিক অনুর স্বাধীনতার মাত্রা = 6

09. কোন তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্প একই তাপমাত্রায় সাম্যবস্থায় থাকতে পারে? [DU-7Clg. 2017-18]

A. 0k B. 273°
C. 273.16k D. 32k

(C) Explanation: বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্প একই অবস্থায় থাকলে, তাকে ত্রৈধবিন্দু বলে। পানির ত্রৈধবিন্দু 273.16 K

IQA — IMPORTANT QUESTION FOR DCU ADMISSION

01. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে হাইড্রোজেন অণুর গড় মুক্ত পথ প্রায়-

A. 10^{-9}m B. 10^{-7}m
C. 10^{-5}m D. 10^{-4}m

Ans B

02. একটি আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_p/C_v = x$ হলে, নিচের কোন সম্পর্কটি এক মোলের জন্য সঠিক?

A. $C_v=(x-1)R$ B. $C_v=R/(x-1)$
C. $C_v=R/(1-x)$ D. $C_v=R/(1+x)$

(B) Explanation: $\frac{C_p}{C_v}=x$ বা, $C_p=C_vx$ এবং $C_p-C_v=R$

বা, $C_vx-C_v=R$ বা, $C_v(x-1)=R$ বা, $C_v=R/(x-1)$

03. কোন আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে দ্বিগুণ করা হলে, তার অণুগুলোর rms বেগ কত গুণ বৃদ্ধি পায়?

A. 4 B. 2
C. 1.41 D. 0.5

(C) Explanation: বর্গমূল গড় বর্গবেগ, $C=\sqrt{\frac{3RT}{M}} \therefore C\propto\sqrt{T}$;

$C_2=\sqrt{2}\,C_1=1.41$ গুণ

04. একটি কণার স্বাধীনতার মাত্রার সংখ্যা 5 হলে শক্তির সমবিভাজন নীতি অনুযায়ী কণাটির মোট শক্তি কত?

A. kT/2 B. kT
C. 3kT/2 D. 5kT/2

(D) Explanation: H_2, N_2, CO_2 ইত্যাদি দ্বি-পরমাণুক গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা 5। দ্বি-পরমাণুক গ্যাস অণুর শক্তির পরিমাণ $=\frac{5}{2}kT$

05. একটি সিলিন্ডারে রাখা একটি আদর্শ গ্যাসের অণুগুলোর বর্গমূল-গড়-বর্গবেগ u। গ্যাসে তাপ প্রয়োগের ফলে চাপ 9 গুণ বৃদ্ধি পেল। সিলিন্ডারের আয়তন অপরিবর্তিত থাকলে গ্যাসের অণুগুলোর পরিবর্তিত বর্গমূল-গড়-বর্গবেগ কত?

A. 9u B. 6u
C. $\sqrt{3}u/2$ D. 3u

(D) Explanation: বর্গমূল-গড়-বর্গবেগ, $C=\sqrt{\frac{3P}{\rho}}$; $C \alpha \sqrt{P}$

$\therefore C_2=\sqrt{\frac{P_2}{P_1}}\times C_1=\sqrt{9}\times u=3u$ Ans.

06. নির্দিষ্ট ভরের একটি আদর্শ গ্যাসের আয়তন ধ্রুব চাপে দ্বিগুণ করা হলো। যদি গ্যাসের প্রাথমিক তাপমাত্রা 13°C হয় তবে চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

A. 299°C B. 399°C
C. 499°C D. 199°C

(A) Explanation: চাপ স্থির থাকলে তাপমাত্রা,

$T_2=\frac{V_2}{V_1}\times T_1=2\times(13+273)=572\text{ K}=299°C$

07. T তাপমাত্রায় এক লিটার বায়ুকে উত্তপ্ত করা হলো যতক্ষণ না পর্যন্ত বায়ুর আয়তন এবং চাপ দ্বিগুণ হলো। বায়ুর চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

A. T/2 B. T/4
C. 2T D. 4T

(D) Explanation: $\frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow T_2=\frac{V_2}{V_1}\times\frac{P_2}{P_1}\times T_1=2\times2\times T=4T$

CamScanner

08. স্থির চাপে 27^0C তাপমাত্রার 2 Litre বাতাসের আয়তন 4 Litre করতে হলে উত্তপ্ত করে যে তাপমাত্রায় নিতে হবে

A. 54^0C B. 237^0C
C. 300^0C D. 327^0C

(D) Explanation $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ বা, $\frac{2}{300} = \frac{4}{T_2}$ বা, $T_2 = 600\ K$

$= 327^\circ C$

09. কোন একটি হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরি তলে আসায় একটি বুদবুদ আয়তনে পাঁচগুন হয়। বায়ু মন্ডলের চাপ এবং পানির ঘনত্ব যথাক্রমে $10^5\ N/m^2$ এবং $10^3\ kg-m^{-3}$ হলে হ্রদের গভীরতা কত? $g = 9.8 ms^{-2}$

A. 40.8m B. 10.2m
C. 51m D. 49m

(A) Explanation গভীরতা, h = (n-1) 10.2 = (5-1) × 10.2 (n = 5)
= 4 × 10.2 = 40.8m

10. একটি আদর্শ গ্যাস এর নমুনার তাপমাত্রা 20°C, যদি নমুনাটির চাপ এবং আয়তন দ্বিগুন করা হয়,তবে পরিবর্তিত তাপমাত্রা কত?

A. 20°C B. 80°C
C. 900°C D. 1200°C

(C) Explanation নমুনার চাপ এবং আয়তন দ্বিগুন করা হয়েছে। পরিবর্তিত তাপমাত্রা T_2 =?

$T_2 = 2\times2\times T_1 = 4\times(273+20) = 4\times293 = 1172k = 899°C$
= 900°C (কাছাকাছি)

PRIME TEST

01. এসআই ইউনিটে ইউনিভার্সাল গ্যাস ধ্রুবকের একক হলো-

A. Walt $K^{-1}mol^{-1}$ B. $NK^{-1}mol^{-1}$
C. $JK^{-1}mol^{-1}$ D. Erg $K^{-1}mol^{-1}$

02. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর গড় বর্গ বেগ-

A. হ্রাস পায় B. বৃদ্ধি পায়
C. অপরিবর্তিত থাকে D. শূন্য হয়

03. বিকীর্ণ তাপ শক্তির বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?

A. শূন্য স্থানের মধ্য দিয়ে চলাচল করতে পারে
B. বিপরীত বর্গীয় সূত্র মেনে চলে
C. মাধ্যমের তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটায়
D. প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে

04. একটি বিকারে 60 cm^3 পানি আছে। ঐ পানিতে একটি 128 g ভরের ধাতব বস্তু খন্ড নিমজ্জিত করলে পানির আয়তন দাড়ায় 78 cm^3। ধাতব ঐ বস্তু খন্ডের ঘনত্ব নির্ণয় কর?

A. 1.6 g/cm^3 B. 2.1 g/cm^3
C. 7.11 g/cm^3 D. 18.0 g/cm^3

05. n সংখ্যক গ্যাসের অণুর প্রত্যেকটির দ্রুতি $2ms^{-1}$। অণুগুলোর r.m.s. দ্রুতি কত ms^{-1}?

A. $\frac{2}{n}$ B. $\frac{n}{2}$
C. $\frac{\sqrt{2}}{n}$ D. 2

06. পারদের 0.755m চাপে এবং 15°C তাপমাত্রায় কোন গ্যাসের আয়তন $1.25 \times 10^{-4}\ m^3$। প্রমাণ তাপমাত্রায় ও চাপে ঐ গ্যাসের আয়তন হবে-

A. $1.2\times10^{-4}\ m^3$ B. $1.18\times10^{-4}\ m^3$
C. $1.10\times10^{-4}\ m^3$ D. $1.17\times10^{-4}\ m^3$

07. পিস্টনে যুক্ত একটি সিলিন্ডারে কিছু গ্যাস আবদ্ধ আছে। গ্যাসের চাপ 300Pa-তে স্থির রেখে ধীরে ধীরে 560J তাপ শক্তি সরবরাহ করায় 1200J কাজ সম্পাদিত হয়। গ্যাসের আয়তনের পরিবর্তন নিচের কোনটি হবে?

A. $2m^3$ B. $3m^3$
C. $4m^3$ D. $5m^3$

08. কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা 30°C. চাপ স্থির থাকলে কোন তাপমাত্রায় আয়তন দ্বিগুণ হবে?

A. 636°C B. 663°C
C. 366°C D. 333°C

09. 1 ক্যালরি তাপকে সম্পূর্ণ কাজে রূপান্তরিত করলে কত জুল কাজ সম্পন্ন হবে?

A. 1 J B. 2.4 J
C. 4.2 J D. 4.8 J

10. সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক- R =

A $\frac{PV}{nT}$ B. $\frac{PV}{nT^2}$
C. $\frac{PT}{nv}$ D. $\frac{Pn}{Tv}$

OMR SHEET		
01. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	04. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	08. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
02. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	05. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	09. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
03. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	06. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	10. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ
	07. Ⓐ Ⓑ Ⓒ Ⓓ	স্কোর

ANS ANALYSIS

প্রশ্ন	উত্তর	ব্যাখ্যা
		01. C; 02. B; 03. C
04	C	বস্তুর আয়তন $v = (78-60) = 18\ cm^3$ বস্তুর ঘনত্ব $\rho = \frac{m}{v} = \frac{128}{18}$ $= 7.11\ g/cm^3$
05	D	$C_{rms} = \sqrt{\frac{n\times2^2}{n}} = 2$
06	B	$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ $\Rightarrow V_2 = \frac{P_1}{P_2}\times\frac{T_2}{T_1}\times V_1$ $= \frac{0.755\times1.25\times10^{-4}\times273}{288\times0.76}$ $= 1.18\times10^{-4}\ m^3$
07	C	dQ = du + dw বা, dW = P.dV বা, 1200 = 300 × dv $\therefore$ dv = $4m^3$
08	D	$T_2 = 2\times(273+30)$ = 2×303 = 606K = 333°C
09	C	1 cal = 4.2J
10	A	PV = nRT $\therefore R = \frac{PV}{nT}$

CamScanner