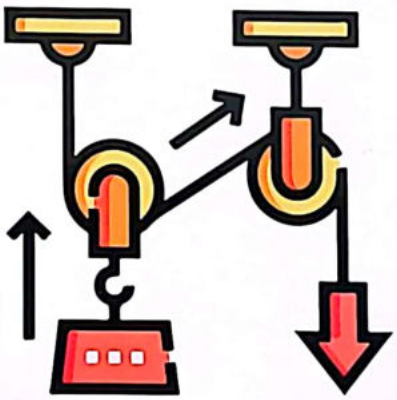
HSC 2025

পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র
প্রশ্নব্যাংক

শর্ট সিলেবাস



উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

CamScanner

প্রিয় **HSC** পরীক্ষার্থী বন্ধুরা,

তোমরা ইতোমধ্যে জেনেছো যে, আগামী জুন মাসে সংশোধিত শর্ট সিলেবাস অনুযায়ী তোমাদের এইচএসসি বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হতে যাচ্ছে। তোমাদের বোর্ড প্রস্তুতিকে আরো দৃঢ় করতে প্রয়োজন বিগত বছরের বোর্ড পরীক্ষার প্রশ্ন সম্পর্কে স্বচ্ছ ধারণা ও পর্যাপ্ত অনুশীলন। আর যেহেতু HSC বোর্ড পরীক্ষার প্রশ্নপত্র CQ ও MCQ এই দুইটি অংশে হয়ে থাকে, তাই এই দুইটি অংশেই তোমার প্রস্তুতি হতে হবে গোছানো ও পূর্ণাঙ্গ। মূলত এ লক্ষ্যেই উদ্ভাস তোমাদের জন্য নিয়ে এসেছে **'HSC 2025 প্রশ্নব্যাংক'**।

বইটির শুরুতেই রয়েছে বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ, যেখানে প্রতিটি অধ্যায় থেকে প্রতিটি বোর্ডে বিগত বছরগুলোতে কতটি CQ ও MCQ প্রশ্ন এসেছে তা আলাদাভাবে উল্লেখ করা হয়েছে। গোছানো প্রস্তুতি নিশ্চিত করার জন্য সম্পূর্ণ অধ্যায়ের CQ অংশ (গ ও ঘ)-কে টপিকভিত্তিকভাবে সাজানো হয়েছে। প্রতিটি টপিকের শুরুতেই রয়েছে গুরুত্বপূর্ণ কনসেপ্ট ও সূত্রাবলি এবং পরবর্তীতে রয়েছে বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের ও স্বনামধন্য কলেজে আসা গুরুত্বপূর্ণ CQ (গ ও ঘ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর। এছাড়া প্রতিটি টপিকের CQ প্রশ্নসমূহ অনুশীলনের পাশাপাশি নিজেকে যাচাইয়ের জন্য টপিকের শেষে সংযোজন করা হয়েছে **'নিজে করো CQ প্র্যাক্টিস প্রবলেম'**।

টপিকভিত্তিক CQ (গ ও ঘ) প্রশ্ন অনুশীলনের পর প্রতিটি অধ্যায়ে রয়েছে বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহে আগত CQ এর জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন এবং MCQ প্রশ্নের টপিকভিত্তিক Analysis, যার ফলে CQ (ক ও খ) ও MCQ এর জন্য কোন টপিকের গুরুত্ব কতটুকু তা সহজেই বুঝতে পারবে। পরবর্তীতে পর্যায়ক্রমে দুইটি ভিন্ন অংশে রয়েছে বিগত বছরগুলোতে আসা বোর্ড ও স্বনামধন্য কলেজের জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নসমূহ। যার পরেই রয়েছে বোর্ড পরীক্ষায় ও কলেজে আসা যাবতীয় MCQ প্রশ্ন ও সমাধান। যেহেতু বোর্ড পরীক্ষায় কাঙ্ক্ষিত ফলাফল অর্জনের জন্য নিজের প্র্যাক্টিসের কোনো বিকল্প নেই, তাই প্রতিটি অধ্যায় শেষে রয়েছে সম্পূর্ণ অধ্যায়ের ওপর সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট, যার মাধ্যমে তোমরা অধ্যায়ভিত্তিক প্রস্তুতি যাচাই করতে পারবে। এছাড়াও বইটির শেষে রয়েছে 2025 সালের শর্ট সিলেবাস অনুযায়ী একটি পূর্ণাঙ্গ মডেল টেস্ট যা তোমাদের বোর্ড প্রশ্ন সম্পর্কে স্বচ্ছ ধারণা দিবে।

তোমাদের বোর্ড পরীক্ষায় কাঙ্ক্ষিত ফলাফলের স্বপ্নকে বাস্তব রূপ দিতে এই বইটি সর্বোচ্চ সহায়তা করবে বলে আমাদের দৃঢ় বিশ্বাস। তোমাদের সবার জন্য রইল অনেক অনেক দোয়া ও শুভকামনা।

উদ্ভাস একাডেমিক টিম

CamScanner

HSC 2025

পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র

প্রশ্নব্যাংক

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
সর্বশেষ সংস্করণ: নভেম্বর, ২০২৪ ইং



কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

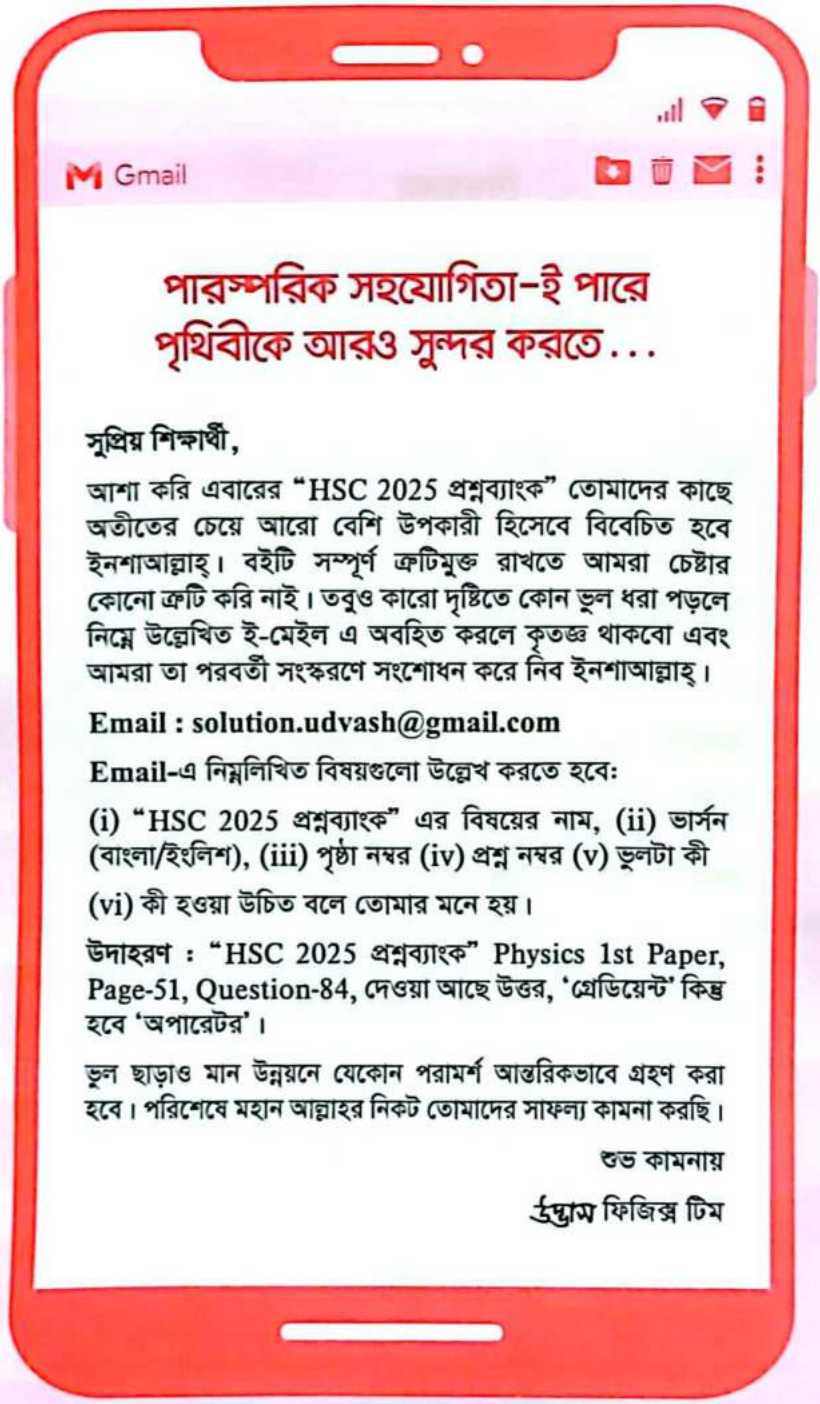
CamScanner

সূচিপত্র

শর্ট সিলেবাস ২০২৫

ক্র.নং	বিষয়বস্তু	পৃষ্ঠা
০১	বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ	০১-০৩
০২	অধ্যায়-০১ : ভৌত জগৎ ও পরিমাপ	০৪-১১
০৩	অধ্যায়-০২ : ভেক্টর	১২-৬০
০৪	অধ্যায়-০৪ : নিউটনিয়ান বলবিদ্যা	৬১-১১২
০৫	অধ্যায়-০৫ : কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা	১১৩-১৫১
০৬	অধ্যায়-০৬ : মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ	১৫২-১৮৪
০৭	অধ্যায়-০৭ : পদার্থের গাঠনিক ধর্ম	১৮৫-২১২
০৮	অধ্যায়-০৮ : পর্যাবৃত্ত গতি	২১৩-২৪৮
০৯	অধ্যায়-১০ : আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব	২৪৯-২৯৩
১০	বোর্ড অনুরূপ মডেল টেস্ট-০১ সেট	২৯৪-২৯৬

CamScanner


Gmail
পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে
পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...
সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,
আশা করি এবারের "HSC 2025 প্রশ্নব্যাংক" তোমাদের কাছে অতীতের চেয়ে আরো বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নিব ইনশাআল্লাহ্।
Email : solution.udvash@gmail.com
Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:
(i) "HSC 2025 প্রশ্নব্যাংক" এর বিষয়ের নাম, (ii) ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (iii) পৃষ্ঠা নম্বর (iv) প্রশ্ন নম্বর (v) ভুলটা কী
(vi) কী হওয়া উচিত বলে তোমার মনে হয়।
উদাহরণ : "HSC 2025 প্রশ্নব্যাংক" Physics 1st Paper, Page-51, Question-84, দেওয়া আছে উত্তর, 'গ্রেডিয়েন্ট' কিন্তু হবে 'অপারেটর'।
ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোন পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।
শুভ কামনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র: বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ

- বিগত বিভিন্ন বোর্ড পরীক্ষায় আগত প্রশ্নের পরিসংখ্যান:

বোর্ড	অধ্যায়	২০২৪					২০২৩					২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮				
		CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	০১																					১				২					১
	০২	২	১	২	২	৪	২		১	১	২	১	১	২	২	৩	২	২	২	২	৫			১	১	২					১
	০৩																				১	১	১	১	১	৫	১	১	১	১	৪
	০৪	১	২	১	১	৫	৩	৩	৩	২	৬	৩	২	১	১	৩	২	১	১	১	৫	২	১	১	১	৩	২	১	২	২	১
	০৫	২	১	১	১	৪		১			৩	১	২	১	১	৫	২	৩	২	২	৬		৩	১	১	২	১	২	১	১	৩
	০৬	১	১	১	১	২		১	১	২	৩	২		১	১	৩										৩			১	১	৩
	০৭	১	১	১	১	২	১	২	১	১	৩	১	১	১	১	৩						১	১	১	১	২	২	২	১		৩
	০৮			১	১	৪	১	১	১	১	৪		১	১	১	৪		১	১	১	৩	১		২	২	৩				১	৫
	০৯																					১	১			১	১	১	১	১	১
	১০	১	২	১	১	৪	১		১	১	৪		১	১	১	৪	২	১	২	২	৫	১	১	১	১	২	১	১	১	১	৩
রাজশাহী	০১					২										১										২					১
	০২	১	২	১	১	৩	২	২	২	১	৫	১	২	২	২	৪	২	২	২	২	৪	১	২	১	১	২					১
	০৩																	১	১				১	১	১	৪	১	১	১	১	৪
	০৪	২	১	২	২	৪	১	১	১	২	৩	১	১	১	১	৮	১	১		১	৫					২	২	১	২	২	১
	০৫	১	১	১	১	৩	১	১	১	১	৪	১	১	১	১	২	২	১	২	২	৬	১		১	১	২	১	২	১	১	৩
	০৬	১	১	১	১	২	১	১	১	১	৫	১	১	১	১	৩										৩			১	১	৩
	০৭	১	১	১	১	৩	১	১	১	১	৩	১	১	১	১	১						২		১	১	২	২	২	১		৩
	০৮	১	১	১	১	৪	১	১	১	১	২	২	১	১	১	২	১	১	১	১	৫	৩	২	২	২	৪				১	৫
	০৯																						১	১	১	১	১	১	১	১	১
	১০	১	১	১	১	৪	১	১	১	১	২	১	১	১	১	৪	২	২	২	২	৫	১	২	১	১	৩	১	১	১	১	৩
চট্টগ্রাম	০১																									৩					১
	০২	১	২	২	২	৪	১	১	১	১	৫	২	১	২	২	৪	১	১	২	২	৫	১	১	১	১	৩					১
	০৩																					১	১	১	১	২	১	১	১	১	৪
	০৪	২	১	১	১	৫	২	২	২	১	২	১	২	১	১	৫	২	৩	২	২	৪	১	১	১	১	৬	২	১	২	২	১
	০৫	১	২	১	১	৩	১		১	১	৩	১	১	১	১	৩	২	১	১	১	৭						১	২	১	১	৩
	০৬	১	১	১	১	৪	১		১	১	৩	১	১	১	১	৪						১	১	১	১	১			১	১	৩
	০৭		১	১	১	২	১		১	১	৩	১	১	১	১	৩						১	১	১	১	৩	২	২	১		৩
	০৮	২		১	১	৪	১	৩	১	২	৪	১	১	১	১	৩	১	১	১	১	৪	১	১	১	১	২				১	৫
	০৯																					১	১	১	১	৩	১	১	১	১	১
	১০	১	১	১	১	৩	১	১	১	১	৩	১	১	১	১	৩	২	২	২	২	৫	১	১	১	১	২	১	১	১	১	৩

CamScanner

বোর্ড	অধ্যায়	২০২৪					২০২৩					২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮				
		CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
সিলেট	০১										1							1					1			1					1
	০২	1	1	1	1	5	2		1	1	3	2	1	2	2	4	2	2	2	2	5			1	1	2					1
	০৩																			1				1	1	4	1	1	1	1	4
	০৪	2	2	2	2	5	1	1	1	1	3	2		1	1	4	1	1	1	1	7	2	1	1		3	2	1	2	2	1
	০৫	1	1	1	1	3	1	2	1	1	4	1	2	1	1	4	2	2	2	1	4	2		1	2	1	1	2	1	1	3
	০৬	1	1	1	1	2		1	1	1	4	1	1	1	1	3						2	2	1	1	3			1	1	3
	০৭	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3		1	1	1	2						1	1	1	1	4	2	2	1		3
	০৮	1	1	1	1	3	1		1	1	3	1	2	1	1	5	1	1	2	2	5		1	1	1	5				1	5
	০৯																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	১০	1	1	1	1	4	2	3	2	2	3	1	1	1	1	3	2	1	1	1	4		1			1	1	1	1	1	3
বরিশাল	০১																				1					1					1
	০২	1	1	1	1	3	2	2	1	1	4	2	2	2	2	4	2	2	2	2	5	2	1	1	1	2					1
	০৩																				1		1	1	1	4	1	1	1	1	4
	০৪	1	1	1	1	3	2	1	2	2	7	1	1	1	1	4	2	1	1	1	3	2	2	1	1	3	2	1	2	2	1
	০৫	1	1	1	1	4		1	1	1	2	1	1	1	1	4	1	2	2	2	5	1		1	1	2	1	2	1	1	3
	০৬	1	1	1	1	5		1	1	1	2	1	1	1	1	3							1	1	1	2			1	1	3
	০৭	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3						2	1	1	1	3	2	2	1		3
	০৮	1	1	1	1	3	1	1	1	1	6	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5			1	1	4				1	5
	০৯																						1	1	1	2	1	1	1	1	1
	১০	2	2	2	2	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1	1			2	1	1	1	1	3
যশোর	০১																						1			3					1
	০২	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1		1	1	3					1
	০৩																	1			1	1		1	1	3	1	1	1	1	4
	০৪	1	2	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	1	1	5	2	1	2	2	6	2	1	1		3	2	1	2	2	1
	০৫	3	1	2	2	4		1	2	2	5	1	1	1	1	3	2	2	1	1	4	1	2	1	2	2	1	2	1	1	3
	০৬	1	1	1	1	4		1	2	2	5	1	1	1	1	4						1		1	1				1	1	3
	০৭	1	1	1	1	3	3	1	1	1	2	1	1	1	1	3							1			3	2	2	1		3
	০৮		1	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3	1	1	2	2	5		1	1	1	5				1	5
	০৯																					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	১০	1	1	1	1	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3

CamScanner

বোর্ড	অধ্যায়	২০২৪					২০২৩					২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮				
		CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
কুমিল্লা	০১																									2					1
	০২	2	2	2	2	3	1	1	1	1	4	2	2	2	2	3	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1					1
	০৩																						2	1	1	3	1	1	1	1	4
	০৪	1	1	1	1	4	1	2	1	1	4	1	2	2	1	2	3	3	2	2	5	2	1	1	1	2	2	1	2	2	1
	০৫	3	1	1	1	3	1	1	2	1	3	1	1	1	1	4	1	2	1	1	4			1	1	4	1	2	1	1	3
	০৬	1	1	1	1	4	1	1	2	1	3	1	1		1	5						1				2			1	1	3
	০৭		1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2						3	3	1	1	5	2	2	1		3
	০৮		1	1	1	4	2	2	1	2	3	1		1	1	3	1	1	2	2	6			1	1	2				1	5
	০৯																							1	1	3	1	1	1	1	1
	১০	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5	1	1	1	1	6	2	1	2	2	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
দিনাজপুর	০১					2																				2					1
	০২	2	2	2	2	4	2	2	2	2	3	1	2	2	2	4	1	2	2	2	5					2					1
	০৩																					2	1	1		4	1	1	1	1	4
	০৪	2	1	1	1	5	2	2	1	1	3	2	1	1	1	7	3	2	2	2	6	2	2	2	2	3	2	1	2	2	1
	০৫	1	2	1	1	2	1		1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	2	2	4	1	1		1	1	1	2	1	1	3
	০৬	2		1	1	3	1		1	1	4	1	1	1	1	2							1	1	1	3			1	1	3
	০৭	1	1	1	1	3	1	1	3	3	4	1	1	1	1	2						2	1	2	2	3	2	2	1		3
	০৮		1	1	1	3		1			3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5		1			3				1	5
	০৯																					1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
	১০		1	1	1	3		1	1	1	3	1	1	1	1	2	2	2	1	1	5			1	1	2	1	1	1	1	3
ময়মনসিংহ	০১															2															
	০২	1	2	2	2	3	2	2	1	1	4	1	1	2	2	3	1	1	1	1	5										
	০৩					2											1														
	০৪	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3	2	2	1	1	7	1	2	2	2	6										
	০৫	1	1	1	1	6	1	1	1	1	4	1				1	2	2	2	2	5										
	০৬	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2															
	০৭	1	1	1	1	3	1	2	2	2	3	1	1	1	1	2															
	০৮	1	1	1	1	3	1		1	1	4	1	2	2	2	4	2	2	2	2	4										
	০৯																														
	১০	2	1	1	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5										

[বি.দ্র.: ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই।]

CamScanner

অধ্যায় ০১

ভৌত জগৎ ও পরিমাপ

➤ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪	T-01	মাত্রা সমীকরণ দ্বারা সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই	-	-	-
✪	T-02	পরিমাপের ত্রুটি	-	-	-
✪	T-03	স্ক্রু-গজ, ভার্নিয়ার স্কেল, স্ফেরোমিটার ও নিক্তি	-	-	-
✪	T-04	বিভিন্ন এককের Conversion	-	-	-

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ)

T-01: মাত্রা সমীকরণ দ্বারা সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই

Concept

- কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে রাশিটির মাত্রা বলে। পদার্থবিজ্ঞানের তিনটি মৌলিক রাশি হলো দৈর্ঘ্য, ভর এবং সময়। এদের মাত্রা যথাক্রমে L, M এবং T। দৈর্ঘ্যকে L দ্বারা প্রকাশ করা হয় বলে দৈর্ঘ্য এক L-মাত্রিক রাশি।
- ক্ষেত্রফল = দৈর্ঘ্য × দৈর্ঘ্য = L × L = L^2। অতএব, ক্ষেত্রফল দুই L-মাত্রিক রাশি।
  অনুরূপভাবে, আয়তন = দৈর্ঘ্য × দৈর্ঘ্য × দৈর্ঘ্য = L × L × L = L^3
  অতএব, আয়তন হলো তিন L-মাত্রিক রাশি ইত্যাদি। কোনো সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই করতে হলে, সমীকরণের উভয়পক্ষের মাত্রা বের করে সমান দেখাতে হবে।
- [ভর-বেগ] = [ভর × বেগ] = $[MLT^{-1}]$
- [বলের ভ্রামক] = [বল] × [লম্ব দূরত্ব] = $[ML^2T^{-2}]$
- [বেগ-অবক্রম] = $\frac{[\text{বেগ}]}{[\text{দূরত্ব}]} = \frac{[LT^{-1}]}{[L]} = [T^{-1}]$

T-02: পরিমাপের ত্রুটি

Concept

➲ পরিমাপের ত্রুটি:

- পরম ত্রুটি = প্রকৃত মান ~ পরিমাপ্য মান
- আপেক্ষিক ত্রুটি = $\frac{\text{প্রকৃত মান ~ প্রাপ্ত মান}}{\text{প্রকৃত মান}}$
- x একটি পরিমাপ্য ভৌতরাশি এবং y ও z রাশি দুইটির সাথে নিম্নোক্ত সমীকরণ দ্বারা সম্পর্কযুক্ত $x = y^m z^n$ হলে, যদি y ও z পরিমাপ করার সময় সর্বোচ্চ সম্ভাব্য ভুল যথাক্রমে δy এবং δz হয়, তাহলে x এর সর্বোচ্চ ভুল এর ক্ষেত্রে δx।
  আপেক্ষিক ত্রুটি, $\left(\frac{\delta x}{x}\right) = |m|\left(\frac{\delta y}{y}\right) + |n|\left(\frac{\delta z}{z}\right)$
  [বি: দ্র: চলকের ঘাত সর্বদা পরম মান আকারে নিতে হবে।]
- শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%

CamScanner

➲ পরিমাপের সময় মূলত পাঁচ ধরনের ত্রুটি দেখা যায়:

(i) যান্ত্রিক ত্রুটি: যান্ত্রিক ত্রুটি আবার তিন প্রকার–

(a) শূন্য ত্রুটি (b) পিছট ত্রুটি (c) লেভেল ত্রুটি বা অনুভূমিক ত্রুটি

(ii) পর্যবেক্ষণজনিত ত্রুটি: এটি আবার পাঁচ প্রকার–

(a) ব্যক্তিগত ত্রুটি (b) প্রান্ত-দাগ ত্রুটি (c) লম্বন ত্রুটি (d) সূচক ত্রুটি (e) পরিবেশগত ত্রুটি

(iii) এলোমেলো ত্রুটি

(iv) পুনরাবৃত্তিক বা ব্যবস্থাগত ত্রুটি

(v) লঘিষ্ঠ গণন ত্রুটি

T-03: স্ক্রু-গজ, ভার্নিয়ার স্কেল, স্ফেরোমিটার ও নিক্তি

Concept

- স্লাইড ক্যালিপার্সে দৈর্ঘ্যের পাঠ = প্রধান স্কেল পাঠ (M) + ভার্নিয়ার সমপাতন সংখ্যা (V) × ভার্নিয়ার ধ্রুবক (VC)

  প্রধান স্কেলের 1 ঘরের মান s এবং ভার্নিয়ার স্কেলের মোট ঘর সংখ্যা n হলে ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = \frac{s}{n}$

  [যদি প্রধান স্কেল এবং ভার্নিয়ার স্কেলের ঘর সংখ্যার পার্থক্য 1 হয়।]

- স্ক্রুগজে দৈর্ঘ্যের পাঠ = রৈখিক স্কেল পাঠ (L) + বৃত্তাকার স্কেল ভাগ সংখ্যা (C) × লঘিষ্ঠ গণন (LC)

➲ স্ফেরোমিটারের ব্যবহার:

- কোনো বক্রতলের ব্যাসার্ধ, $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$

  এখানে, d = স্ফেরোমিটারে তিন পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব এবং h = তিনটি পায়ের তল হতে বক্রতলের উচ্চতা বা নিম্নতা।

- স্ফেরোমিটারের পাঠ = প্রধান স্কেল পাঠ (M) + বৃত্তাকার স্কেল পাঠ (C) × লঘিষ্ঠ গণন (K)।

- লঘিষ্ঠ গণন: কোনো যন্ত্রের সাহায্যে ন্যূনতম যে পরিমাপ নেওয়া সম্ভব, তাকে ঐ যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন বলে।

  $\therefore$ লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা}}$

➲ নিক্তির সাহায্যে দোলন পদ্ধতিতে বস্তুর ভর নির্ণয়:

- নিক্তির পাল্লা দুটি খালি অবস্থায় যদি স্থিতিবিন্দু P হয়, বাম পাল্লায় কোনো বস্তু ও ডান পাল্লায় বস্তুর ভর অপেক্ষা সামান্য কম ভরের বাটখারা W_1 চাপানো অবস্থায় স্থিতিবিন্দু Q এবং ডান পাল্লায় $W_1 + 10$ mg ভরের জন্য স্থিতিবিন্দু R হলে দেখা যায়,

  স্থিতিবিন্দু Q − R ঘর সরাতে 10 mg ভর লাগে।

  $\therefore$ স্থিতিবিন্দু Q − P ঘর সরাতে $\frac{10\times(Q-P)}{Q-R}$ mg ভর প্রয়োজন।

  $\therefore$ বস্তুর প্রকৃত ভর, $W = \left(W_1 + \frac{10(Q-P)}{(Q-R)\times 1000}\right)$ gm

CamScanner

T-04: বিভিন্ন এককের Conversion

Concept

- এককের উপসর্গ (Prefix):

	উপসর্গ (Prefix)	সংকেত	অর্থ	এককের কত গুণ
এককের উপগুণিতক	ডেসি (Deci)	d	$\frac{1}{10}$	10^{-1} (দশমাংশ)
	সেন্টি (Centi)	c	$\frac{1}{10^2}$	10^{-2} (শতাংশ)
	মিলি (Milli)	m	$\frac{1}{10^3}$	10^{-3} (সহস্রাংশ)
	মাইক্রো (Micro)	μ	$\frac{1}{10^6}$	10^{-6} (নিযুতাংশ)
	ন্যানো (Nano)	n	$\frac{1}{10^9}$	10^{-9} (অংশ)
	পিকো (Pico)	p	$\frac{1}{10^{12}}$	10^{-12} (অংশ)
	ফেমটো (Femto)	f	$\frac{1}{10^{15}}$	10^{-15} (অংশ)
	অ্যাটো (Atto)	a	$\frac{1}{10^{18}}$	10^{-18} (অংশ)
এককের গুণিতক	ডেকা (Deca)	da	$\frac{10}{1}$	10^1 (দশ গুণ)
	হেক্টো (Hecto)	h	$\frac{100}{1}$	10^2 (শত গুণ)
	কিলো (Kilo)	k	$\frac{1000}{1}$	10^3 (হাজার গুণ)
	মিরিয়া (Myria)	Ma	$\frac{10000}{1}$	10^4 (দশ হাজার গুণ)
	মেগা (Mega)	M	$\frac{1000000}{1}$	10^6 (দশ লক্ষ গুণ)
	গিগা (Giga)	G	$\frac{1000000000}{1}$	10^9 গুণ
	টেরা (Tera)	T	$\frac{1000000000000}{1}$	10^{12} গুণ
	পেটা (Peta)	P	$\frac{1000000000000000}{1}$	10^{15} গুণ
	এক্সা (Exa)	E	$\frac{1000000000000000000}{1}$	10^{18} গুণ

- দৈর্ঘ্য পরিমাপের কিছু ছোট, বড় ও নভোমণ্ডলীয় একক:

1 মাইক্রোন (μ)	10^{-4} সেমি. = 10^{-6} মিটার
1 মিলিমাইক্রোন (mμ)	10^{-7} সেমি. = 10^{-9} মিটার
1 অ্যাংস্ট্রম (Å)	10^{-8} সেমি. = 10^{-10} মিটার
1 এক্সরে ইউনিট (XU)	10^{-11} সেমি. = 10^{-13} মিটার
1 মাইক্রোমিটার (μm)	10^{-4} সেমি. = 10^{-6} মিটার
1 মেগামিটার (Mm)	10^8 সেমি. = 10^6 মিটার
1 অ্যাস্ট্রনোমিক্যাল ইউনিট (AU)	1.496×10^8 কিলোমিটার = 9.296×10^7 মাইল
1 আলোক বর্ষ (ly)	এক বছরে আলোকের অতিক্রান্ত দূরত্ব = 9.42×10^{15} মিটার 9.42×10^{12} কিলোমিটার = 5.865×10^{12} মাইল
1 পারসেক (pc)	3.083×10^{13} কিলোমিটার = 3.083×10^{16} মিটার = $3.26\ell y$
1 একক পারমাণবিক ভর (amu)	1.66×10^{-27} কিলোগ্রাম
1 ফার্মি	10^{-15} m

CamScanner

CQ ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪	T-01	মাত্রা সমীকরণ দ্বারা সমীকরণের শুদ্ধতা যাচাই	1	1	5	DB'19, CB'15.	Ctg.B'19; JB'19; Din.B'19; DB'17
✪✪✪	T-02	পরিমাপের ত্রুটি	1	1	12	JB'17; Din.B'17	DB'19; RB'19; BB'19, 17; JB'19, 17; CB'19 Din.B'19, 17
✪✪✪	T-03	স্ক্রু-গজ, ভার্নিয়ার স্কেল, স্ফেরোমিটার ও নিক্তি	1	2	16	SB'21; JB'19; RB'16	RB'24,22, 19, 17; Din'24; SB'23; MB'22 DB'19; Ctg.B'17
✪✪✪	T-04	বিভিন্ন এককের Conversion	4	3	7	Ctg.B'17, 15, 16; SB'19; RB'17	Ctg.B'19; CB'19, 17; BB'21; RB'17; SB'17; Din.B'17

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. স্বীকার্য কী? [DB'19]
উত্তর: কোনো গাণিতিক মডেল বা সূত্র প্রতিষ্ঠা করার লক্ষ্যে যদি কিছু পূর্ব শর্ত স্বীকার করে নেওয়া হয়, তবে ওই পূর্ব শর্তসমূহকে স্বীকার্য বলে।

02. এক মোলের সংজ্ঞা দাও। [Ctg.B'17]
উত্তর: যে পরিমাণ পদার্থে 12 গ্রাম কার্বন 12 (C-12) এ অবস্থিত পরমাণুর সমান সংখ্যক প্রাথমিক ইউনিট থাকে, তাকে এক মোল বলে।

03. পরিমাপের লম্বন ত্রুটি কাকে বলে? [Din.B'17]
উত্তর: দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে কোনো লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের আপাত পরিবর্তনকে লম্বন ত্রুটি বলে।

04. পিচ কাকে বলে? [RB'16]
উত্তর: স্ক্রু-গজের বৃত্তাকার স্কেলটি সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে পিচ বলে।

05. লব্ধ একক কী? [Ctg.B'16; SB'16]
উত্তর: যে সকল একক মৌলিক একক থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ একক বলে। যেমন, বলের একক নিউটন একটি লব্ধ একক। নিউটন নির্ভর করে মিটার, কিলোগ্রাম ও সেকেন্ডের ওপর।

06. মৌলিক রাশি কাকে বলে? [BB'16]
উত্তর: যে সকল রাশি মূল অর্থাৎ স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য রাশির ওপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের ওপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

07. পিছট ত্রুটি কী? [সরকারি আজিজুল হক কলেজ]
উত্তর: নাট স্ক্রু নীতির ওপর ভিত্তি করে যে সকল যন্ত্র তৈরি সেসব যন্ত্র পুরোনো হয়ে গেলে স্ক্রুকে উভয় দিকে ঘুরালে সমান সরণ হয় না। তখন পরিমাপে যে ত্রুটি দেখা যায়, তাকে পিছট ত্রুটি বলে।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সাধারণত স্ফেরোমিটারের সাহায্যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয়কালে এর যান্ত্রিক ত্রুটি থাকা সত্ত্বেও নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'21]
উত্তর: স্ফেরোমিটারের যান্ত্রিক ত্রুটি মূলত শূন্য ত্রুটি। স্ফোরোমিটারে পাঠ নেওয়ার ক্ষেত্রে আদিপাঠ ও শেষপাঠের পার্থক্য নেয়া হয় এবং তা গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়ে ব্যবহার করা হয়। যেহেতু আদি ও শেষ পাঠের পার্থক্য নেয়া হয়, তাই শূন্য ত্রুটি গণনায় কোনো প্রভাব ফেলে না। অর্থাৎ, শূন্য ত্রুটি পার্থক্য নির্ণয়ের সময় বাতিল হয়ে যায়।

02. পরিমাপের এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতির প্রয়োজন হয়েছিল কেন? [SB'19]
উত্তর: বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন একক ব্যবহারে সৃষ্ট অনিয়মকে দূর করার জন্য আন্তর্জাতিক পদ্ধতির প্রয়োজন হয়। CGS, FPS সহ প্রচলিত আরও নানা একক ব্যবহারে আন্তর্জাতিক বাণিজ্যে সমস্যা হয় যা দূরীকরণে আন্তর্জাতিক পদ্ধতি আবির্ভূত হয়।

03. স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm বলতে কী বুঝ? [JB'19]
উত্তর: লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm মানে হল এটি 0.01 mm পর্যন্ত সূক্ষ্ম পরিমাপ করতে পারে। লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm মানে হলো বৃত্তাকার স্কেলের এক ঘর ঘুরালে রৈখিক স্কেলে 0.01 mm সরণ হয়।

04. কোনো রাশির পরিমাপ প্রকাশ করতে এককের প্রয়োজন হয় কেন? [RB'17]

উত্তর: একক ছাড়া কোনো রাশি সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায় না। যে কোনো পরিমাপ নির্দিষ্ট একটি পরিমাণের সাপেক্ষে করা হয়। যেমন- 'কোনো লাঠির দৈর্ঘ্য 20'-এই কথাটি অর্থহীন। কেননা 20 কোনো পরিমাণকেই বুঝায় না। কিন্তু যদি বলা হতো- লাঠির দৈর্ঘ্য 20 সে.মি.-তাহলে বুঝা যেতো যে লাঠিটি 1 সে.মি. পরিমাণের 20 গুণ। সুতরাং, পরিমাপের জন্য একক অত্যাবশ্যক।

05. পরিমাপের সকল যন্ত্রে পিছট ত্রুটি থাকবে কিনা- ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর: নাট-স্ক্রু এর নীতির ওপর ভিত্তি করে যেসব যন্ত্র তৈরি সেসব যন্ত্রেই পিছট ত্রুটি দেখা যায়। নতুন অবস্থায় এ ত্রুটি তেমন থাকে না। কিন্তু দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে স্ক্রু ক্ষয় হয়ে ঢিলা হয়ে পড়ে। ফলে স্ক্রুকে উভয়দিকে একই পরিমাণ ঘুরালে সমান সরণ হয় না। তখন যন্ত্রে পিছট ত্রুটি দেখা যায়। সুতরাং, সকল যন্ত্রে পিছট ত্রুটি দেখা যায় না।

06. বলের এককে মৌলিক এককের মাধ্যমে প্রকাশ কর। [Ctg.B']

উত্তর: বল = ভর × ত্বরণ= ভর × $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$ = ভর × $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^2}$

∴ নিউটন (বলের একক) = কেজি × $\frac{\text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}^2}$

= কেজি × মিটার/ সে^{2}. ⇒ $N = kgm\,s^{-2}$

07. বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান- মাত্রা সমীকরণ সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [CB']

উত্তর: বলের ঘাত = F × t এবং ভরবেগের পরিবর্তন = mΔv হ ঘাতের মাত্রা = F এর মাত্রা × t এর মাত্রা = $[MLT^{-2}] \times [T]$ = $[MLT^{-1}]$। ভরবেগের পরিবর্তনের মাত্রা = m এর মাত্রা × এর মাত্রা = $[M] \times [LT^{-1}] = MLT^{-1}$।
সুতরাং বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

08. স্ফেরোমিটারের যান্ত্রিক ত্রুটি বোঝার উপায় ব্যাখ্যা করো। [সরকারি আজিজুল হক কলে

উত্তর: গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করতে স্ফেরোমিট ব্যবহৃত হয়। স্ফেরোমিটারকে যখন কোনো সমতলে স্থাপন ক হয়, তখন স্ক্রুটি ঘুরিয়ে যদি স্ক্রুর সূঁচালো অগ্রভাগ ঐ সমত স্পর্শ করানো হয়, সেক্ষেত্রে বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ শূন্য হ বুঝতে হবে, কোনো যান্ত্রিক ত্রুটি নেই। কিন্তু এমতাবস্থ বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ অশূন্য হলে বুঝতে হবে যান্ত্রিক ত্রুটি আছে

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 100 এবং পিচ 1 mm। স্ফেরোমিটারের তিন পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 70.33 mm। যন্ত্রটির সাহায্যে একটি গোলীয় উত্তল তলের উচ্চতা পাওয়া গেল 8 mm.।

01. গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। [RB'24]
(a) 1.07048 mm (b) 10.7048 mm
(c) 107.048 mm (d) 1070.48 mm

02. উক্ত স্ফেরোমিটারটি দিয়ে সর্বনিম্ন কত দূরত্ব মাপা যাবে? [RB'24]
(a) 0.01 mm (b) 0.002 mm
(c) 0.003 mm (d) 0.02 mm

03. স্ফেরোমিটারের সাহায্যে কোনো গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়ের সমীকরণ কোনটি? (যেখানে রাশিগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।) [Din.B'24]
(a) $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$ (b) $R = \frac{d^2}{6h} - \frac{h}{2}$
(c) $R = \frac{d^2}{2h} + \frac{h}{6}$ (d) $R = \frac{d^2}{2h} - \frac{h}{6}$

04. স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক হলো- [Din.B'24]
(i) স্ফেরোমিটার ক্ষুদ্রতম যে দৈর্ঘ্য সঠিকভাবে বরাবর করতে পারে।
(ii) বৃত্তাকার স্কেলকে একবার ঘুরালে রৈখিক স্কেল বরবার সরণ হয়।
(iii) স্ফেরোমিটারের পিচ এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যার অনুপাত।
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. ব্যবহারিক ক্লাসে একজন ছাত্র অবতল তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়কালে স্ফেরোমিটারের সাহায্যে সমতল ও অবতল তলের রৈখিক স্কেলের পাঠ যথাক্রমে 9 mm ও 6 mm এবং বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ যথাক্রমে 96 ও 33 পেল। বৃত্তাকার স্কেলের দাগ সংখ্যা 100 এবং তিন পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 40 mm। অবতল তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ কত? স্ফেরোমিটারের পিচ = 1 mm। [SB'23]
(a) 75.276 mm (b) 75.276 cm
(c) 71.645 mm (d) 73.46 cm

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. c	02. a	03. a	04. b	05. a

01. $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{70.33^2}{6\times8} + \frac{8}{2} = 107.048$ mm

02. লঘিষ্ঠ গণন = $\frac{\text{পিচ}}{\text{ভাগসংখ্যা}} = \frac{1\text{mm}}{100} = 0.01$ mm

04. বৃত্তাকার স্কেলকে একবার ঘুরালে যে সরণ হয়, তা পিচ।

05. d = 40 mm;
$h = (9-6) + (96-33) \times \frac{1}{100} = 3.63$ mm
$\therefore r = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{40^2}{6\times(3.63)} + \frac{3.63}{2} = 75.276$ mm

06. স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm হলে, নিচের কোন বেধটি নির্ভুলভাবে মাপা যাবে? [RB'22]
(a) 0.005 mm (b) 0.001 mm
(c) 0.02 mm (d) 0.002 mm

নিচের উদ্দীপক থেকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি স্ফেরোমিটার দ্বারা একটি কাঁচ পাতের পুরুত্ব পরিমাপকালে রৈখিক স্কেলের পাঠ 2 mm, বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ 25 এবং পিচ 0.5 mm।

07. স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের দাগ সংখ্যা কত হবে? [MB'22]
(a) 50 (b) 100 (c) 150 (d) 200

08. কাঁচ পাতের পুরুত্ব কত ? [MB'22]
(a) 2.25 mm (b) 2.25 cm
(c) 0.225 mm (d) 0.225 m

09. নিম্নের কোনটি মৌলিক এককের উদাহরণ? [BB'21]
(a) সরণের একক (b) বেগের একক
(c) ত্বরণের একক (d) বলের একক

10. বৃত্তাকার স্কেলের পূর্ণ ঘূর্ণন সংখ্যা M, বৃত্তাকার স্কেলের অতিরিক্ত ভাগ সংখ্যা N এবং লঘিষ্ঠ গণন L_c হলে, স্ফেরোমিটারের সাহায্যে h নির্ণয়ের সূত্র কোনটি? [DB'19]
(a) $h = M + L_c$ (b) $h = M \times N + L_c$
(c) $h = M \times \text{পিচ} + L_c$ (d) $h = M \times \text{পিচ} + N \times L_c$

11. প্রকৃত মান ও পরিমাপ্য মানের পার্থক্যকে কোন ত্রুটি বলে? [DB'19]
(a) পরম ত্রুটি (b) সামগ্রিক ত্রুটি
(c) আপেক্ষিক ত্রুটি (d) পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি

12. একটি স্ক্রুগজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm। এটি দ্বারা ন্যূনতম কত বেধ মাপা যাবে? [RB'19]
(a) 1 mm (b) 0.10 mm
(c) 0.01 mm (d) 0.001 mm

13. সরল দোলকের সাহায্যে কোনো স্থানে g-এর মান পাওয়া গেল 10 ms^{-2}। ওই স্থানে g-এর প্রকৃত মান 9.81 ms^{-2} হলে, পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত? [RB'19]
(a) 19.36% (b) 19% (c) 1.93% (d) 0.193%

14. কোয়ান্টাম তত্ত্বের জনক কে? [Ctg.B'19]
(a) টমাস ইয়ং (b) আর্নেস্ট রাদারফোর্ড
(c) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (d) আলবার্ট আইনস্টাইন

15. বেগের মাত্রা কোনটি? [Ctg.B'19]
(a) LT^{-1} (b) $L^{-1}T$ (c) L^2T (d) L^2T^{-1}

16. নিচের কোনটি লব্ধ রাশি? [Ctg.B'19; SB'19]
(a) কম্পাঙ্ক (b) ভর (c) সময় (d) তাপমাত্রা

17. কোনটি পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি? [BB'19; JB'19; Din.B'19]
(a) পিছট ত্রুটি (b) লেভেল ত্রুটি
(c) লম্বন ত্রুটি (d) এলোমেলো ত্রুটি

18. বল ধ্রুবক-এর মাত্রা কোনটি? [JB'19]
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[M^2LT^{-1}]$
(c) $[MT^{-2}]$ (d) $[ML^2T^2]$

19. সর্বাপেক্ষা ছোট একক কোনটি? [CB'19]
(a) মিলি মাইক্রোন (b) এ্যাংস্ট্রম
(c) এক্স-রে ইউনিট (d) অ্যাটো-মিটার

20. একটি বৃত্তের পরিমাপ্য ব্যাসার্ধ $(5 \pm 2\%)$cm হলে, ক্ষেত্রফল পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত? [CB'19]
(a) 0.8% (b) 0.5% (c) 0.4% (d) 0.2%

21. শক্তির মাত্রা হলো- [Din.B'19]
(a) MLT^{-2} (b) $ML^{-2}T^2$ (c) $ML^{-2}T$ (d) ML^2T^{-2}

22. স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.02 mm হলে, নিচের কোন বেধটি নির্ভুলভাবে মাপা যাবে? [All B'18]
(a) 0.005 mm (b) 0.001 mm
(c) 0.01 mm (d) 0.03 mm

23. পাখির উড়া পর্যবেক্ষণ করে উড়োজাহাজের মডেল তৈরি করেন কে? [DB'17]
(a) রবার্ট হুক (b) রজার বেকন
(c) লিওনার্দো দ্য ভিঞ্চি (d) আইজ্যাক নিউটন

24. কোনো গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করার জন্য কোন সমীকরণটি ব্যবহৃত হয়? [RB'17, Ctg.B'17]
(a) $R = \frac{d^2}{6} + \frac{h}{2}$ (b) $R = \frac{d^2}{2} + \frac{h}{6}$
(c) $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$ (d) $R = \frac{d^2}{12} + \frac{h}{2}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

06. c	07. a	08. -	09. a	10. d	11. a	12. c	13. c	14. c	15. a
16. a	17. c	18. c	19. d	20. a	21. d	22. d	23. c	24. c	

06. লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের চেয়ে ছোট কোনো মান নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায় না।

07. $k = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$

$\therefore$ বৃত্তাকার স্কেলের দাগ সংখ্যা $= \frac{0.5}{0.01} = 50$

08. (সঠিক উত্তর নেই); স্ফেরোমিটারের পায়ের দূরত্ব দেওয়া নেই। তাই প্রশ্নটি সমাধান করা সম্ভব নয়।

13. শতকরা ত্রুটি $= \frac{|10-9.81|}{9.81} \times 100\% = 1.93\%$

18. বল ধ্রুবক, $k = \frac{F}{x} = \frac{[MLT^{-2}]}{[L]} = [MT^{-2}]$

20. ব্যাখ্যা: $r = (5 \pm 2\%) = (5 \pm 0.02)$ cm

$\therefore$ শতকরা ত্রুটি $= 2 \times \frac{\Delta r}{r} \times 100$

$= 2 \times \frac{0.02}{5} \times 100 = 0.8\%$

22. এখানে, শুধুমাত্র 0.03mm > 0.02mm

CamScanner

25. চাপ একটি যৌগিক রাশি। এর এস. আই একক হচ্ছে– [RB'17]
(i) প্যাসকেল (ii) নিউটন/মিটার^2 (iii) ডাইন/সেমি^{2}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

26. নিচের কোনটি দৈর্ঘ্যের S.I একক? [SB'17]
(a) সেন্টিমিটার (b) মাইল (c) মিটার (d) ফুট

27. কোনো গোলকের ব্যাসার্ধের প্রকৃত মান 3 cm এবং পরিমাপ্য মান 2.98 cm । গোলকটির আয়তন পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত? [BB'17]
(a) 0.02% (b) 0.066%
(c) 0.66% (d) 2%

28. লেভেল ত্রুটি কোন যন্ত্রের পরিমাপের জন্য প্রযোজ্য? [JB'17]
(a) স্ক্রুগজ (b) মিটার স্কেল
(c) উদস্থিতি নিক্তি (d) স্ফেরোমিটার

29. পরিমাপের যথার্থতা কার সাথে সম্পর্কিত? [JB'17]
(i) ত্রুটির (ii) যন্ত্রের (iii) ভুলের
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো বস্তুর ভর $(100 \pm 2\%)$kg এবং আয়তন $(100 \pm 3\%)$ m^3।

30. ঐ বস্তুটির ঘনত্বের শতকরা ত্রুটি কত? [JB'17]
(a) 10 (b) 5 (c) 0.5 (d) 0.1

31. ঐ বস্তুটির ঘনত্বের পরম ত্রুটির সঠিক মান কোনটি? [JB'17]
(a) 5 kgm^{-3} (b) 5 gm^{-3}
(c) 0.05 kgm^{-3} (d) 0.5 kgft^{-3}

32. নিচের কোনটির একক অন্য তিনটির একক হতে ভিন্ন? [CB'17]
(a) ঘনত্ব × আয়তন × বেগ
(b) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
(c) ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক × ক্ষেত্রফল
(d) ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

33. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ $R = (10 \pm 0.1)$cm হলে, এর আয়তনের শতকরা ত্রুটি কত ? [Din.B'17]
(a) 1% (b) 2% (c) 3% (d) 4%

34. মৌলিক রাশি হলো– [Din.B'17]
(i) তড়িৎ প্রবাহমাত্রা (ii) পদার্থের পরিমাণ
(iii) দীপন তীব্রতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

35. এক পিকো = কত? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) 10^{-12} (b) 10^{-9} (c) 10^{12} (d) 10^{15}

36. স্ফেরোমিটারের সাহায্যে মাপা যায়- [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(i) তারের ব্যাসার্ধ (ii) গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ
(iii) পাতলা পাতের পুরুত্ব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

37. স্ফেরোমিটারের গোলীয় স্কেলটি সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা হলো- [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(a) পিচ (b) ভগ্নাংশ
(c) ভার্নিয়ার ধ্রুবক (d) ন্যূনতম হিসাব

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

25. a	26. c	27. d	28. c	29. a	30. b	31. c	32. a	33. c	34. d	35. a	36. c	37. a

25. dyne/cm^2 হলো C.G.S. পদ্ধতিতে চাপের একক।

27. শতকরা ত্রুটি $= 3 \times \frac{\delta r}{r} \times 1000\%$
$= 3 \times \frac{3-2.98}{3} \times 100\% = 2\%$

30. $\rho = \frac{m}{V}$
$\frac{\delta\rho}{\rho} = \frac{\delta m}{m} + \frac{\delta V}{V} = \frac{2}{100} + \frac{3}{100} = \frac{5}{100} = 5\%$

31. $\delta\rho = \rho \times 5\% \left[\rho = 1\frac{kg}{m^3}\right]$
$\therefore \delta\rho = 0.05$ kgm^{-3}

32. (a) → ভরবেগ, বাকিগুলো → বল

33. $\frac{\Delta V}{V} = 3\frac{\Delta r}{r} = 3 \times \frac{0.1}{10} = 0.03$
$= 3\%$

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০১

পূর্ণমান: ১০ | MCQ | সময়: ১০ মিনিট

01. গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ মাপা হয় নিচের কোনটি দিয়ে?
(a) মাইক্রোমিটার (b) ক্যালরিমিটার
(c) স্ফেরোমিটার (d) স্পিডোমিটার

02. স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা 50। স্কেলটিকে এক পাক ঘুরালে রৈখিক স্কেলে সরণ হয় 0.5 mm। লঘিষ্ঠ গণন কত?
(a) 0.01 mm (b) 0.01 cm
(c) 0.25 mm (d) 0.50 mm

03. কোনো গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে ত্রুটি 1.2% হলে, তার আয়তন পরিমাপে ত্রুটি কত হবে?
(a) 1.2% (b) 2.4%
(c) 3.6% (d) 4.8%

04. ল্যাবরেটরিতে একটি উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করতে একটি স্ফেরোমিটার ব্যবহার করা হল যার লঘিষ্ঠ গণন 0.001 cm। এক্ষেত্রে লঘিষ্ঠ গণন নির্দেশ করে-
(a) Accuracy (b) Precision
(c) Error (d) Change

05. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ (7.5 ± 0.3) cm। গোলকের আয়তন নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটি কত?
(a) 4% (b) 6%
(c) 12% (d) 24%

06. চাপের মাত্রার সাথে নিম্নের যে রাশিটির মাত্রার মিল আছে তা হল–
(a) একক আয়তনে বল (b) একক আয়তনে শক্তি
(c) বল (d) শক্তি

07. নিক্তির সাহায্যে ভর পরিমাপে কোন ত্রুটি পরিহার করা যায়?
(a) পিছট ত্রুটি (b) লেভেল ত্রুটি
(c) শূন্য ত্রুটি (d) পর্যবেক্ষণ ত্রুটি

08. একটি স্ক্রু-গজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm হলে এর দ্বারা ক্ষুদ্রতম কত বেধ মাপা যায়?
(a) 0.1 mm (b) 0.01 mm
(c) 1 mm (d) 0.05 mm

09. 1 মাইল ও 1 কিলোমিটার দূরত্বের মধ্যে পার্থক্য মিটারে কত?
(a) 629 m (b) 906 m (c) 960 m (d) 609 m

10. পাখির উড়া পর্যবেক্ষণ করে উড়োজাহাজের মডেল তৈরি করেন কে?
a) রবার্ট হুক (b) রজার বেকন
(c) লিওনার্দো দ্য ভিঞ্চি (d) নিউটন

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. c	02. a	03. c	04. a	05. c	06. b	07. b	08. b	09. d	10. c

02. $L.C = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}} = \frac{0.5\text{ mm}}{50} = 0.01\text{ mm}$

03. $V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = \frac{3\Delta r}{r} = \frac{3\times 0.012R}{R} = 3.6\%$

05. $V = \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = \frac{3\Delta R}{R} = 3 \times \frac{0.3}{7.5} \times 100\% = 12\%$

06. চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{ভর}\times\text{ত্বরণ}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2} = \frac{ML^2T^{-2}}{L^3} = \frac{\text{শক্তি অথবা কাজ}}{\text{আয়তন}}$।

07. লেভেল ত্রুটি: নিক্তি, বিক্ষেপ চৌম্বকমান যন্ত্র, ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার।

08. লঘিষ্ঠ ধ্রুবক = সর্বনিম্ন যত বেধ মাপা যায়।

09. 1 mile = 1.61 km = 1.609 km
$\therefore$ 1 mile − 1 km = (1.609 − 1) km
= 0.609 km = 0.609 × 1000 m = 609 m

> আমি যত পরিশ্রম করেছি, ভাগ্য ততই আমার সহায় হয়েছে।
> - Thomas Jefferson

অধ্যায় ০২ ভেক্টর

➢ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪✪✪	T-01	ভেক্টরের প্রকারভেদ ও আয়ত একক ভেক্টর দ্বারা ভেক্টরের প্রকাশ	9	11	JB'24, 21, 19; CB'24, 17; MB'24, 22, 21; SB'23; RB'21; BB'21, 17; RB'23, 21; DB'22;
✪✪	T-02	দুইটি ভেক্টরের লব্ধি	4	2	BB'23, CB'22; Din.B'21; SB'17
✪	T-03	ভেক্টরের উপাংশ	1	1	CB'22; Din.B'21
✪✪✪	T-04	নদী ও স্রোত	19	23	DB'24, 23, 21; RB'24, 23, 22, 21; Ctg.B'24, 23, 22, 21, 17; BB'24; Din.B'24, 23, 22; MB'23; CB'24, 22, 19; SB'21; JB'17
✪✪	T-05	ভেক্টর বিয়োগ ও আপেক্ষিক বেগ	4	3	DB'23, 19; SB'22; RB'19
✪	T-06	দুইয়ের অধিক ভেক্টরের লব্ধি	-	1	BB'22
✪✪✪	T-07	ভেক্টরের ডট গুণন	14	6	DB'24, 22, 17; Ctg.B'24; JB'24, 23, 22, 19; MB'24, 23, 22, 21; RB'23, 21; CB'23, 21; Din.B'23, 21; BB'21
✪✪	T-08	দিক কোসাইন	1	2	Din.B'22, 21; JB'22
✪✪✪	T-09	ভেক্টরের ক্রস গুণন	10	10	DB'24, 21, 19; Ctg.B'24; CB'24, 23, 21; MB'24; JB'23, 21; RB'22; BB'22, 21, 19; Din.B'22, 21;
✪✪✪	T-10	ভেক্টর ক্যালকুলাস	5	7	SB'24, 22; Din.B'24; RB'22; Ctg.B'22, 19; BB'22

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমুনা উত্তর

T-01: ভেক্টরের প্রকারভেদ ও আয়ত একক ভেক্টর দ্বারা ভেক্টরের প্রকাশ

Concept

দ্বিমাত্রিক ভেক্টরের ক্ষেত্রে :

কোনো ভেক্টর $\vec{R}$ এর x ও y অক্ষের উপাংশ যথাক্রমে $\vec{R}_x$ ও $\vec{R}_y$ হলে আমরা লিখতে পারি, $\vec{R} = \vec{R}_x + \vec{R}_y$

যেহেতু $\vec{R}_x$ এর দিক x অক্ষের দিকে এবং ভেক্টরটির মান যদি হয় R_x, তাহলে $\vec{R}_x = R_x\hat{i}$

একইভাবে, $\vec{R}_y = R_y\hat{j}$; সুতরাং, $\vec{R} = R_x\hat{i} + R_y\hat{j}$

সমকোণী ত্রিভুজের ধর্ম অনুযায়ী, $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$ এবং $\theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x}$

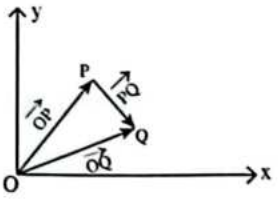
ত্রিমাত্রিক ভেক্টরের ক্ষেত্রে: $\vec{R} = R_x\hat{i} + R_y\hat{j} + R_z\hat{k}$

$\vec{R}$ ভেক্টরের x, y ও z অক্ষের সাথে কোণ যথাক্রমে θ_x, θ_y ও θ_z হলে,

$R_x = R\cos\theta_x$; $R_y = R\cos\theta_y$; $R_z = R\cos\theta_z$ এবং $R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2}$

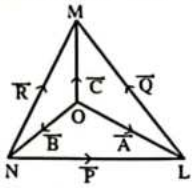
CamScanner

ধরা যাক, P বিন্দুর স্থানাঙ্ক (x, y, z)। তাহলে, মূল বিন্দুর সাপেক্ষে P বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর:
$\overrightarrow{OP} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$
আবার, মূলবিন্দুর সাপেক্ষে P ও Q বিন্দুর অবস্থান যথাক্রমে $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ হলে,
P এর সাপেক্ষে Q এর অবস্থান,
$\overrightarrow{PQ}$ = শেষ অবস্থান − আদি অবস্থান = $\overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP}$



সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. $\vec{C}$ ভেক্টরটি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের উপর লম্ব। [CB'24]
$\vec{A} = -\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$



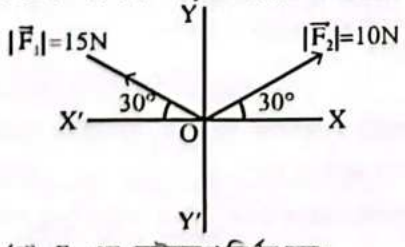
(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী গাণিতিকভাবে যাচাই কর যে, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$ 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,
$\vec{A} = -\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$; $\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$;
$\vec{C}$ ভেক্টরটি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের উপর লম্ব।

$$\therefore \vec{C} = (\vec{A} \times \vec{B}) = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & -3 & 2 \\ 2 & -2 & -2 \end{vmatrix} = (10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k})$$

আবার, $|\vec{C}| = \sqrt{10^2 + 2^2 + 8^2} = 2\sqrt{42}$
এখন, $\vec{C}$ ভেক্টর বরাবর একক ভেক্টর,
$\hat{C} = \frac{\vec{C}}{|\vec{C}|} = \frac{(10\hat{i}+2\hat{j}+8\hat{k})}{\sqrt{10^2+2^2+8^2}} = \frac{1}{2\sqrt{42}}(10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k})$
এখানে, ΔONL এ $\overrightarrow{ON} + \overrightarrow{NL} = \overrightarrow{OL} \Rightarrow \vec{B} + \vec{P} = \vec{A}$
$[\because \overrightarrow{ON} = \vec{B};\ \overrightarrow{NL} = \vec{P};\ \overrightarrow{OL} = \vec{A}]$
$\Rightarrow \vec{P} = \vec{A} - \vec{B} \Rightarrow \vec{P} = (-\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) - (2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k})$
$\therefore \vec{P} = -3\hat{i} - \hat{j} + 4\hat{k}$
অনুরূপভাবে, $\vec{Q} = \vec{C} - \vec{A}$
$= (10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k}) - (-\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) = 11\hat{i} + 5\hat{j} + 6\hat{k}$
অনুরূপভাবে, $\vec{R} = \vec{C} - \vec{B}$
$= (10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k}) - (2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k})$
$= 8\hat{i} + 4\hat{j} + 10\hat{k}$
এখন, $\vec{P} + \vec{Q} = (-3\hat{i} - \hat{j} + 4\hat{k}) + (11\hat{i} + 5\hat{j} + 6\hat{k})$
$= 8\hat{i} + 4\hat{j} + 10\hat{k} = \vec{R}$
$\therefore \vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$ যাচাই করা হলো।

02. নিচের উদ্দীপকটি পড় ও সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: [JB'24]



(গ) F_1 এর ভেক্টররূপ নির্ণয় কর।

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $|\vec{F}_1| = 15$ N এখানে, $\vec{F}_1$ ধনাত্মক x অক্ষের সাথে $\alpha = (180° - 30°) = 150°$ কোণ উৎপন্ন করে। x-অক্ষ বরাবর $\vec{F}_1$ এর উপাংশ,
$\vec{F}_{x_1} = |\vec{F}_1| \cos\alpha\ \hat{i} = 15\cos(150°)\ \hat{i} = -\frac{15\sqrt{3}}{2}\hat{i}$
y-অক্ষ বরাবর $\vec{F}$ এর উপাংশ,
$\vec{F}_{y_1} = |\vec{F}_1| \sin\alpha\ \hat{j} = 15\sin(150°)\ \hat{j} = \frac{15}{2}\hat{j}$
$\therefore \vec{F}_1 = \vec{F}_{x_1} + \vec{F}_{y_1} = -\frac{15\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{15}{2}\hat{j}$

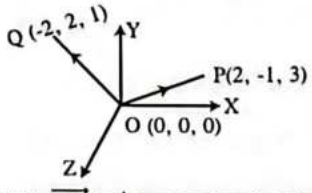
03. $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}$ এবং $\vec{C} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$ ভেক্টর তিনটি একটি ত্রিভুজের তিনটি বাহু নির্দেশ করে। [MB'24]
(ঘ) উদ্দীপকের ত্রিভুজটি সমকোণী ত্রিভুজ হবে কি-না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, একটি ত্রিভুজের তিনটি বাহু যথাক্রমে,
$\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}, \vec{C} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$
$\vec{A}$ বাহুর দৈর্ঘ্য, $|\vec{A}| = \sqrt{(2)^2 + (-3)^2 + (1)^2} = \sqrt{14}$ একক
$\vec{B}$ বাহুর দৈর্ঘ্য, $|\vec{B}| = \sqrt{(3)^2 + (-1)^2 + (5)^2} = \sqrt{35}$ একক
$\vec{C}$ বাহুর দৈর্ঘ্য, $|\vec{C}| = \sqrt{(3)^2 + (2)^2 + (-4)^2} = \sqrt{29}$ একক
এখানে, $|\vec{A}|^2 + |\vec{C}|^2 = (\sqrt{14})^2 + (\sqrt{29})^2 = 43 \neq |\vec{B}|^2$
সুতরাং, উদ্দীপকের ত্রিভুজটি সমকোণী ত্রিভুজ হবে না।

04. একটি কণার উপর $\vec{F} = (-5\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করায় কণাটি $P(-6, 7, -1)$ বিন্দু থেকে $Q(-3, -8, 4)$ বিন্দুতে স্থানান্তরিত হলো। [RB'23]
(গ) উদ্দীপকের কণাটির সরণ নির্ণয় করো। ৩

(গ) **উত্তর:** $\vec{P} = -6\hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{Q} = -3\hat{i} - 8\hat{j} + 4\hat{k}$
সরণ, $\overrightarrow{PQ} = \vec{Q} - \vec{P} = (-3\hat{i} - 8\hat{j} + 4\hat{k}) - (-6\hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k})$
$= 3\hat{i} - 15\hat{j} + 5\hat{k}$ $\therefore |\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{3^2 + 15^2 + 5^2}$
$= \sqrt{259}$ m $= 16.09$ m (Ans.)

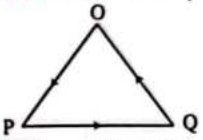
05. [SB'23, JB'21, BB'21,17]



(গ) $\overrightarrow{PQ}$ ভেক্টরের সমান্তরাল একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ΔOPQ সমকোণী ত্রিভুজ কিনা যাচাই কর। 8

(গ) উত্তর: $\overrightarrow{PQ} = (-2-2)\hat{i} + (2-1)\hat{j} + (1-3)\hat{k}$
$= -4\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$
ধরি, $\overrightarrow{PQ}$ এর সমান্তরালে একক ভেক্টর $= \hat{a}$
$\hat{a} = \frac{\overrightarrow{PQ}}{|\overrightarrow{PQ}|} = \frac{-4\hat{i}+3\hat{j}-2\hat{k}}{\sqrt{4^2+3^2+2^2}} = \frac{1}{\sqrt{29}}(-4\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$ (Ans.)

(ঘ) উত্তর: $\overrightarrow{OP} = 2\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$

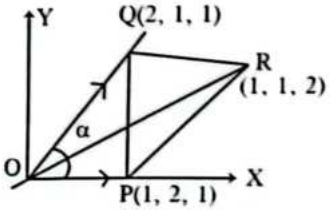


$\overrightarrow{OQ} = -2\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$
$\overrightarrow{PQ} = -4\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$
$|\overrightarrow{OP}| = \sqrt{2^2 + (-1)^2 + 3^2} = \sqrt{14}$ একক
$|\overrightarrow{OQ}| = \sqrt{(-2)^2 + 2^2 + 1^2} = 3$ একক
$|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{(-4)^2 + (3)^2 + (-2)^2} = \sqrt{29}$ একক
এখন $\sqrt{(|\overrightarrow{OP}|)^2 + (|\overrightarrow{OQ}|)^2} = \sqrt{(14)^2 + 3^2} = \sqrt{23}$ একক
$|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{29}$ একক $\therefore \sqrt{(|\overrightarrow{OP}|)^2 + (|\overrightarrow{OQ}|)^2} \neq |\overrightarrow{PQ}|$
$\therefore$ ΔOPQ সমকোণী ত্রিভুজ নয়।

06. কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি বিন্দু O(0, 0, 0), P(2, 4, 2) এবং Q (2, −4, −4)। [DB'22]
(গ) $\overrightarrow{PQ}$ এর মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, O (0, 0, 0), P (2, 4, 2), Q (2, −4, −4)
এখন, $\overrightarrow{OP} = (2-0)\hat{i} + (4-0)\hat{j} + (2-0)\hat{k}$
$= 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}$
$\overrightarrow{OQ} = (2-0)\hat{i} + (-4-0)\hat{j} + (-4-0)\hat{k}$
$= 2\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{k}$ অতএব, $\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP}$
$= 2\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{k} - 2\hat{i} - 4\hat{j} - 2\hat{k} = -8\hat{j} - 6\hat{k}$
$\overrightarrow{PQ}$ এর মান, $|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{(-8)^2 + (-6)^2} = 10$ (Ans.)

07. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় দুটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে P(1, 2, 1) ও Q(2, 1, 1)। বিন্দু দুটির জন্য সৃষ্ট অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$। অবস্থান ভেক্টরদ্বয়কে সন্নিহিত বাহু ধরে সামান্তরিক অঙ্কন করলে R বিন্দুর স্থানাঙ্ক R(1, 1, 2) হয়। [MB'22, 21, JB'19]



(ঘ) উদ্দীপকের ΔPQR সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে কি না গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

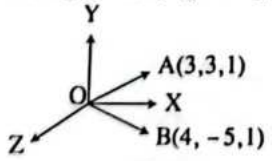
(ঘ) উত্তর: $\overrightarrow{OR} = (1-0)\hat{i} + (1-0)\hat{j} + (2-0)\hat{k} = \hat{i} + \hat{j} + 2$
$\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP}$
$= (2-1)\hat{i} + (1-2)\hat{j} + (1-1)\hat{k} = \hat{i} - \hat{j}$
$\overrightarrow{QR} = \overrightarrow{OR} - \overrightarrow{OQ}$
$= (1-2)\hat{i} + (1-1)\hat{j} + (2-1)\hat{k}$
$= -\hat{i} + \hat{k}$
$\overrightarrow{PR} = \overrightarrow{OR} - \overrightarrow{OP}$
$= (1-1)\hat{i} + (1-2)\hat{j} + (2-1)\hat{k}$
$= -\hat{j} + \hat{k}$
$|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{(1)^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}$
$|\overrightarrow{QR}| = \sqrt{(-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2}$
$|\overrightarrow{PR}| = \sqrt{(-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2}$
এখানে, PQ = QR = PR; সমবাহু ত্রিভুজ সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে না। সুতরাং, ΔPQR সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে না।

08. $\vec{A} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{C} = 4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ [RB'21]
(ঘ) $|\vec{A} - \vec{B}| > |\vec{B} - \vec{C}| > |\vec{A} - \vec{C}|$; সঠিক/সঠিক নয়- যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: $\vec{A} - \vec{B} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) - (\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k})$
$= 3\hat{i} + 4\hat{j} \therefore |\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ একক
$\vec{B} - \vec{C} = (\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}) - (4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}) = -3\hat{i} - 2\hat{k}$
$\therefore |\vec{B} - \vec{C}| = \sqrt{(-3)^2 + (-2)^2} = \sqrt{13}$ এবং
$\vec{A} - \vec{C} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) - (4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}) = 4\hat{j} - 2\hat{k}$
$\therefore |\vec{A} - \vec{C}| = \sqrt{4^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}$
অর্থাৎ, $|\vec{B} - \vec{C}| > |\vec{A} - \vec{C}|$
দেখা যায়, $|\vec{A} - \vec{B}| > |\vec{A} - \vec{C}| > |\vec{B} - \vec{C}|$
$\therefore$ বক্তব্যটি সঠিক নয়।

নিজে করো

09. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর যেখানে ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় A(3, 3, 1) এবং B(4, −5, 1) দুটি বিন্দু। [BB'21]



(গ) $\overrightarrow{AB}$ এর সমান্তরাল একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর।
[Ans: $\frac{1}{\sqrt{65}}(\hat{i} - 8\hat{j})$]

(ঘ) O, A ও B বিন্দুসমূহের সংযোগে গঠিত ত্রিভুজটি একটি সমকোণী ত্রিভুজ কিনা– গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও।
[Ans. ত্রিভুজটি সমকোণী ত্রিভুজ নয়]

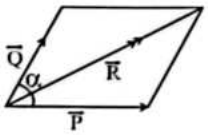
10. দুটি বিন্দুর ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় স্থানাঙ্কদ্বয় যথাক্রমে A(1, 0, −1) এবং B(1, 1, 0)। [CB'17]
(গ) $\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সমান্তরালে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর।
[Ans: $\frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{j} + \hat{k})$]

CamScanner

T-02: দুইটি ভেক্টরের লব্ধি

Concept

➢ $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশি হলে, তাদের লব্ধি, $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$



লব্ধির মান	লব্ধির দিক
➢ P ও Q মানের দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ α হলে লব্ধির মান, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$ ➢ লব্ধির সর্বোচ্চ মান, $R_{max} = P + Q$ [$\alpha = 0°$] ➢ লব্ধির সর্বনিম্ন মান, $R_{min} = \lvert P - Q\rvert$ [$\alpha = 180°$]	➢ লব্ধির দিক (P এর সাথে), $\theta_P = \tan^{-1}\frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}$ ➢ লব্ধির দিক (Q এর সাথে), $\theta_Q = \tan^{-1}\frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha}$ [বি.দ্র: সহজভাবে যার সাথে কোণ (θ) নিব তাকে নিচে আলাদা রাখতে হবে।]

লব্ধি R, $\vec{P}$ এর সাথে θ_1 ও $\vec{Q}$ এর সাথে θ_2 কোণ উৎপন্ন করে।

$\vec{P}$ এর সাথে কোণ, $\tan\theta_1 = \frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}$

- যার সাথে কোণ তার লম্ব বরাবর অপর ভেক্টরের অভিক্ষেপ
- যার সাথে কোণ সে নিচে একা বসবে
- যার সাথে কোণ সেই ভেক্টর বরাবর অপর ভেক্টরের অভিক্ষেপ

♦ সতর্কতা:

➢ এই সূত্রগুলোতে সব সময় P, Q এর পরমমান নিয়ে কাজ করতে হবে।

➢ কেবল সমবিন্দুগামী (একই বিন্দু থেকে শুরু হয় এমন) দুটি ভেক্টরের ক্ষেত্রে সামান্তরিক সূত্র ব্যবহার করা যাবে।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01 নাহিন এবং জাহিন একটি ভারী স্থির ট্রাক-এ দুটি রশি বেঁধে টেনে নিয়ে যাচ্ছিল। রশি দুটির মধ্যে 'α' কোণ সৃষ্টি হয়। ট্রাকটি নাহিনের দিকে সরে যাচ্ছিল। নাহিন জাহিনকে আরো বেশি বল প্রয়োগ করতে বললো। [BB'23]

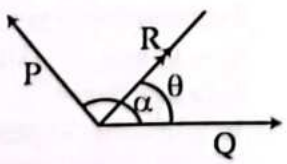
(গ) দেখাও যে, জাহিন নাহিনের সমমানের বল প্রয়োগ করলে এদের লব্ধি বল মধ্যবর্তী কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করবে। ৩

(ঘ) নাহিন এবং জাহিন ট্রাকটিকে কীভাবে টানলে সর্বাপেক্ষা কম বল প্রয়োগে ট্রাকটিকে সর্বোচ্চ লব্ধি বলে টেনে নিতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha}$

প্রশ্নমতে, নাহিন কর্তৃক প্রযুক্ত বল = জাহিন কর্তৃক প্রযুক্ত বল = F



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

$= \frac{\sin\alpha}{1+\cos\alpha}$

$\Rightarrow \tan\theta = \frac{2\sin\frac{\alpha}{2}\cos\frac{\alpha}{2}}{2\cos^2\frac{\alpha}{2}}$ [$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$]

[$1 + \cos 2\theta = 2\cos^2\theta$]

$\Rightarrow \tan\theta = \tan\frac{\alpha}{2} \Rightarrow \theta = \frac{\alpha}{2}$ (দেখানো হলো)

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, নাহিন ও জাহিন কর্তৃক প্রযুক্ত সর্বনিম্ন বল যথাক্রমে P, Q;

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

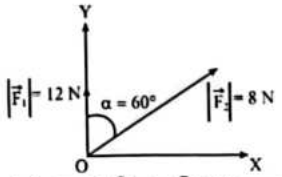
এখন R এর মান সর্বোচ্চ হতে হলে $\cos\alpha$ সর্বোচ্চ হতে হবে।

$\cos\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = \cos^{-1}(1) = 0°$

∴ তারা দুইজন যদি একই সাথে পরস্পরের সাথে 0° কোণে বল প্রয়োগ করে, তাহলে লব্ধি সর্বোচ্চ হবে।

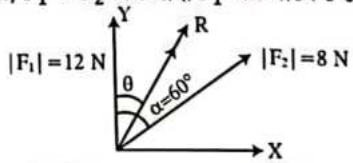
CamScanner

02. [CB'22, Din.B'21]



(গ) বল দুটির লব্ধি X-অক্ষের সাথে যে কোণে ক্রিয়াশীল তা নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: ধরি, F_1 ও F_2 এর লব্ধি F_1 এর সাথে θ কোণে ক্রিয়াশীল।



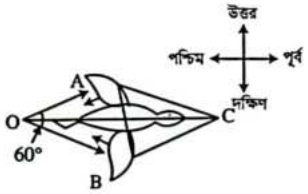
$\tan\theta = \frac{F_2 \sin\alpha}{F_1 + F_2\cos\alpha} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_2\sin\alpha}{F_1+F_2\cos\alpha}\right)$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{8\sin 60°}{12+8\cos 60°}\right) \Rightarrow \theta = 23.41°$

X অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ,

$\theta_x = 90° - \theta = 90° - 23.41° = 66.59°$ (Ans.)

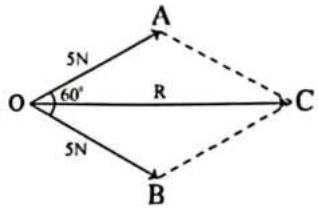
03. চিত্রানুযায়ী একটি পাখি সমতল ভূমির সমান্তরালে আকাশে উড়ছে। পাখিটির উভয় পাখা কর্তৃক ধাক্কার পরিমাণ 5 N। [SB'17]



(গ) চিত্রের OC বরাবর প্রতিক্রিয়া বলের মান কত?

(ঘ) AO বরাবর পাখার ধাক্কার পরিমাণ দ্বিগুণ হলে পাখি কোনদিকে উড়বে? গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

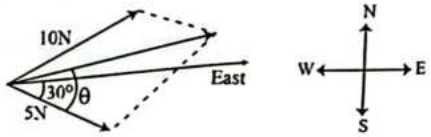
(গ) উত্তর:



∴ লব্ধি, $R = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2\cdot5\cdot5\cdot\cos 60°}$ N = 8.66

(ঘ) উত্তর: AO বরাবর ধাক্কার পরিমাণ দ্বিগুণ হলে বল হবে

$= (2 \times 5)N = 10$ N



বলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 60°$

∴ 5N বলের সাথে কোণ θ হলে,

$\tan\theta = \frac{10\sin 60°}{5+10\cos 60°} \Rightarrow \theta = 40.89°$

∴ পাখিটি পূর্ব দিকের সাথে

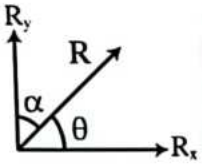
$= (40.89° - 30°) = 10.89°$ কোণে উড়বে।

T-03: ভেক্টরের উপাংশ

Concept

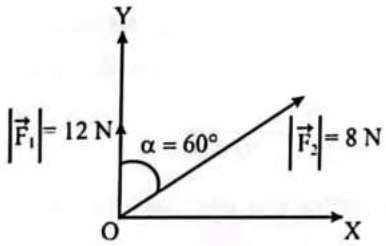
একটি R মানের ভেক্টরের x অক্ষের সাথে কোণ θ এবং y অক্ষের সাথে কোণ α হলে, ভেক্টরটির x অক্ষ বরাবর উপাংশ: $R_x = R\cos\theta$ এবং $R_y = R\sin\theta$

$\theta = 90° - \alpha$। তাই, $R_x = R\cos(90° - \alpha) = R\sin\alpha$ এবং $R_y = R\sin(90° - \alpha) = R\cos\alpha$



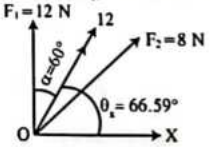
সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. [CB'22, Din.B'21]



(ঘ) বল দুটির লব্ধির অনুভূমিক উপাংশ ও উল্লম্ব উপাংশের মধ্যে কোনটি বেশি? তোমার মতামত গাণিতিক যুক্তিসহ দাও। ৪

(ঘ) উত্তর: লব্ধি x-অক্ষের সাথে 66.59° কোণ উৎপন্ন করে।



বলদ্বয়ের লব্ধির মান, $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2\cdot F_1\cdot F_2\cdot\cos}$

$= \sqrt{8^2 + 12^2 + 2\cdot12\cdot8\cdot\cos 60°} = \sqrt{304}$ N

$\vec{R}$ এর অনুভূমিক উপাংশ,

$R_x = R\cos\theta_x = \sqrt{304} \times \cos(66.59°)$ N = 6.93N

$\vec{R}$ এর উল্লম্ব উপাংশ,

$R_y = R\sin\theta_x = \sqrt{304}\sin(66.59°)$ N = 16N

∵ $R_y > R_x$ অর্থাৎ, লব্ধির উল্লম্ব উপাংশ বেশি।

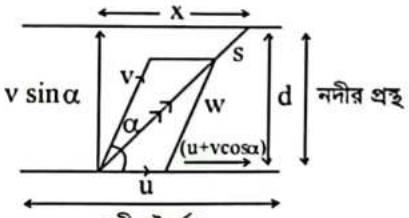
CamScanner

T-04: নদী ও স্রোত

Concept

ধরা যাক, নদীতে স্রোতের বেগ u এবং নৌকার বেগ v। নৌকার বেগ ও স্রোতের বেগের মধ্যকার কোণ α।

➢ নদীর প্রস্থ বরাবর মোট বেগ $= v \sin\alpha$



নদীর দৈর্ঘ্য বা স্রোত বরাবর মোট বেগ $= u + v\cos\alpha$

লব্ধি বেগ $= w$; নৌকার সরণ $= s$

নদী পারাপারের ক্ষেত্রে সময়, $t = \frac{\text{যেদিক বরাবর দূরত্ব}}{\text{সেদিক বরাবর বেগ এর মান}} = \frac{\text{নদীর প্রস্থ}}{\text{প্রস্থ বরাবর নৌকার বেগের উপাংশ}} = \frac{d}{v\sin\alpha}$

যাত্রা বিন্দুর বিপরীত বিন্দু থেকে x দূরত্বে পৌঁছালে, $x =$ স্রোত বরাবর মোট বেগ $\times$ নদী পারাপারের সময়

$$= (u + v\cos\alpha)t = (u + v\cos\alpha)\frac{d}{v\sin\alpha}$$

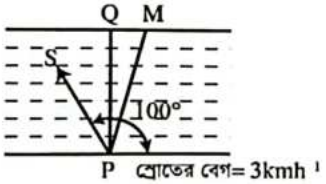
➢ t এর মান সর্বনিম্ন হবে যখন $\sin\alpha = 1$ হবে। অর্থাৎ, নদীর প্রস্থ বরাবর রওনা দিলে নদী পার হতে সবচেয়ে কম সময় লাগবে

কারণ, এক্ষেত্রে নৌকার বেগের সম্পূর্ণ অংশ নদী পার হওয়ার জন্যই ব্যবহৃত হয়। ∴ সর্বনিম্ন সময়, $t_{min} = \frac{\text{নদীর প্রস্থ}}{\text{নৌকার বেগ}} = \frac{d}{v}$

➢ সোজাসুজি বা সর্বনিম্ন দূরত্বে পারাপারের জন্য স্রোত বরাবর বেগ শূন্য হতে হবে। অর্থাৎ, $u + v\cos\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = -\frac{u}{v}$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. চিত্রে তমাল 'P' বিন্দু থেকে নৌকা চালিয়ে নদীর অপর পাড়ে যাচ্ছে। সে PS বরাবর $5\ kmh^{-1}$ বেগে নৌকা চালিয়ে নদীর অপর পাড়ের M বিন্দুতে পৌঁছায়। [নদীর প্রস্থ PQ = 2 km] [DB'24]



(গ) QM এর দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) PS বরাবর নৌকা চালিয়ে 'M' বিন্দুতে পৌঁছার সময় এবং P থেকে স্রোতহীন অবস্থায় সরাসরি নৌকা চালিয়ে Q-তে পৌঁছার সময়ের পার্থক্য গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক নির্ণয় কর। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, স্রোতের বেগ, $u = 3\ kmh^{-1}$, নৌকার বেগ, $v = 5 kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ ও নৌকার বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 100°$

নদীর প্রস্থ, PQ = 2 km.

নদী পার হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{PQ}{v\sin\alpha} = \frac{2}{5\times\sin(100°)} = 0.40617\ hr$$

সুতরাং, দূরত্ব $QM = (u + v\cos\alpha) \times t$

$= \{3 + 5\cos(100°)\} \times 0.40617 = 0.86586$ km

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, PS বরাবর নৌকা চালিয়ে Q বিন্দুতে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = 0.40617\ hr$

দেওয়া আছে, নদীর প্রস্থ, PQ = 2km

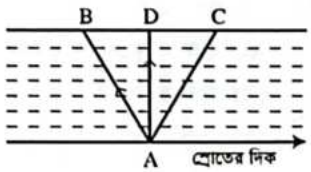
নৌকার বেগ, $v = 5\ kmh^{-1}$

সুতরাং, সরাসরি নৌকা চালিয়ে Q বিন্দুতে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = \frac{PQ}{v\sin 90°} = \frac{2}{5\times1} = 0.4\ hr$

অতএব সময়ের পার্থক্য,

$= t_1 - t_2 = 0.40617 - 0.4 = 0.00617\ hr$ **(Ans.)**

02. চিত্রে $4\ kmh^{-1}$ বেগে প্রবাহিত স্রোতের নদীতে সোহেল $8\ kmh^{-1}$ বেগে AB বরাবর নৌকা চালানো শুরু করে। 10 মিনিটে নদীর প্রস্থ AD বরাবর D বিন্দুতে পৌঁছে। কিন্তু রোহান AD বরাবর $10\ kmh^{-1}$ বেগে নৌকা চালানো শুরু করে AC বরাবর C বিন্দুতে পৌঁছে। [RB'24]



(গ) সোহেলের ক্ষেত্রে নৌকার বেগ ও স্রোতের বেগের লব্ধি বেগের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) নদীর প্রস্থ AD ও রোহানের দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব DC সমান হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, স্রোতের বেগ, $u = 4\ kmh^{-1}$

নৌকার বেগ, $v = 8\ kmh^{-1}$

ধরি, স্রোতের বেগ ও নৌকার বেগের মধ্যবর্তী কোণ, α

সোহেল AB বরাবর যাত্রা করে AD বরাবর D বিন্দুতে পৌঁছায়।

এক্ষেত্রে, স্রোত বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব শূন্য। স্রোত বরাবর নৌকার বেগের উপাংশ, $v\cos\alpha$

এখন, $(u + v\cos\alpha) \times t = 0$

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

∴ নৌকা ও স্রোতের বেগের লব্ধি বেগের মান,

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

$= \sqrt{4^2 + 8^2 + 2 \times 4 \times 8 \times \cos(120°)} = 4\sqrt{3}\ kmh^{-1}$

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, ১ম ক্ষেত্রে স্রোত ও নৌকার বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 120°$

AD বরাবর D বিন্দুতে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = 10\ min = \frac{10}{60}\ hr = \frac{1}{6}\ hr$; নৌকার বেগ, $v = 8\ kmh^{-1}$

এখন, $t = \frac{AD}{v\sin\theta}$

$\Rightarrow AD = t \times v\sin\alpha = \frac{1}{6} \times 8 \times \sin(120°) = \frac{2}{\sqrt{3}}\ km$

২য় ক্ষেত্রে, নৌকার বেগ, $v = 10\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ, $u = 4\ kmh^{-1}$

নৌকা ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$

নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t' = \frac{AD}{v\sin\theta} = \frac{\frac{2}{\sqrt{3}}}{10 \times \sin 90°} = \frac{\sqrt{3}}{15}\ hr$

এখন, নদীর দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$DC = (u + v\cos\theta) \times t' = (4 + 10\cos 90°) \times \frac{\sqrt{3}}{15} = \frac{4\sqrt{3}}{15}\ km$

এখন, $AD \neq DC$

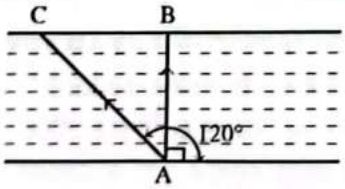
সুতরাং, AD ও DC বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হবে না।

03. AB বরাবর সুজনের নৌকার বেগ $= 6\ ms^{-1}$

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

CB বরাবর স্রোতের বেগ $= 1.2\ ms^{-1}$

নদীর প্রস্থ, $AB = 400\ m$ [Ctg.B'24, 17; CB'19]



(গ) কুবেরের নৌকা প্রকৃতপক্ষে কত মানের বেগে অপর পাড়ে পৌঁছাল? নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) সুজন ও কুবেরের মধ্যে কে আগে অপর পাড়ে পৌঁছাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, কুবেরের নৌকার বেগ, $u = 5.5\ ms^{-1}$

স্রোতের বেগ, $v = 1.2\ ms^{-1}$

নৌকা ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 120°$

নৌকা ও স্রোতের বেগের লব্ধি বেগ,

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

$= \sqrt{(5.5)^2 + (1.2)^2 + 2 \times 5.5 \times 1.2 \times \cos(120°)} = 5\ ms^{-1}$

সুতরাং, কুবেরের নৌকা প্রকৃতপক্ষে $5\ ms^{-1}$ বেগে অপর পাড়ে পৌঁছাল। **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, AB বরাবর সুজনের নৌকার বেগ, $v_1 = 6\ ms^{-1}$

সুজনের নৌকা ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha_1 = 90°$

আবার, AC বরাবর কুবেরের নৌকার বেগ, $v_2 = 5.5\ ms^{-1}$

কুবেরের নৌকা ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha_2 = 120°$

নদীর প্রস্থ, $d = AB = 400\ m$

সুজনের অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = ?$

কুবেরের অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = ?$

আমরা জানি, নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = \frac{d}{v\sin\alpha}$ ∴ $t_1 = \frac{d}{v_1\sin\alpha_1} = \frac{400}{6\sin(90°)}$ ∴ $t_1 = 66.67$ se

আবার, $t_2 = \frac{d}{v_2\sin\alpha_2} \Rightarrow t_2 = \frac{400}{5.5\sin(120°)} = 83.978$ sec

যেহেতু, $t_1 < t_2$; সুতরাং, সুজন আগে অপর পাড়ে পৌঁছাবে।

04. 1 km প্রস্থ একটি নদীর তীর বরাবর $4\ ms^{-1}$ বেগে একটি বাস গতিশীল। নদীর অপর তীর হতে এক ব্যক্তি সোজাসুজি বাসটিকে দেখতে পেয়ে বাসটি ধরার জন্য স্রোতের সাথে $70°$ কোণে $6\ ms^{-1}$ বেগে নৌকাযোগে রওনা দিলো। নদীতে স্রোতের বেগ $2\ ms^{-1}$। [CB'24

(গ) নৌকার লব্ধি বেগ কত ছিল? ৩

(ঘ) লোকটির পক্ষে বাসটি ধরা সম্ভব হবে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) **উত্তর:** স্রোতের বেগ, $u = 2\ ms^{-1}$

নৌকার বেগ, $v = 6\ ms^{-1}$

স্রোতের বেগ ও নৌকার বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 70°$

∴ নৌকার লব্ধি বেগ, $R = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha}$

$= \sqrt{2^2 + 6^2 + 2 \times 2 \times 6 \times \cos 70°} = 6.94\ ms^{-1}$

লব্ধি বেগ স্রোতের বেগের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করলে,

$\tan\theta = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha} = \frac{6\sin 70°}{2 + 6\cos 70°} = 1.3914$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}(1.3914) = 54.295°$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** লোকটি বাস ধরতে পারবে, যদি নদী পার হওয়ার পর স্রোত বরাবর তার সরণ ঐ সময়ে বাসের সরণের সমান বা বেশি হয়।

নদী পার হতে সময়, $t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{1000}{6\sin 70°} = 177.363$

[নদীর প্রস্থ, $d = 1\ km = 1000\ m$]

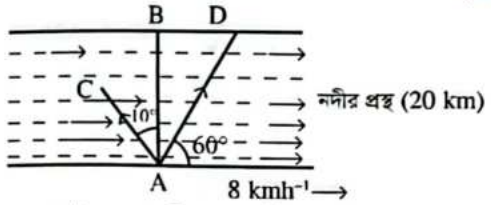
এই সময়ে স্রোত বরাবর নৌকার সরণ, $s_1 = (u + v\cos\alpha)t = (2 + 6\cos 70°) \times 177.363 = 718.7\ m$

এখন, বাসের বেগ, $v' = 4\ ms^{-1}$

∴ t সময়ে বাসের সরণ, $s_2 = v't = 4 \times 177.363 = 709.452$

এখানে, $s_1 > s_2$ ∴ লোকটির পক্ষে বাস ধরা সম্ভব।

05. একজন সাঁতারু AB এর সাথে $10°$ কোণে $16\ kmh^{-1}$ বেগে সাঁতার কাটা শুরু করলো। নদীতে স্রোতের বেগ $8\ kmh^{-1}$। অপর সাঁতারু একই নদীতে একই বেগে স্রোতের সাথে $60°$ কোণে সাঁতার কাটা শুরু করলো। [BB'24]



(গ) প্রথম সাঁতারু B বিন্দুতে পৌঁছানোর উদ্দেশ্যে AC বরাবর রওয়ানা দিয়ে D বিন্দুতে পৌঁছালো, BD দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সাঁতারুদ্বয়ের মধ্যে কোন সাঁতারু আগে অপর পাড়ে পৌঁছাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, সাঁতারুর বেগ, $v = 16\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ, $u = 8\ kmh^{-1}$; নদীর প্রস্থ, $d = 20\ km$

AC পথে যাত্রা করলে স্রোতের সাথে উৎপন্ন কোণ,

$\alpha = 90° + 10° = 100°$

∴ নদীর অপর পাড়ে D বিন্দুতে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{20}{16\sin(100)} = 1.2693\ hr$

স্রোত বরাবর মোট বেগের উপাংশ, $w = u + v\cos\alpha$

$= 8 + 16\cos(100°) = 5.222\ kmh^{-1}$

∴ অনুভূমিকভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $BD = w \times t$

$= 5.222 \times 1.2693 = 6.63\ km$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** AC পথে রওনাকারী সাঁতারুর নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 1.2693\ hr$

দেওয়া আছে, অপর সাঁতারুর বেগ, $u = 16\ kmh^{-1}$

অপর সাঁতারুর স্রোতের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta = 60°$

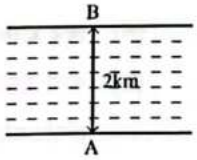
নদীর প্রস্থ, $d = 20\ km$

∴ অপর সাঁতারুর নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t' = \frac{d}{v\sin\theta} = \frac{20}{16\sin(60°)} \Rightarrow t' = 1.4434\ hr$

যেহেতু $t' > t$; সুতরাং, AC পথে রওনাকারী সাঁতারু আগে অপর পাড়ে পৌঁছাবে।

06. স্রোতের অনুকূলে নৌকার বেগ $20\ kmh^{-1}$ এবং স্রোতের প্রতিকূলে নৌকার বেগ $10\ kmh^{-1}$। নদীর বিস্তার 2 km।



[Din.B'24, Ctg.B'22, CB'22, RB'21]

(গ) A হতে সোজা অপর পাড়ের B বিন্দুতে পৌঁছাতে হলে নৌকাটিকে কোন দিকে চালনা করতে হবে? ৩

(ঘ) নদী পার হওয়ার জন্য নৌকাটি যদি A বিন্দু হতে সোজাসুজি রওয়ানা করতো তাহলে নদী পার হতে পূর্বের চেয়ে সময় কম না বেশি লাগতো? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** ধরি, স্রোতের বেগ, u এবং নৌকার বেগ, v

স্রোতের অনুকূলে নৌকার বেগ,

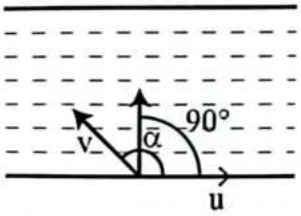
$v + u = 20\ kmh^{-1}$ ..... (i)

স্রোতের প্রতিকূলে নৌকার বেগ,

$v - u = 10\ kmh^{-1}$ ..... (ii)

এখন, (i) + (ii) ∴ $2v = 30 \Rightarrow v = 15\ kmh^{-1}$

∴ (i) হতে পাই, $15 + u = 20 \Rightarrow u = 5\ kmh^{-1}$



ধরি, নৌকাটি A হতে স্রোতের বেগের সাথে α কোণে চালনা করলে ঠিক অপর পাড়ের B বিন্দুতে পৌঁছাবে। এক্ষেত্রে নৌকার লব্ধি বেগ স্রোতের সাথে $90°$ কোণ উৎপন্ন করবে। সুতরাং, লব্ধির সামান্তরিক সূত্র হতে আমরা পাই, $\tan 90° = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$

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

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

$= \cos^{-1}\left(-\frac{5}{15}\right) = 109.47°$

সুতরাং নৌকাটিকে A হতে সোজা অপর পাড়ের B বিন্দুতে পৌঁছাতে হলে স্রোতের বেগের সাথে $109.47°$ কোণে চালনা করতে হবে।

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, স্রোতের বেগ, $u = 5\ kmh^{-1}$

নৌকার বেগ, $v = 15\ kmh^{-1}$

A হতে সোজা অপর পাড়ের B বিন্দুতে পৌঁছাতে স্রোতের বেগের সাথে নৌকার বেগের উৎপন্ন কোণ, $\alpha = 109.47°$

দেওয়া আছে, নদীর প্রস্থ, $d = AB = 2\ km$

প্রথমে ক্ষেত্রে নদী পার হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{2}{15\sin(109.47)} = 0.14142\ hr$

আবার, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে নৌকাটি A বিন্দু হতে সোজাসুজি রওনা করলে নৌকা ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$

এক্ষেত্রে নদীপার হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t' = \frac{d}{v\sin\theta} \Rightarrow t' = \frac{2}{15\sin(90°)} = 0.1333\ hr$

এখানে, $t > t'$; সুতরাং, নৌকাটি A বিন্দু হতে সোজাসুজি রওনা করলে নদী পার হতে পূর্বের চেয়ে কম সময় লাগবে।

07. দুই ভেক্টর $\vec{v} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - x\hat{k}$ এবং $\vec{u} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ পরস্পর লম্ব। $\vec{v}$ এবং $\vec{u}$ এর মান যদি নৌকা ও একটি নদীতে স্রোতের বেগ নির্দেশ করে তবে সর্বনিম্ন পথে নদী পার হতে নৌকাটির 4 মিনিট সময় লাগে। [MB'24; RB, Din.B, MB'23]

(ঘ) ন্যূনতম সময়ে নদী পার হতে হলে মাঝিকে নদীর প্রস্থ অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে কি না- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, নৌকার বেগ, $\vec{v} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - x\hat{k}$

স্রোতের বেগ, $\vec{u} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$

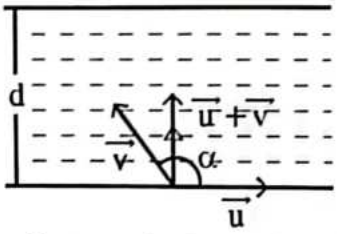
সর্বনিম্ন পথে নদীপার হতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = 4 \text{ min} = 4 \times 60 = 240 \text{ sec}$

'গ' হতে পাই, $x = 6 \therefore \vec{v} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 6\hat{k}$ একক

$\therefore |\vec{v}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + (-6)^2} = 7$ একক এবং

$|\vec{u}| = \sqrt{3^2 + 2^2 + 2^2} = \sqrt{17}$ একক



সর্বনিম্ন পথে নদী পার হলে নৌকাটির অনুভূমিক অতিক্রান্ত দূরত্ব = θ

এক্ষেত্রে, নৌকাটি স্রোতের সাথে α কোণ উৎপন্ন করলে,

$\therefore (|\vec{u}| + |\vec{v}| \cos(\alpha) \times t = 0 \Rightarrow \cos(\alpha) = -\frac{|\vec{u}|}{|\vec{v}|}$

$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{|\vec{u}|}{|\vec{v}|}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{\sqrt{17}}{7}\right) = 126.087°$

$\therefore$ নদীর প্রস্থ, $d = |\vec{v}| \sin(\alpha) \times t$

$= 7 \times \sin(126.087) \times 240 = 1357.65$ একক

আবার, ন্যূনতম সময়ের ক্ষেত্রে, স্রোতের সাথে নৌকা, $\theta = 90°$ কোণে যাত্রা করে।

$\therefore t_{min} = \frac{d}{|\vec{v}| \sin\theta} = \frac{1357.65}{7 \sin 90°} = 193.95$ একক

এক্ষেত্রে, নৌকা ও স্রোতের লব্ধি বেগ, $w = \sqrt{|\vec{u}|^2 + |\vec{v}|^2}$

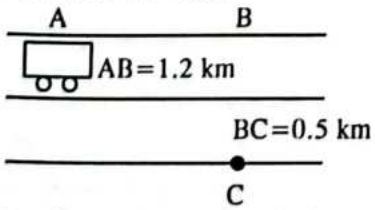
$= \sqrt{7^2 + (\sqrt{17})^2} = \sqrt{66}$ একক

$\therefore t_{min}$ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = w \times \therefore t_{min}$

$= \sqrt{66} \times 193.95 = 1575.66$ একক

এখানে, $s > d$; সুতরাং, ন্যূনতম সময়ে নদী পার হতে মাঝিকে নদীর প্রস্থ অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

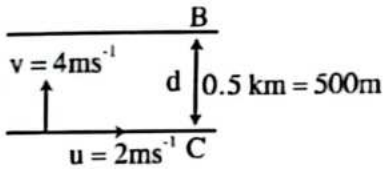
08. চিত্রে BC নদীর কিনারা ঘেঁষে চলা একটি রাস্তা হল AB। নদীতে স্রোতের বেগ 2 ms^{-1} এবং একজন মাঝি 4 ms^{-1} বেগে নৌকা চালাচ্ছেন। রাস্তায় গাড়ির বেগ 15 ms^{-1}, গাড়ি B স্টেশনে 40 s যাত্রা বিরতি দেয়। [Ctg.B'23]



(গ) মাঝি সর্বনিম্ন কত সময়ে নদী পাড়ি দিতে পারবে? ৩

(ঘ) গাড়ি যখন A অবস্থানে তখন C অবস্থান থেকে B অবস্থানের উদ্দেশ্যে যাত্রা করা নৌকার যাত্রীরা গাড়িতে উঠতে পারবে কিনা? বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) উত্তর:



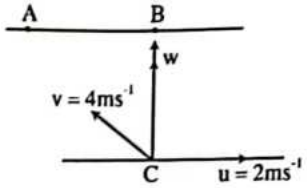
সর্বনিম্ন সময়, $t_{min} = \frac{d}{v} = \frac{500}{4} = 125 \text{ s}$ (Ans.)

(ঘ) উত্তর: $w = \sqrt{v^2 - u^2} = 2\sqrt{3} \text{ ms}^{-1}$

BC = 0.5 km = 500 m

$\therefore$ B বিন্দুতে পৌঁছাতে অতিক্রান্ত সময়, $t_1 = \frac{500}{2\sqrt{3}} = 144.34$

AB = 1.2 km = 1200 m; গাড়ির বেগ, $v_c = 15 \text{ ms}^{-1}$



গাড়ির A থেকে B তে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t_2 = \frac{1200}{15} \text{s} = 80 \text{ s}$

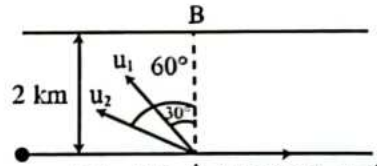
গাড়ি B স্টেশনে 40 s বিরতি নেয় বলে, মোট সময়,

$t_3 = 80 + 40 = 120 \text{ s}$

এখন, $t_3 < t_1 \Rightarrow 120 < 144.34$

$\therefore$ যাত্রীরা গাড়িতে উঠতে পারবে না।

09. চিত্রে একজন মাঝি A বিন্দু থেকে AB এর সাথে 30° কোণে 16 kmh^{-1} বেগে এবং আরেকজন মাঝি একই বিন্দু হতে একই বেগে AB এর সাথে 60° কোণে নদীতে নৌকা চালাচ্ছেন। [Din.B'23]



$u_1 = u_2 = 16 \text{ kmh}^{-1}$ স্রোতের বেগ, $v = 8 \text{ kmh}^{-1}$

(গ) প্রথম মাঝির লব্ধি বেগ নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) কোন মাঝি নদী পার হতে কম দূরত্ব অতিক্রম করবে- গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

(গ) উত্তর: এখানে, ১ম মাঝির বেগ, $u_1 = 16 \text{ kms}^{-1}$

স্রোতের বেগ, $v = 8 \text{ kmh}^{-1}$

মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 90° + 30° = 120°$

লব্ধি বেগ, $R = \sqrt{u_1^2 + v^2 + 2 \times v \times u_1 \times \cos\alpha}$

$= \sqrt{16^2 + 8^2 + 2 \times 16 \times 8 \times \cos 120°}$

$= 8\sqrt{3} \text{ kmh}^{-1}$ (Ans.)

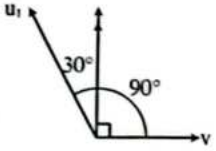
CamScanner

(ঘ) উত্তর: ১ম মাঝি: অনুভূমিক অতিক্রান্ত দূরত্ব

$= (v\cos 0° + u_1\cos\alpha) \times t$

$= (v + u_1\cos\alpha) \times \frac{d}{u_1\sin\alpha}$

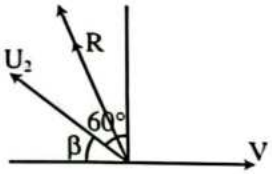
$= (8 + 16\cos 120) \times \frac{2}{16\sin 120} = 0$ km



উল্লম্ব দূরত্ব $= (v\cos 90 + u_1\sin\alpha) \times \frac{d}{u_1\sin\alpha}$

$= (8\cos 90° + 16\sin 120) \times \frac{2}{16\sin 120} = 2$ km

∴ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $d_1 = 2$ km



২য় মাঝি:

অনুভূমিক দূরত্ব $= (u_2\cos\beta - v) \times t_2$

$= (16\cos 30 - 8) \times \frac{2}{16\sin 30°} = 1.46$ km

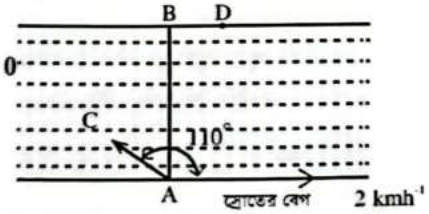
$\beta = 90° - 60° = 30°$

উল্লম্ব দূরত্ব $= (v\cos 90 + u_2\sin\beta) \times \frac{2}{u_2\sin\beta} = 2$ km

∴ $d_2 = \sqrt{2^2 + 1.46^2} = 2.47$ km ∴ $d_1 < d_2$

সুতরাং, ১ম মাঝি কম দূরত্ব অতিক্রম করবে।

10. চিত্রে স্রোতের নদীতে একজন লোক এক পাড় হতে অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য $4\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে AC বরাবর নৌকা চালানো শুরু করে। সে অপর পাড়ে D বিন্দুতে পৌঁছে। BD = 0.5 km, নদীর প্রস্থ = AB। [Din.B'22]



(গ) নদীর প্রস্থ AB নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: নদীর প্রস্থ বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব = AB

নৌকার বেগ, $v = 4\ \text{kmh}^{-1}$

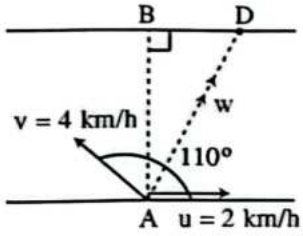
স্রোতের বেগ, $u = 2\ \text{kmh}^{-1}$

নদীর সাথে নৌকার বেগের কোণ, $\alpha = 110°$

নদী বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব = BD

নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকার বেগের উপাংশ

$= 4\sin 110° + 2\sin 0° = 3.75877$



নদী বরাবর নৌকার বেগের উপাংশ $= 4\cos 110° + 2\cos 0°$

$= 0.63192\ \text{ms}^{-1}$

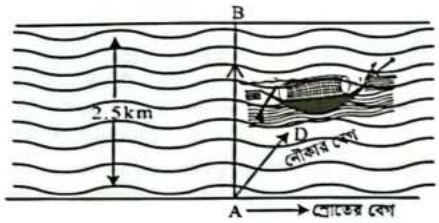
নির্দিষ্ট t সময়ে যেকোনো দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব ঐ দিকে বেগের উপাংশের সমানুপাতিক।

∴ $\frac{AB}{BD} = \frac{3.75877}{0.63192}$ AB $= 5.948174 \times$ BD

$= 5.948174 \times 0.5$ km [BD = 0.5 km]

∴ AB = 2.974 km (Ans.)

11. একটি নৌকা চিত্রানুযায়ী 2.5 km প্রস্থের একটি নদীতে A অবস্থান হতে অন্য প্রান্তে AD বরাবর যাচ্ছে। [JB'17]



স্থির পানিতে নৌকার বেগ $= (3\hat{i} + 3\hat{j})\ \text{ms}^{-1}$ এবং স্রোতের বেগ $= 2\hat{i}\ \text{ms}^{-1}$। অন্য একটি ক্ষেত্রে নৌকাটিকে AB বরাবর একই দ্রুতিতে চালানো হয়।

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে কোন ক্ষেত্রে নৌকাটি আগে অপর তীরে পৌঁছাবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক উত্তর দাও। ৪

(ঘ) উত্তর: প্রথম ক্ষেত্রে, নৌকার বেগ,

$\vec{v} = (3\hat{i} + 3\hat{j})\ \text{ms}^{-1}$, স্রোতের বেগ, $\vec{u} = 2\hat{i}\ \text{ms}^{-1}$

∴ লব্ধি বেগ, $\vec{v} + \vec{u} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$ ∴ নদীর প্রস্থ বরাবর লব্ধি বেগের উপাংশ $= 3\ \text{ms}^{-1}$

∴ নদীর পার হতে সময় $= \frac{2500}{3}$ s $= 833.33$ sec

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, দ্রুতি $= \sqrt{3^2 + 3^2}\ \text{ms}^{-1} = 3\sqrt{2}\ \text{ms}^{-1}$

যেহেতু, AB বরাবর নৌকাটি চালানো হচ্ছে, সেহেতু AB বরাবর (নদীর প্রস্থ বরাবর) বেগের উপাংশ $= 3\sqrt{2}\ \text{ms}^{-1}$

∴ নদী পার হতে সময় $= \frac{2500}{3\sqrt{2}}$ sec $= 589.26$ sec

∴ দ্বিতীয় ক্ষেত্রে নৌকাটি আগে পৌঁছাবে।

নিজে করো

12. 1 km প্রস্থের একটি নদী পার হওয়ার জন্য দুইজন সাঁতারু সাঁতার প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে। প্রথম সাঁতারু 6 kmh^{-1} বেগে স্রোতের প্রতিকূলের সাথে 60° কোণে এবং দ্বিতীয় সাঁতারু 6 kmh^{-1} বেগে আড়াআড়িভাবে সাঁতার কাটা শুরু করে। নদীতে স্রোতের বেগ 3 kmh^{-1}। [DB'23]

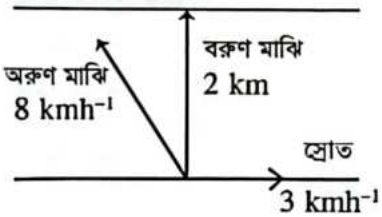
(গ) প্রথম সাঁতারুর লব্ধি বেগ নির্ণয় কর।

[Ans: $3\sqrt{3}$ kmh^{-1}]

(ঘ) উক্ত প্রতিযোগিতায় কোন সাঁতারু আগে নদী পার হতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: ২য় সাঁতারু আগে পার হবে]

13. অরুণ মাঝি 8 kmh^{-1} বেগে নৌকা চালিয়ে নদীর প্রস্থ বরাবর পার হয়। বরুণ মাঝি একই বেগে নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকা চালায়। নদীর প্রস্থ 2 km। [RB'22]

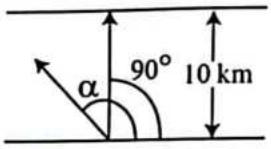


(গ) উদ্দীপকে অরুণ মাঝিকে কোন দিকে নৌকা চালাতে হয়েছিল? [Ans: 112.02°]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন মাঝি কম সময়ে নদী পার হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

[Ans: বরুণ মাঝির কম সময় লাগবে]

14. 10 km প্রস্থবিশিষ্ট একটি নদীতে স্রোতের বেগ 5 kmh⁻¹ প্রথম মাঝি 10 kmh^{-1} বেগে স্রোতের সাথে α কোণে এবং মাঝি 10 kmh^{-1} বেগে স্রোতের সাথে লম্বভাবে নদী পার হ যাত্রা করল।



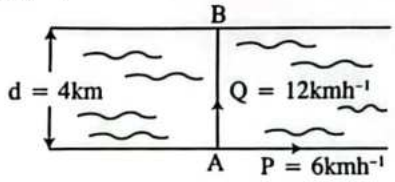
[DB'2

(গ) α কোণের মান কত হলে ১ম মাঝি সোজাসুজি নদীর অ পাড়ে পৌঁছাবে? [Ans: 12

(ঘ) কোন মাঝি নদীর অপর পাড়ে আগে পৌঁছাতে পার গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[Ans: ২য় মাঝি আগে পৌঁছা

15. 4 km প্রস্থ একটি নদীর পাড়ের 'A' বিন্দু হতে 12 kmh বেগে একটি নৌকা নদীর অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য যাত্রা শু করল। একজন লোক নৌকা চলার শুরু হতে অপর পাড়ে ' বিন্দুতে 20 মিনিট অপেক্ষা করে চলে গেল। নদীতে স্রোতের বে 6 kmh^{-1}। [SB'2



(গ) নৌকার লব্ধি বেগের মান নির্ণয় কর। [Ans: 13.42 kmh⁻

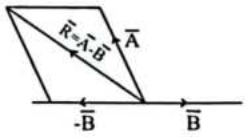
(ঘ) উদ্দীপকে অপেক্ষমান লোকটির সাথে নৌকার সাক্ষাৎ হ কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[Ans: লোকটির সাথে নৌকার সাক্ষাৎ হবে

T-05: ভেক্টর বিয়োগ ও আপেক্ষিক বেগ

Concept

আপেক্ষিক বেগ হচ্ছে প্রকৃতপক্ষে ভেক্টর বিয়োগের একটি বাস্তব উদাহরণ।



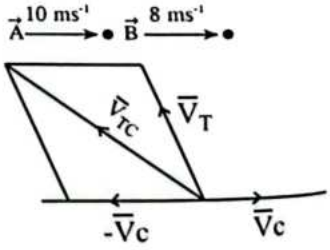
প্রথমে আমরা ভেক্টর বিয়োগ সম্পর্কে একটু ধারণা নেই।

ধরা যাক, দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ । এখন $\vec{A}$ থেকে $\vec{B}$ কে বিয়োগ করতে হবে।

ধরি, $\vec{A}$ থেকে $\vec{B}$ কে বিয়োগ করে প্রাপ্ত ভেক্টর $\vec{R}$ । $\therefore \vec{R} = \vec{A} - \vec{B} = \vec{A} + (-\vec{B})$

অর্থাৎ, $\vec{A}$ এর সাথে $-\vec{B}$ যোগ করতে হবে। $\vec{B}$ যদি আমরা উল্টিয়ে দেই অর্থাৎ এর direction যদি 180° ঘুরিয়ে দেই তাহলে $-\vec{B}$ পাও যাবে। চিত্র থেকে আমরা আরও ভালোভাবে জিনিসটি বুঝতে পারব।

এখন দেখি আপেক্ষিক বেগ মূলত কী? চিত্রে, লক্ষ করো দুটি গাড়ি A ও B এর বেগ যথাক্রমে $10ms^{-1}$ এবং $8ms^{-1}$ এবং তাদের দিক একই দিকে। এখন আমরা $\vec{B}$ এর সাপেক্ষে $\vec{A}$ এর আপেক্ষিক বেগ বের করবো। $\vec{B}$ এর সাপেক্ষে $\vec{A}$ এর আপেক্ষিক বেগ অর্থ হচ্ছে, $\vec{B}$ গাড়ির একজন লোক $\vec{A}$ গাড়িকে কত বেগে চলতে দেখবে। $\vec{B}$ এর সাপেক্ষে $\vec{A}$ এর আপেক্ষিক বেগ বের করার জন্য আমাদের $\vec{A}$ এর বেগ থেকে $\vec{B}$ এর বেগকে বিয়োগ করতে হবে। তাহলে $\vec{B}$ এর সাপেক্ষে $\vec{A}$ এর আপেক্ষিক বেগ $\vec{v}_{AB} = 10 - 8 = 2ms^{-1}$।



এবার, ধরি একটি গাড়ির বেগ $\vec{v}_C$ ও একটি ট্রাকের বেগ $\vec{v}_T$। এখন গাড়ির সাপেক্ষে ট্রাকের বেগ $\vec{v}_{TC}$ নির্ণয়ের জন্য আমাদের ট্রাকের বেগ $\vec{v}_T$ থেকে গাড়ির বেগ $\vec{v}_C$ বিয়োগ করতে হবে।

অর্থাৎ, $\vec{v}_{TC} = \vec{v}_T - \vec{v}_C$, লক্ষ্য রাখতে হবে যে এটা ভেক্টর বিয়োগ, শুধু ট্রাকের বেগের সংখ্যামান থেকে গাড়ির বেগের সংখ্যামান বিয়োগ করলেই চলবে না, অবশ্যই তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণের বিষয়টি বিবেচনা করতে হবে।

আপেক্ষিক বেগ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে যার সাপেক্ষে আপেক্ষিক বেগ নির্ণয় করতে হবে, প্রকৃত বেগ হতে তার বেগকে ভেক্টর বিয়োগ করতে হবে। A ও B এর প্রকৃত বেগ $\vec{v}_A$ ও $\vec{v}_B$ হলে, A এর সাপেক্ষে B এর আপেক্ষিক বেগ, $\vec{v}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$

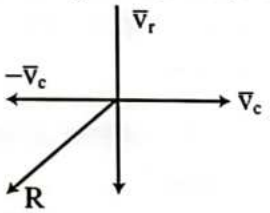
সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি গাড়ির পেছনের গ্লাস ছাদের সাথে $30°$ কোণে হেলানো। গাড়িটি $\vec{v} = 18\hat{i}$ বেগে একটি রাস্তায় চলছিল। হঠাৎ বৃষ্টি $\vec{u} = -12\hat{j}$ বেগে পড়া শুরু হলো। [DB'23]

(গ) গাড়ির সামনের গ্লাসে বৃষ্টি কত বেগে পড়বে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের গাড়ির পিছনের গ্লাস বৃষ্টিতে ভিজবে কিনা– গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** গাড়ি সাপেক্ষে বৃষ্টির লব্ধি বেগই নির্ণেয় বেগ।



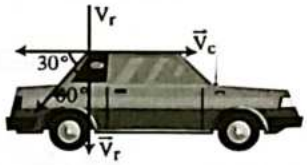
$\vec{v}_{RC} = \vec{v}_R - \vec{v}_C = \vec{u} - \vec{v} = -12\hat{j} - 18\hat{i}$

$|\vec{v}_{RC}| = \sqrt{(-12)^2 + (-18)^2} = 6\sqrt{13}$ একক

∴ বৃষ্টির সামনের কাঁচে আঘাতের বেগ $-12\hat{j} - 18\hat{i}$ এবং এর মান $6\sqrt{13}$ একক। **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** এখানে, $\vec{v}_{rc} = -12\hat{j} - 18\hat{i}$

চিত্রে, $\theta = 90° - 30° = 60°$



এখন $\vec{v}_c$ যদি $\vec{v}_r$ এর সাথে $60°$ এর চেয়ে কম কোণ তৈরি করে, তবেই বৃষ্টি পেছনের কাঁচকে ভেজাবে।

এখন, $\alpha = \tan^{-1}\frac{|\vec{v}_c|}{|\vec{v}_r|} = \tan^{-1}\frac{18}{12} = 56.31°$

∴ $\alpha < 60°$, তাই পেছনের কাঁচ ভেজাবে।

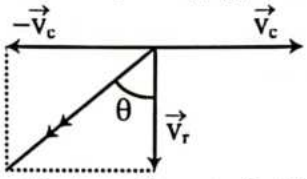
02. কোনো একদিন $10\ ms^{-1}$ বেগে খাড়াভাবে বৃষ্টি পড়ছিল। এ সময় একজন ব্যক্তি $20\ ms^{-1}$ বেগে গাড়ি চালিয়ে যাচ্ছিলেন। [SB'22]

(গ) গাড়ি চালক বৃষ্টির বেগ কত পরিলক্ষিত করবেন? ৩

(ঘ) যদি গাড়ির গতির বিপরীত দিকে $25\ ms^{-1}$ বেগে বায়ুপ্রবাহ চলে তবে ঐ ব্যক্তি দুইক্ষেত্রে বৃষ্টি বেঁকে পড়ার পরিমাপ একই পরিলক্ষিত করবেন কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত উপস্থাপন কর। ৪

(গ) **উত্তর:** বৃষ্টির বেগ, $|\vec{v}_r| = 10\ ms^{-1}$

ব্যক্তির গাড়ির বেগ, $|\vec{v}_c| = 20\ ms^{-1}$



গাড়ি চালক বৃষ্টির বেগ পরিলক্ষিত করবেন,

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

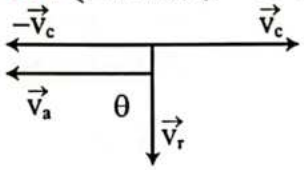
$|\vec{V}_{rc}| = \sqrt{|\vec{v}_r| + |\vec{v}_c|} = \sqrt{10^2 + 20^2}$

$= 10\sqrt{5}\ ms^{-1} = 22.36\ ms^{-1}$

$\tan\theta = \frac{|\vec{v}_c|}{|\vec{v}_r|} = \frac{20}{10} = 2 \Rightarrow \theta = \tan^{-1}(2) \Rightarrow \theta = 63.43°$

∴ গাড়ি চালক বৃষ্টির বেগকে $22.36\ ms^{-1}$ বেগে উল্লম্বের সাথে $63.43°$ কোণে পড়তে দেখবে। **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** বৃষ্টির বেগ, $|\vec{v}_r| = 10\ ms^{-1}$



ব্যক্তির গাড়ির বেগ, $|\vec{v}_c| = 20\ ms^{-1}$

বায়ু প্রবাহ, $|\vec{v}_a| = 25\ ms^{-1}$

গাড়ির বিপরীত বেগ ও বায়ু প্রবাহের লব্ধি, $\vec{v}_{ac} = \vec{v}_a + (-\vec{v}_c)$

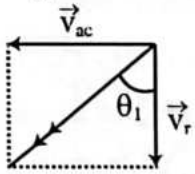
$= (25 + 20)\ ms^{-1} = 45\ ms^{-1}$

∴ বর্তমানে গাড়ির চালক বৃষ্টির বেগ পরিলক্ষিত করবে,

$\vec{v}_{r(ac)} = \vec{v}_r + \vec{v}_{ac}$

$= \sqrt{|\vec{v}_r|^2 + |\vec{v}_{ac}|^2} = \sqrt{10^2 + (45)^2} = 46.1\ ms^{-1}$

∴ $\tan\theta_1 = \frac{|\vec{v}_{ac}|}{|\vec{v}_r|} = \frac{45}{10} = 4.5 \Rightarrow \theta_1 = 77.47°$

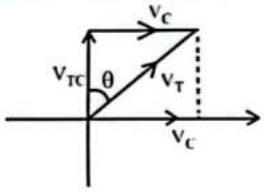


'গ' হতে পাই, পূর্বে গাড়ি চালকের বৃষ্টি বেঁকে পড়ার কোণ ছিল উল্লম্বের সাথে $63.43°$। পরবর্তীতে যখন গাড়ির গতির বিপরীত দিকে $25\ ms^{-1}$ বেগে বায়ুপ্রবাহ চলে তখন বৃষ্টি বেঁকে পড়ার বেগ হয় উলম্বের সাথে $77.47°$। অর্থাৎ, দুই ক্ষেত্রে বৃষ্টি বেঁকে পড়ার পরিমাণ একই হবে না।

03. ঘণ্টায় 40 km বেগে পূর্ব দিকে চলমান একটি গাড়ির চালক উত্তর দিকে ঘণ্টায় তার বেগের দ্বিগুণ বেগে একটি ট্রাক চলতে দেখল। [পূর্ব দিক ধনাত্মক x-অক্ষ ও উত্তর দিক ধনাত্মক y-অক্ষ বিবেচনা করা হলো।] [DB'19]

(গ) ট্রাকটি প্রকৃতপক্ষে কোন দিকে চলছিল? ৩

(গ) উত্তর: মনে করি, ট্রাকটি উত্তর দিকের সাথে θ কোণে চলছিল।



গাড়ির প্রকৃতবেগ, $v_c = 40\ kmh^{-1}$

গাড়ির সাপেক্ষে ট্রাকের আপেক্ষিক বেগ,

$v_{TC} = 80\ kmh^{-1}$; $\vec{v}_{TC} = \vec{v}_T - \vec{v}_C$

$\vec{V}_{TC} + \vec{v}_C = \vec{v}_T \therefore v_T^2 = v_{TC}^2 + v_C^2$

$\Rightarrow v_T = \sqrt{40^2 + 80^2} = 40\sqrt{5}\ kmh^{-1}$

$\therefore \tan\theta = \frac{v_C}{v_{TC}} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2} \therefore \theta = \tan^{-1}\frac{1}{2} = 26.565°$

অর্থাৎ, ট্রাকটি $40\sqrt{5}\ kmh^{-1}$ বেগে উত্তর দিকের সাথে 26.565° কোণে পূর্বদিকে চলছিল। **(Ans.)**

04. 30° কোণে আনত একটি পাহাড়ের ঢাল বেয়ে $72\ kmh^{-1}$ সমবেগে একটি বাস ওপরে উঠছে। এমন সময় হঠাৎ বৃষ্টি $6\ ms^{-1}$ সমবেগে খাড়া নিচে পড়তে শুরু করলো। বৃষ্টি যখন প্রায় শেষ তখন অনুভূমিকভাবে বায়ুপ্রবাহ শুরু হলো। [RB'19]

(গ) শুরুতে বাসচালক কত কোণে বৃষ্টি পড়তে দেখবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বায়ুপ্রবাহের দরুন বাসচালক খাড়া নিচের দিকে বৃষ্টি পড়তে দেখলে বায়ু প্রবাহের প্রকৃত মান ও দিক গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

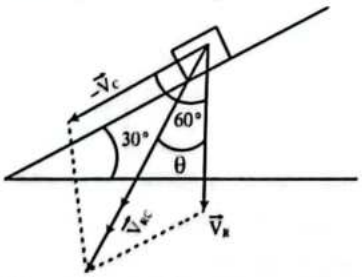
(গ) উত্তর: গাড়িচালকের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ, $\vec{v}_{RC} = \vec{v}_R - \vec{v}_C$

এখানে, $v_R = 6\ ms^{-1}$ ও $v_C = \frac{72}{3.6} = 20\ ms^{-1}$

ধরি, লব্ধি ভেক্টর $\vec{v}_R$ উল্লম্বের সাথে অর্থাৎ $\vec{v}_R$ এর সাথে 'θ' কোণ উৎপন্ন করে।

$\tan\theta = \frac{v_C \sin 60°}{v_R + v_C \cos 60°} = \frac{20 \sin 60°}{6 + 20 \cos 60°}$

$\therefore \theta = 47.27°$ (উল্লম্বের সাথে)



অর্থাৎ, গাড়ি চালক অনুভূমিকের সাথে $(90° - 47.27°)$ বা 42.73° কোণে বৃষ্টি পড়তে দেখবে।

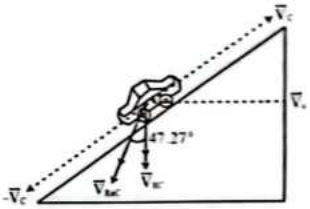
(ঘ) উত্তর: বাসের বেগ $\vec{v}_C$, বৃষ্টির প্রকৃত বেগ, $\vec{v}_R$, বায়ু প্রবাহের বেগ, $\vec{v}_a$

বায়ুপ্রবাহের উপস্থিতিতে বাস চালকের সাপেক্ষে বৃষ্টির বেগ $\vec{v}_{Rac}$

বাস চালক খাড়া নিচের দিকে বৃষ্টি পড়তে দেখলে $\vec{v}_{Rac}$ ও $\vec{v}_a$ এর মধ্যবর্তী কোণ হবে 90°।

এখন, $|\vec{v}_{Rc}| = |\vec{v}_R - \vec{v}_C| = \sqrt{v_R^2 + v_C^2 + 2.v_R.v_C\cos 60°}$

$\therefore v_{RC} = 23.57\ ms^{-1}$ এবং v_{RC} উল্লম্বের সাথে 47.27° কোণ উৎপন্ন করে যেহেতু, $\vec{v}_{RaC}$ এবং $\vec{v}_a = 90°$



সুতরাং, $\tan 90° = \frac{v_{Rc}\sin(90°+47.26°)}{v_a + v_{Rc}\cos(90°+47.26°)}$

$\Rightarrow \frac{1}{0} = \frac{23.47 \sin 137.26°}{v_a + 23.47 \cos 137.26°}$

$\Rightarrow v_a + 23.47 \cos 137.26° = 0 \Rightarrow v_a = 17.23\ ms^{-1}$

অর্থাৎ, বায়ু প্রবাহের প্রকৃত মান $17.23\ ms^{-1}$, যা অনুভূমিকভাবে ক্রিয়াশীল।

05. 6 km প্রস্থের নদীতে নৌকা, স্রোতের বেগ যথাক্রমে $20\ kmh^{-1}$ ও $8\ kmh^{-1}$ [হলিক্রস কলেজ]

(গ) নৌকাটি স্রোতের সহিত 50° কোণে রওনা দিলে নৌকার লব্ধি বেগ, লব্ধি বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

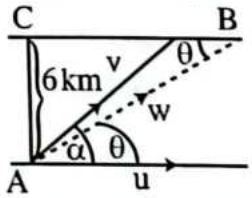
(ঘ) নৌকার বেগকে দ্বিগুণ করে নৌকাকে একই কোণে চালিত করলে নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, উপরের উদ্দীপকের দৃশ্যপট থেকে প্রয়োজনীয় সময়ের সমান হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

নৌকার বেগ, $v = 20\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ, $u = 8\ kmh^{-1}$

স্রোতের সাথে নৌকার উৎপন্ন কোণ, $\alpha = 50°$



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

$= \sqrt{20^2 + 8^2 + 2 \times 20 \times 8 \times \cos 50°}$

$= 25.878\ kmh^{-1}$

লব্ধি দ্বারা উৎপন্ন কোণ, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}\right)$

$= \tan^{-1}\left(\frac{20\sin 50°}{8 + 20\cos 50°}\right) = 36.301°$

এখন, ΔABC তে, $AB \sin\theta = AC$

$\Rightarrow AB = \frac{AC}{\sin\theta} = \frac{6}{\sin 36.301°} = 10.1345\ km$

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, নৌকার বেগ,

$v = 20\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ, $u = 8\ kmh^{-1}$

প্রস্থ, $d = 6\ km$

সোজাসুজি অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় কোণ α হলে,

$\cos\alpha = -\frac{u}{v}$

$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{8}{20}\right) = 113.578°$

অপর পাড়ে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{6}{20\sin(113.578°)} = 0.327\ h$

নতুন বেগ v' হলে, $v' = 2v$

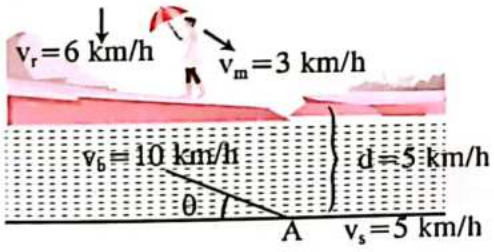
∴ তখন প্রয়োজনীয় সময়,

$t' = \frac{d}{v'\sin\alpha} = \frac{6}{2\times20\times\sin(113.570°)} = 0.163\ h$

যেহেতু, $t' \neq t$; সেহেতু, অপর পাড়ে পৌঁছানোর প্রয়োজনীয় সময় সমান হবে না।

06. একজন লোক নৌকা দিয়ে স্রোতের বেগের ঋণাত্মক ভেক্টরের সাথে 30° কোণ করে রওনা দিল। তীরে পৌঁছানোর সময় 6 km/h বেগে খাড়াভাবে বৃষ্টি পড়া শুরু করলে লোকটি ছাতা মেলে ধরে। নদী থেকে লোকটি দেখছিল যে, অন্য একজন লোক নদীর তীর দিয়ে ছাতা মেলে 3 km/h বেগে হেঁটে যাচ্ছে।

[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]



(গ) নদীর স্রোতের সাথে α কোণের মান নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) "নদীর দুজন ব্যক্তি দুইভাবে ছাতা ধরেছিল।" গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

স্রোতের বিপরীত দিকের সাথে নৌকার বেগের উৎপন্ন কোণ, $\theta = 30°$

স্রোতের দিকের সাথে উৎপন্ন কোণ α হলে,

$\alpha + \theta = 180°$

$\Rightarrow \alpha = 180° - \theta = 180° - 30° = 150°$

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে,

স্রোতের বেগ, $v_s = 5\ kmh^{-1}$

তীরের লোকের বেগ, $v_m = 3\ kmh^{-1}$

নৌকার বেগ, $v_b = 10\ kmh^{-1}$

বৃষ্টির বেগ, $v_r = 6\ kmh^{-1}$

'গ' হতে পাই, $\alpha = 150°$

∴ লব্ধি বেগ, v_R হলে,

$v_R = \sqrt{v_s^2 + v_b^2 + 2v_sv_b\cos\alpha}$

$= \sqrt{5^2 + 10^2 + 2\times5\times10\times\cos150°}$

$= 6.1965\ kmh^{-1}$

নৌকার লোকের উল্লম্বের সাথে θ_1 কোণে ছাতা ধরলে,

$\theta_1 = \tan^{-1}\frac{v_R}{v_r}$

$= \tan^{-1}\frac{6.1965}{6} = 45.923°$

তীরের লোক উল্লম্বের সাথে θ_2 কোণে ছাতা ধরলে,

$\theta_2 = \tan^{-1}\frac{3}{6} = 26.56°$

অর্থাৎ, তারা দুইজন ভিন্নভাবে ছাতা ধরেছিল।

নিজে করো

07. কোনো এক বৃষ্টির দিনে নাফিসা জানালার পাশে দাঁড়িয়ে দেখছিল বৃষ্টি উল্লম্বভাবে $6\ kmh^{-1}$ বেগে পতিত হচ্ছে। নাফিসা লক্ষ করল, রাস্তায় একজন লোক $4\ kmh^{-1}$ বেগে হাঁটছে এবং অপরজন $8\ kmh^{-1}$ বেগে সাইকেলে যাচ্ছে। তাদের উভয়ের ছাতা ভিন্ন ভিন্ন কোণে বাঁকাভাবে ধরা। [RB'17]

(গ) উদ্দীপকে হেঁটে চলা লোকটির সাপেক্ষে পড়ন্ত বৃষ্টির লব্ধি বেগ কত? [Ans. $2\sqrt{13}kmh^{-1}$]

(ঘ) হেঁটে চলন্ত লোকটির এবং সাইকেলে চলন্ত লোকটির ছাতা একইরকমভাবে বাঁকানো নয়- নাফিসার পর্যবেক্ষণটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

T-06: দুইয়ের অধিক ভেক্টরের লব্ধি

Concept

দুটি ভেক্টর দেওয়া থাকলে এদের লব্ধি নির্ণয় করা সহজ। কিন্তু যদি তিনটি বা চারটি বা পাঁচটি ভেক্টর দেওয়া থাকে, তবে এদের লব্ধি নির্ণয় করতে হবে উপাংশের দ্বারা। যেমন: P_1, P_2, P_3 ভেক্টর তিনটি X-অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে যথাক্রমে $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ কোণ উৎপন্ন করে এবং এদের লব্ধি R যদি θ কোণ উৎপন্ন করে তবে,

$R\cos\theta = P_1\cos\theta_1 + P_2\cos\theta_2 + P_3\cos\theta_3 \ldots\ldots\ldots$ (i)

অর্থাৎ, লব্ধির X-উপাংশ প্রতিটি ভেক্টরের X-উপাংশের যোগফলের সমান হবে। অনুরূপভাবে, লব্ধির y উপাংশ প্রতিটি ভেক্টরের y উপাংশের যোগফলের সমান হবে। $\therefore R\sin\theta = P_1\sin\theta_1 + P_2\sin\theta_2 + P_3\sin\theta_3 \ldots\ldots\ldots$ (ii)

তাহলে, $(i)^2 + (ii)^2 = (R\cos\theta)^2 + (R\sin\theta)^2 = R^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = R^2$

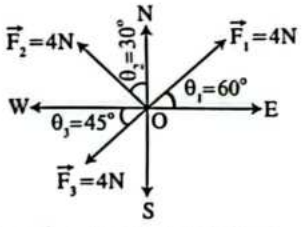
$\therefore$ (ii) $\div$ (i) $\Rightarrow \frac{R\sin\theta}{R\cos\theta} = \tan\theta$

শেষকথা, প্রশ্নে যদি X অক্ষ (axis) বলা না থাকে তাহলে, যেকোনো একটি Vector এর দিককে x অক্ষ ধরে নিতে হবে এবং এর সাথে ৯০° দিক হবে Y অক্ষ।

ক্যালকুলেটর শর্টকার্ট: $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ ভেক্টগুলো x-অক্ষের সাথে যথাক্রমে $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ কোণ উৎপন্ন করলে, এদের লব্ধি R যদি x-অক্ষের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে, তাহলে $R\angle\theta = A\angle\theta_1 + B\angle\theta_2 + C\angle\theta_3$ [Complex Mode-এ নিয়ে]

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. চিত্রে তিনটি সমতলীয় ভেক্টর O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল রয়েছে। [BB'22]



(ঘ) $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ ও $\vec{F}_3$ ভেক্টর তিনটির মিলিত ফল কোন দিকে ক্রিয়া করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $|F_1| = 4$ N

x-অক্ষের সাথে F_1 এর কোণ $= 60°$

$\vec{F}_1 = F_1\cos 60°\,\hat{i} + F_1\sin 60°\,\hat{j}$

$= 4\cos 60°\,\hat{i} + 4\sin 60°\,\hat{j} = 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$

$\vec{F}_2 = -2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$

$\vec{F}_3$ ভেক্টরটি x-অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে

$180° + 45° = 225°$ কোণ উৎপন্ন করে।

$\therefore \vec{F}_3 = 4\cos 225°\,\hat{i} + 4\sin 225°\,\hat{j} = -2\sqrt{2}\hat{i} - 2\sqrt{2}\hat{j}$

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -2\sqrt{2}\hat{i} + (4\sqrt{3} - 2\sqrt{2})\hat{j}$

এখানে, x- অক্ষের ঋণাত্মক ও y-অক্ষের ধনাত্মক দিকে লব্ধি ভেক্টরটি অবস্থিত। অর্থাৎ, এটি তৃতীয় চতুর্ভাগে অবস্থিত।

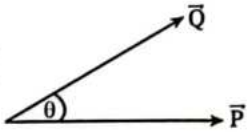
$\therefore$ x-অক্ষের সাথে লব্ধির উৎপন্ন কোণ

$= 180° - \tan^{-1}\left|\frac{4\sqrt{3}-2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}\right| = 124.6°$

T-07: ভেক্টরের ডট গুণন

Concept

$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos\theta$ $[\theta = \vec{P}\hat{\vec{Q}}]$



- A ও B দুটি ভেক্টর এবং এদের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে, এদের ডট গুণন $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta$
- $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ এবং $\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$ হলে, $\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$
- $\vec{P}$ বরাবর $\vec{Q}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ $= Q\cos\theta$ এবং উপাংশ ভেক্টর $= Q\cos\theta \times$ ($\vec{P}$ বরাবর ক্রিয়াশীল একক ভেক্টর)
- $\vec{Q}$ বরাবর $\vec{P}$ ভেক্টরটির লম্ব অভিক্ষেপ $= P\cos\theta$ এবং উপাংশ ভেক্টর $= P\cos\theta \times$ ($\vec{Q}$ বরাবর ক্রিয়াশীল একক ভেক্টর)
- দুটি ভেক্টর লম্ব হলে, $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$
- একটি ভেক্টর $\vec{A}$ এর x, y ও z অক্ষের সাথে কোণ যথাক্রমে α, β ও γ হলে, $\cos\alpha = \frac{\vec{A}\cdot\hat{i}}{|\vec{A}|}$, $\cos\beta = \frac{\vec{A}\cdot\hat{j}}{|\vec{A}|}$, $\cos\gamma = \frac{\vec{A}\cdot\hat{k}}{|\vec{A}|}$

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}, \vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k}$ তিনটি ভেক্টর। [DB'24]

(গ) $\vec{A}$ বরাবর $\vec{B}$ এর অভিক্ষেপ নির্ণয় কর।

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$, $\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k}$

$\therefore |\vec{A}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + 5^2} = \sqrt{38}$

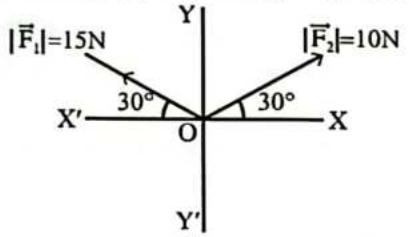
$\therefore |\vec{B}| = \sqrt{(-1)^2 + 2^2 + 7^2} = 3\sqrt{6}$

আবার, $\vec{A}.\vec{B} = (2)(-1) + (3) \times (2) + (5) \times (7) = 39$

এখন, ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ θ হলে, $\vec{A}$ বরাবর $\vec{B}$ এর অভিক্ষেপ $= |\vec{B}| \cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{|\vec{A}|}$

$\left[\because \vec{A}.\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \cos\theta\right] = \frac{39}{\sqrt{38}}$

02. নিচের উদ্দীপকটি পড় ও সংশ্লিষ্ট প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: [JB'24]



(ঘ) উদ্দীপকে $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ এবং $\vec{F}_1 - \vec{F}_2$ পরস্পর লম্ব কি-না? যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, $|\vec{F}_2| = 10$ N

$\vec{F}_2$ ধনাত্মক x-অক্ষের সাথে, $\theta = 30°$ কোণ উৎপন্ন করছে, $\therefore |\vec{F}_2|$ এর ভেক্টররূপ: $\vec{F}_2 = |\vec{F}_2| \cos\theta\, \hat{i} + |\vec{F}_2| \sin\theta\, \hat{j}$

$= 10\cos(30°)\, \hat{i} + 10\sin(30°)\, \hat{j} = 5\sqrt{3}\, \hat{i} + 5\, \hat{j}$

$\vec{F}_1 = -\frac{15\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{15}{2}\hat{j}$

এখন, $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \left(-\frac{15\sqrt{3}}{2} + 5\sqrt{3}\right)\hat{i} + \left(\frac{15}{2} + 5\right)\hat{j}$

$= -\frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{25}{2}\hat{j}$

আবার, $\vec{F}_1 - \vec{F}_2 = \left(-\frac{15\sqrt{3}}{2} - 5\sqrt{3}\right)\hat{i} + \left(\frac{15}{2} - 5\right)\hat{j}$

$= -\frac{25\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{5}{2}\hat{j}$

এখন, $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2).(\vec{F}_1 - \vec{F}_2) = \left\{\left(-\frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{25}{2}\hat{j}\right)\right\}.$

$\left\{-\frac{25\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{5}{2}\hat{j}\right\} = \left(-\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)\left(-\frac{25\sqrt{3}}{2}\right) + \left(\frac{25}{2}\right).\left(\frac{5}{2}\right)$

$= 125 \neq 0$

$\therefore (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$ ও $(\vec{F}_1 - \vec{F}_2)$ এর ডট গুণফল শূন্য নয়; সুতরাং $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$ ও $(\vec{F}_1 - \vec{F}_2)$ পরস্পর লম্ব নয়।

03. তিনটি বিন্দু P, Q ও R এর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে P(2, −1, 3), Q(3, −1, 2) এবং R(1, −3, 5)। [Ctg.B'24]

(গ) $\overrightarrow{PQ}$ ও $\overrightarrow{PR}$ এর মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, P, Q ও R তিনটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে, P(2, −1, 3), Q(3, −1, 2) এবং R(1, −3, 5)

এখন, $\overrightarrow{PQ} = (3-2)\hat{i} + \{(-1)-(-1)\}\hat{j} + (2-3)\hat{k} = \hat{i} - \hat{k}$

এবং $\overrightarrow{PR} = (1-2)\hat{i} + \{(-3)-1)\hat{j} + (5-3)\hat{k}$

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

$|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{1^2+(-1)^2} = \sqrt{2}$

$|\overrightarrow{PR}| = \sqrt{(-1)^2+(-2)^2+(2)^2} = 3$

ধরি, $\overrightarrow{PQ}$ ও $|\overrightarrow{PR}|$ এর মধ্যবর্তী কোণ α

আমরা জানি, $\overrightarrow{PQ} \cdot \overrightarrow{PR} = |\overrightarrow{PQ}||\overrightarrow{PR}| \cos\alpha$

$\Rightarrow (\hat{i} - \hat{k}) \cdot (-\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}) = \sqrt{2} \times 3\cos\alpha$

$\Rightarrow (1)(-1) + 0 \cdot (-2) + (-1) \times 2 = 3\sqrt{2}\cos\alpha$

$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{-1-2}{3\sqrt{2}} \Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{-1}{\sqrt{2}}\right) = 135°$

04. দুইটি ভেক্টর $\vec{v} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - x\hat{k}$ এবং $\vec{u} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ পরস্পর লম্ব। $\vec{v}$ এবং $\vec{u}$ এর মান যদি নৌকা ও একটি নদীতে স্রোতের বেগ নির্দেশ করে তবে সর্বনিম্ন পথে নদী পার হতে নৌকাটির 4 মিনিট সময় লাগে। [MB'24]

(গ) উদ্দীপকের 'x' এর মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $\vec{v} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - x\hat{k}$

$\vec{u} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ যেহেতু $\vec{v}$ ও $\vec{u}$ পরস্পর লম্ব। সুতরাং, তাদের ডট গুণফল শূন্য হবে।

অর্থাৎ, $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$

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

$\Rightarrow (2 \times 3) + (3 \times 2) - 2x = 0 \Rightarrow x = 6$

সুতরাং উদ্দীপকের x এর মান 6

05. $\vec{P} = 5\hat{i} + 3\hat{j} - m\hat{k}$; $\vec{Q} = \hat{i} + \hat{j} + 4\hat{k}$; এখানে $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ পরস্পর লম্ব। যদি $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ এর মান যথাক্রমে নৌকা এবং একটি নদীর স্রোতের দ্রুতি নির্দেশ করে তবে সর্বনিম্ন পথে নদী পার হতে নৌকাটির 2 মিনিট সময় লাগে। [RB, Din.B, MB'23]

(গ) 'm' এর মান হিসাব কর। ৩

(গ) উত্তর: $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ লম্ব হলে, $\vec{P}.\vec{Q} = 0 \Rightarrow (5\hat{i} + 3\hat{j} - m\hat{k}).(\hat{i} + \hat{j} + 4\hat{k}) = 0 \Rightarrow 5 + 3 - 4m = 0 \Rightarrow m = 2$ (Ans.)

06. $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ ভেক্টরত্রয় মিলে একটি ত্রিমাত্রিক ক্ষেত্র গঠন করে। [CB'23]

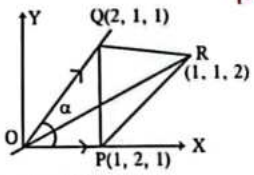
(গ) $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ, $A\cos\theta = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{B}|}$

$= \frac{(3\hat{i}+2\hat{j}+\hat{k})\cdot(\hat{j}+2\hat{j}+3\hat{k})}{\sqrt{1^2+2^2+3^2}} = \frac{3\times1+2\times2+1\times3}{\sqrt{14}} = \frac{10}{\sqrt{14}}$ একক

$= 2.67$ একক (Ans.)

07. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় দুটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $P(1,2,1)$ ও $Q(2,1,1)$। বিন্দু দুটির জন্য সৃষ্ট অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$। অবস্থান ভেক্টরদ্বয়কে সন্নিহিত বাহু ধরে সামান্তরিক অঙ্কন করলে R বিন্দুর স্থানাঙ্ক $R(1,1,2)$ হয়। [MB'22, 21, JB'19]



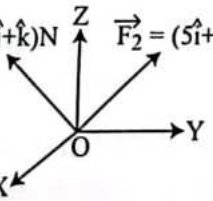
(গ) α কোণের মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: $\overrightarrow{OP} = (1-0)\hat{i} + (2-0)\hat{j} + (1-0)\hat{k}$
$= \hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$
$\overrightarrow{OQ} = (2-0)\hat{i} + (1-0)\hat{j} + (1-0)\hat{k} = 2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$
$\overrightarrow{OP} \cdot \overrightarrow{OQ} = (\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}) \cdot (2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}) = 2 + 2 + 1 = 5$
$|\overrightarrow{OP}| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 1^2} = \sqrt{1 + 4 + 1} = \sqrt{6}$ এবং
$|\overrightarrow{OQ}| = \sqrt{2^2 + 1^2 + 1^2} = \sqrt{4 + 1 + 1} = \sqrt{6}$
আমরা জানি, $\overrightarrow{OP} \cdot \overrightarrow{OQ} = |\overrightarrow{OP}||\overrightarrow{OQ}| \cos\alpha$
$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{\overrightarrow{OP} \cdot \overrightarrow{OQ}}{|\overrightarrow{OP}||\overrightarrow{OQ}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{5}{\sqrt{6} \cdot \sqrt{6}}\right)$
$= \cos^{-1}\left(\frac{5}{6}\right) = 33.56°$
∴ α কোণের মান 33.56°। **(Ans.)**

08. নিচে তিনটি ভেক্টর দেওয়া আছে: [BB'21]
$\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$
$\vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 6\hat{k}$
$\vec{C} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$
(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{C}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? ৩

(গ) উত্তর: $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$; $\vec{C} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$
$A = \sqrt{2^2 + 3^2 + 4^2} = \sqrt{29}$
$C = \sqrt{4^2 + 2^2 + (-3)^2} = \sqrt{29}$
$\vec{A} \cdot \vec{C} = 8 + 6 - 12 = 2$
$\therefore \cos\theta = \frac{\vec{A} \cdot \vec{C}}{AC} = \frac{2}{29} \Rightarrow \theta = 86.045°$ **(Ans.)**

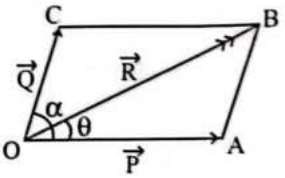
09. চিত্রে $\vec{F}_1$ ও $\vec{F}_2$ বলদ্বয় O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল। [CB'21]



(ঘ) $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ও $\vec{F}_1 - \vec{F}_2$ পরস্পর লম্ব কিনা যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 3\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k}$
$\vec{F}_1 - \vec{F}_2 = -7\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$
$(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) \cdot (\vec{F}_1 - \vec{F}_2) = -21 + 5 - 3 = -19$
∵ $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$ এবং $(\vec{F}_1 - \vec{F}_2)$ এর ডট গুণফল 0 নয়।
তাই এরা পরস্পর লম্ব নয়।

10. চিত্রটি লক্ষ কর: [SB



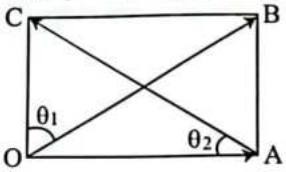
$\vec{P} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$; $\vec{Q} = 2\hat{j} + 5\hat{k}$
(গ) উদ্দীপকের আলোকে θ-এর মান নির্ণয় কর।

(গ) উত্তর: উদ্দীপকে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ α।
$\vec{P} = 4\hat{i} + 3\hat{j} \therefore |\vec{P}| = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$
$\vec{Q} = 2\hat{j} + 5\hat{k} \therefore |\vec{Q}| = \sqrt{2^2 + 5^2} = \sqrt{29}$
এখন, $\cos\alpha = \frac{\vec{P} \cdot \vec{Q}}{|\vec{P}||\vec{Q}|} = \frac{6}{5\times\sqrt{29}} \therefore \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{6}{5\sqrt{29}}\right) = 77.1$
θ এর মান নির্ণয়ে, $\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P + Q\cos\alpha}$
$= \frac{\sqrt{29}\times\sin 77.12°}{5+\sqrt{29}\times\cos 77.12°} = 0.84 \therefore \theta = 40.25°$ **(Ans.)**

11. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথা $P(1,2,-1)$, $Q(-2,1,1)$ এবং $R(3,1,-2)$, যেখানে, এবং $\vec{R}$ প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে বিন্দু তি অবস্থান ভেক্টর নির্দেশ করে। [JB
(গ) $\vec{P}$ -এর ওপর $\vec{Q}$ ভেক্টরের লম্ব অভিক্ষেপের মান নির্ণয় কর

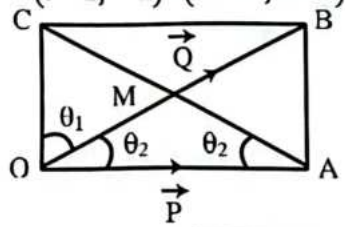
(গ) উত্তর: এখানে, $\vec{P} = \hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{Q} = -2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$; Q
লম্ব অভিক্ষেপ $= \frac{\vec{P} \cdot \vec{Q}}{|\vec{P}|} = \frac{-2+2-1}{\sqrt{6}} = -\frac{1}{\sqrt{6}}$ **(Ans.)**

12. নিচের চিত্র অনুসারে OABC একটি আয়তক্ষেত্র। এর OA এ OB বাহু দ্বারা দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ নির্দেশিত হয়েছে। [DB'



(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে θ_1 ও θ_2 এর মধ্যে কোনটি বড় গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে বের কর।

(ঘ) উত্তর: $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = |\overrightarrow{OA}||\overrightarrow{OB}| \cos\theta_2$
$\Rightarrow (\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}) \cdot (2\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) = |\overrightarrow{OA}||\overrightarrow{OB}| \cos\theta_2$



$\Rightarrow 2 + 6 - 2 = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + (-1)^2} \cdot \sqrt{2^2 + (-3)^2 + 2^2} \cdot \cos\theta_2$
$\Rightarrow 6 = \sqrt{6} \cdot \sqrt{17} \cdot \cos\theta_2 \Rightarrow \cos\theta_2 = \frac{6}{\sqrt{6} \cdot \sqrt{17}}$
$\Rightarrow \theta_2 = 53.55°$
$\therefore \theta_1 = 90° - \theta_2 = 36.45°$
সুতরাং, $\theta_2 > \theta_1$

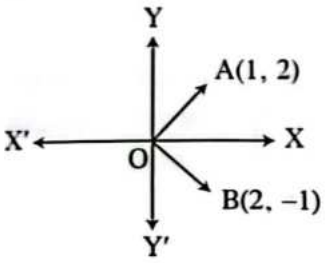
নিজে করো

13. $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ ও $\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 3\hat{k}$ দুটি ভেক্টর। [JB'23]

(ঘ) ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[Ans: ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব নয়]

14. চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও : [JB'22]

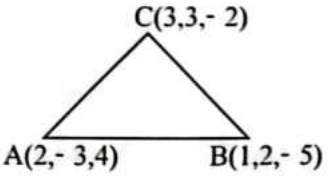


(ঘ) উদ্দীপকের $\overrightarrow{OA}$ এবং $\overrightarrow{OB}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [Ans: ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব]

15. $\vec{A} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{C} = 4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ [RB'21]

(গ) $\vec{C}$ বরাবর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ নির্ণয় কর। [Ans: $\frac{7}{\sqrt{21}}$]

16. চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[Din.B'21]

(গ) ∠BAC কোণ নির্ণয় কর। [Ans: 20.094°]

17. দুটি বিন্দুর ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় স্থানাঙ্কদ্বয় যথাক্রমে A(1, 0, −1) এবং B(1, 1, 0)। [CB'17]

(ঘ) দুটি বিন্দু A ও B এর অবস্থান ভেক্টরদ্বয়ের X অক্ষের উপর লম্ব অভিক্ষেপ এর তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর।

[Ans. বিন্দুদ্বয়ের লম্ব অভিক্ষেপ সমান।]

T-08: দিক কোসাইন

Concept

$\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ হলে ভেক্টরটির x, y, z অক্ষ বরাবর দিক কোসাইন,

$\cos$ (কোনো অক্ষের সাথে $\vec{A}$ এর নতি কোণ) $= \frac{\text{ঐ অক্ষ বরাবর ভেক্টরের উপাংশ}}{\text{ভেক্টরের মান}}$

$\therefore \cos\theta_x = \frac{A_x}{|\vec{A}|} \Rightarrow \theta_x = \cos^{-1}\frac{A_x}{|\vec{A}|}$ $\left[|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}\right]$

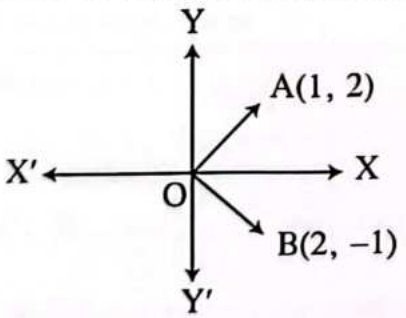
$\cos\theta_y = \frac{A_y}{|\vec{A}|} \Rightarrow \theta_y = \cos^{-1}\frac{A_y}{|\vec{A}|}$

$\cos\theta_z = \frac{A_z}{|\vec{A}|} \Rightarrow \theta_z = \cos^{-1}\frac{A_z}{|\vec{A}|}$

এখানে, θ_x, θ_y এবং θ_z হচ্ছে x, y, z অক্ষের সাথে $\vec{A}$ যে কোণগুলো তৈরি করে এবং $\cos^2\theta_x + \cos^2\theta_y + \cos^2\theta_z = 1$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

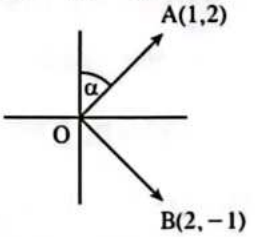
01. চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও : [JB'22]



(গ) উদ্দীপকের $\overrightarrow{OA}$ ভেক্টরটি Y অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করবে? ৩

(গ) উত্তর: এখানে, A(1,2), O(0,0) এবং B(2, −1)

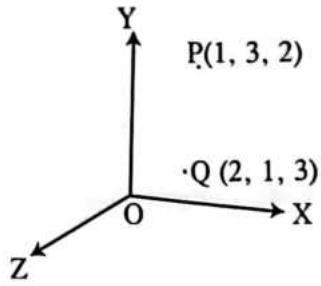
$\overrightarrow{OA} = (1-0)\hat{i} + (2-0)\hat{j} = \hat{i} + 2\hat{j}$



ধরি, Y অক্ষের সাথে α কোণ করে।

$\alpha = \cos^{-1}\left[\frac{(\hat{i}+2\hat{j})\hat{j}}{\sqrt{1^2+2^2}}\right] = \cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = 26.57°$ (Ans.)

02. চিত্রের P ও Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$. [Din.B'22]



(ঘ) $\vec{P}+\vec{Q}$ ও $\vec{P}-\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় +Y অক্ষের সাথে সমান কোণ উৎপন্ন করে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $\vec{P}=\hat{i}+3\hat{j}+2\hat{k}$

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

$\vec{P}+\vec{Q}=(1+2)\hat{i}+(3+1)\hat{j}+(2+3)\hat{k}$

$=3\hat{i}+4\hat{j}+5\hat{k}$

$\vec{P}-\vec{Q}=(1-2)\hat{i}+(3-1)\hat{j}+(2-3)\hat{k}$

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

$\vec{P}+\vec{Q}$ ভেক্টরটি +Y-অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণের মান θ_1 হলে,

$\theta_1=\cos^{-1}\left(\frac{4}{\sqrt{3^2+4^2+5^2}}\right)=55.55°$

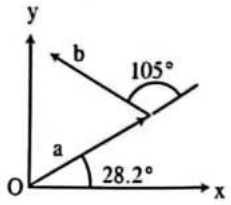
আবার, $\vec{P}-\vec{Q}$ ভেক্টরটি +Y-অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণের মান θ_2 হলে, $\theta_2=\cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{1^2+2^2+1^2}}\right)=35.264°$

$\vec{P}+\vec{Q}$ ও $\vec{P}-\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় যথাক্রমে +y-অক্ষের সাথে 55.55° এবং 35.264° কোণ উৎপন্ন করে যাদের মান সমান নয়।

অর্থাৎ, ভেক্টরদ্বয় +Y-অক্ষের সাথে একই পরিমাণ কোণ উৎপন্ন করে না।

03. দুটি ভেক্টর $\vec{a}$ ও $\vec{b}$ এর মান সমান যা 12.7 একক। তাদের নিচের চিত্রানুসারে প্রদর্শিত। ভেক্টর দুটির লব্ধি $\vec{R}$।

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কা



(গ) ভেক্টর দুটির মধ্যে স্কেলার গুণনের মান নির্ণয় করো।

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, ভেক্টরদ্বয়ের y উপাংশ লব্ধির x উপাংশ অপেক্ষা বড়।

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

$|\vec{a}|=|\vec{b}|=12.7$

$\theta=105°$

$\therefore \vec{a}\cdot\vec{b}=|\vec{a}|\cdot|\vec{b}|\cos\theta$

$=12.7\times12.7\times\cos105°=-41.69$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** $\vec{a}$ ভেক্টরের x অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\alpha=28.2$

$\therefore \vec{a}=|\vec{a}|\cos\alpha\hat{i}+|\vec{a}|\sin\alpha\hat{j}$

$=12.7\cos(28.2°)\hat{i}+12.7\sin(28.2)\hat{j}$ [$\because |\vec{a}|=12.$

$=11.19\hat{i}+6\hat{j}$

$\vec{b}$ ভেক্টরের x অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ,

$\beta=105°+28.2°=133.2°$

$\therefore \vec{b}=|\vec{b}|\cos\beta\hat{i}+|\vec{b}|\sin\beta\hat{j}$

$=12.7\cos(133.2°)\hat{i}+12.7\sin(133.2°)\hat{j}$ [$\because |\vec{b}|=1$

$=-8.69\hat{i}+9.257\hat{j}$

$\vec{a}=11.19\hat{i}+6\hat{j}$ এবং $\vec{b}=-8.69\hat{i}+9.257\hat{j}$

$\therefore$ লব্ধি, $\vec{R}=\vec{a}+\vec{b}$

$=(11.19-8.69)\hat{i}+(6+9.257)\hat{j}=2.5\hat{i}+15.2$

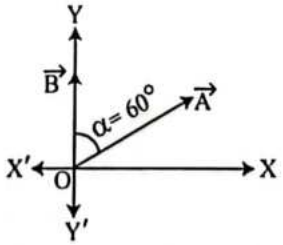
x অক্ষ বরাবর উপাংশ 2.5

$\therefore$ লব্ধির y অক্ষ বরাবর উপাশ 15.257

অর্থাৎ, ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির y উপাংশ, x উপাংশ অপেক্ষা বড়

নিজে করো

04. চিত্রে $|\vec{A}|=5N$ ও $|\vec{B}|=8N$ [Din.B'



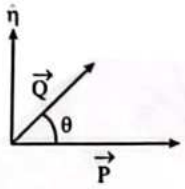
(ঘ) $(\vec{A}-\vec{B})$ ভেক্টরটি X অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করে? প্রয়োজনীয় চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। [Ans. 51.78°

T-09: ভেক্টরের ক্রস গুণন

Concept

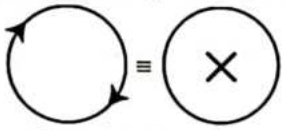
$\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে, $\vec{P} \times \vec{Q} = PQ \sin\theta \hat{n}$

এখানে, ক্রস গুণনের মান $PQ \sin\theta$ ভেক্টর দুটি দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফলের মানের সমান এবং ক্রস গুণনের দিক $\hat{n}$ হলো ভেক্টর দুটি দ্বারা গঠিত তলের সাথে ডান হাতি স্ক্রু নিয়মে লম্ব বরাবর।

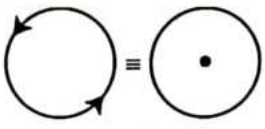


যদি $\vec{P}$ ভেক্টরকে $\vec{Q}$ ভেক্টরের দিকে ঘুরানো হয়, তাহলে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিক।

এবং $\vec{Q}$ ভেক্টরকে যদি $\vec{P}$ ভেক্টরের দিকে ঘুরানো হয়, তাহলে ঘড়ির কাঁটার দিক।



ঘড়ির কাঁটার দিকে



ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে

- $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ এবং $\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$ হলে, $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$
- $\vec{P} \times \vec{Q} = -\vec{Q} \times \vec{P}$
- দুটি ভেক্টর সমান্তরাল হলে, $\vec{A} \times \vec{B} = 0$ অথবা, $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$
- একটি সামান্তরিক ঘনবস্তুর বাহু তিনটি $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ হলে এর আয়তন $= \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} \cdot (\vec{c} \times \vec{a}) = \vec{c} \cdot (\vec{a} \times \vec{b})$

যদি তিনটি ভেক্টর সমতলীয় হয়, তবে ঐ ঘনবস্তুর আয়তন শূন্য ($V = 0$)

$$V = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} \cdot (\vec{c} \times \vec{a}) = \vec{c} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_x & c_y & c_z \end{vmatrix}$$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}, \vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k}$ তিনটি ভেক্টর। [DB'24]

(ঘ) উদ্দীপকের ভেক্টর তিনটি একই সমতলে থাকবে কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** যদি ভেক্টরত্রয়ের ট্রিপল প্রোডাক্ট শূন্য হয় তাহলে এরা একই সমতলে অবস্থান করবে।

দেওয়া আছে, $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$,

$\vec{B} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k}, \vec{C} = \hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k}$

এখন, $\vec{A}.(\vec{B} \times C) = \begin{vmatrix} 2 & 3 & 5 \\ -1 & 2 & 7 \\ 1 & 7 & -1 \end{vmatrix} = -129$

$\because \vec{A}.(\vec{B} \times C) \neq 0$; সুতরাং ভেক্টরত্রয় একই সমতলে অবস্থান করবে না।

02. তিনটি বিন্দু P, Q ও R এর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $P(2,-1,3), Q(3,-1,2)$ এবং $R(1,-3,5)$। [Ctg.B'24]

(ঘ) "বিন্দুগুলো দ্বারা গঠিত অবস্থান ভেক্টরগুলো একই তলে আছে কিনা"-তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, P, Q ও R বিন্দুত্রয়ের স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $P(2,-1,3), Q(3,-1,2)$ ও $R(1,-3,5)$

P বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OP} = 2\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$

Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OQ} = 3\hat{i} - \hat{j} + 2\hat{k}$

R বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OR} = \hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}$

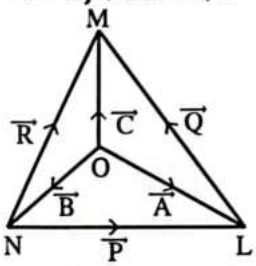
এখন, $\overrightarrow{OP} \cdot (\overrightarrow{OQ} \times \overrightarrow{OR}) = \begin{vmatrix} 2 & -1 & 3 \\ 3 & -1 & 2 \\ 1 & -3 & 5 \end{vmatrix}$

$= 2\{-5-(-6)\} - (-1)(15-2) + 3\{-9-(-1)\}$

$= 2 + 13 - 24 = -9 \neq 0$

যেহেতু P, Q ও R এর অবস্থান ভেক্টরত্রয়ের ত্রিগুণফল শূন্য নয়; সুতরাং বিন্দুগুলো একই তলে নেই।

03. $\vec{C}$ ভেক্টরটি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের উপর লম্ব। [CB'24]
$\vec{A} = -\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$



(গ) ভেক্টর $\vec{C}$ বরাবর একক ভেক্টর নির্ণয় করো। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $\vec{C}$ ভেক্টরটি $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের উপর লম্ব।
দেওয়া আছে, $\vec{A} = -\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$
$\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 2\hat{k}$ $\therefore \vec{C} = (\vec{A} \times \vec{B})$
$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & -3 & 2 \\ 2 & -2 & -2 \end{vmatrix} = (10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k})$
আবার, $|\vec{C}| = \sqrt{10^2 + 2^2 + 8^2} = 2\sqrt{42}$
এখন, $\vec{C}$ ভেক্টর বরাবর একক ভেক্টর,
$\hat{C} = \frac{\vec{C}}{|\vec{C}|} = \frac{(10\hat{i}+2\hat{j}+8\hat{k})}{\sqrt{10^2+2^2+8^2}} = \frac{1}{2\sqrt{42}}(10\hat{i} + 2\hat{j} + 8\hat{k})$

04. $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}$ এবং $\vec{C} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$ ভেক্টর তিনটি একটি ত্রিভুজের তিনটি বাহু নির্দেশ করে। [MB'24]

(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ কে সন্নিহিত বাহু ধরে সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$; $\vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 5\hat{k}$
$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সামান্তরিকের সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করলে,
আমরা জানি, সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল= $|\vec{A} \times \vec{B}|$
এখন, $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & -3 & 1 \\ 3 & -1 & 5 \end{vmatrix}$
$= \hat{i}(-15 + 1) - \hat{j}(10 - 3) + \hat{k}(-2 + 9)$
$= -14\hat{i} - 7\hat{j} + 7\hat{k}$
$\therefore |\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{(-14)^2 + (-7)^2 + (7)^2} = 7\sqrt{6}$

05. $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ ভেক্টরত্রয় মিলে একটি ত্রিমাত্রিক ক্ষেত্র গঠন করে। [CB'23]

(ঘ) $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ ভেক্টর তিনটি একই সমতলে অবস্থিত হবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) উত্তর: $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ ভেক্টর তিনটি একই সমতলে অবস্থিত হলে,
$\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = 0$ হতে হবে।
$\vec{B} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 2 \end{vmatrix}$
$= \hat{i}(4 - 6) + \hat{j}(3 - 2) + \hat{k}(2 - 2) = -2\hat{i} + \hat{j}$
$\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = (3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}) \cdot (-2\hat{i} + \hat{j})$
$= 3(-2) + 2 \times 1 + 0 = -6 + 2 = -4$
$\therefore \vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ একই সমতলে অবস্থিত নয়। $\because \vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) \neq 0$

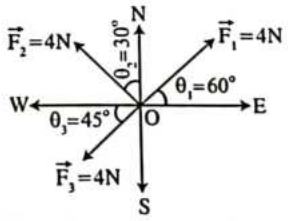
06. $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ ও $\vec{B} = 2\hat{i} - 2\hat{j} - 3\hat{k}$ দুটি ভেক্টর। [JB
(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত ভেক্টরদ্বয় দ্বারা গঠিত চতুর্ভুজের ক্ষে নির্ণয় কর।

(গ) উত্তর: ক্ষেত্রফল $= |\vec{A} \times \vec{B}| = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & -1 \\ 2 & -2 & -3 \end{vmatrix}$
$= \hat{i}(-3 - 2) + \hat{j}(-2 + 3) + \hat{k}(-2 -$
$= -5\hat{i} + \hat{j} - 4\hat{k}$
ক্ষেত্রফল $= |\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{(-5)^2 + (1)^2 + (-4)^2}$
$= \sqrt{42}$ বর্গ একক (Ans.)
[বি.দ্র: $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ কে সামান্তরিকের দুই সন্নিহিত বাহু ধরা হ

07. তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$,
$\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং
$\vec{C} = (6xy + z^3)\hat{i} - (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$। [R
(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের লম্বদিকে একক ভেক্টর নির্ণয় ক

(গ) উত্তর: $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লম্বদিকে ভেক্টর,
$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & -1 \\ 6 & -3 & 2 \end{vmatrix} = \hat{i}(4 - 3) - \hat{j}(4 + 6) +$
$\hat{k}(-6 - 12) = \hat{i} - 10\hat{j} - 18\hat{k}$
একক ভেক্টর, $\hat{n} = \frac{\pm\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|} = \frac{\hat{i}-10\hat{j}-18\hat{k}}{\sqrt{1^2+(-10)^2+(-18)^2}}$
$= \frac{\pm\hat{i}-10\hat{j}-18\hat{k}}{\sqrt{425}} = \frac{\pm\hat{i}}{\sqrt{425}} - \frac{10\hat{j}}{\sqrt{425}} - \frac{18\hat{k}}{\sqrt{425}}$
$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লম্বদিকে একক ভেক্টর, $\hat{n} = \frac{\pm\hat{i}}{\sqrt{425}} - \frac{10\hat{j}}{\sqrt{425}} -$

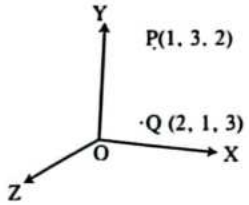
08. চিত্রে তিনটি সমতলীয় ভেক্টর O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল রয়েছে। [BB



(গ) $\vec{F}_1$ ও $\vec{F}_2$ ভেক্টর দুটি একটি সামান্তরিকের দু'টি বাহু করলে সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।

(গ) উত্তর: ধরি, WE → x-অক্ষ; SN → y-অক্ষ
দেওয়া আছে, $|F_1| = 4$ N
x-অক্ষের সাথে F_1 এর কোণ $= 60°$
x-অক্ষের সাথে F_2 এর কোণ $= (30 + 90)° = 120°$
$\vec{F}_1 = F_1 \cos 60° \hat{i} + F_1 \sin 60° \hat{j}$
$= 4 \cos 60° \hat{i} + 4 \sin 60° \hat{j} = 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$
$\vec{F}_2 = F_2 \cos 120° \hat{i} + F_2 \sin 120° \hat{j}$
$= 4 \cos 120° \hat{i} + 4 \sin 120° \hat{j} = -2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$
এখন, $\vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2\sqrt{3} & 0 \\ -2 & 2\sqrt{3} & 0 \end{vmatrix} = (4\sqrt{3} + 4\sqrt{3})\hat{k} =$
$\therefore |\vec{F}_1 \times \vec{F}_2| = 8\sqrt{3}$ sq. unit
$\therefore$ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= 8\sqrt{3}$ বর্গ একক (Ans.)

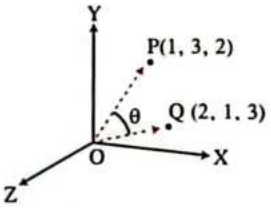
09. চিত্রের P ও Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$. [Din.B'22]



(গ) ΔOPQ এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** মূলবিন্দুর স্থানাঙ্ক O(0, 0, 0);

এখন, $\vec{P} = (1-0)\hat{i} + (3-0)\hat{j} + (2-0)\hat{k} = \hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$



$\vec{Q} = (2-0)\hat{i} + (1-0)\hat{j} + (3-0)\hat{k} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$

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

$= (9-2)\hat{i} - (3-4)\hat{j} + (1-6)\hat{k} = 7\hat{i} + \hat{j} - 5\hat{k}$

$\therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{(7)^2 + (1)^2 + (-5)^2} = \sqrt{75}$

$\therefore$ ΔOPQ এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times (|\vec{P} \times \vec{Q}|)$

$= \frac{1}{2} \times \sqrt{75} = 4.33$ বর্গ একক **(Ans.)**

10. নিচে তিনটি ভেক্টর দেওয়া আছে: [BB'21]

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

$\vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 6\hat{k}$

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

(ঘ) ভেক্টর $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ পরস্পর একই দিকে ক্রিয়াশীল কিনা তা যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$; $\vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 6\hat{k}$

ভেক্টরদ্বয় একই দিকে ক্রিয়াশীল হলে এদের দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল শূন্য হবে।

এখন, $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 4 \\ 5 & -1 & 6 \end{vmatrix}$

$= (18+4)\hat{i} - (12-20)\hat{j} + (-2-15)\hat{k}$

$= 22\hat{i} + 8\hat{j} - 17\hat{k}$

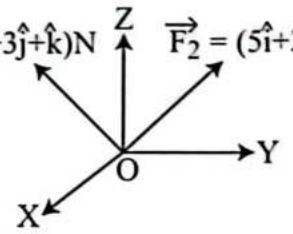
$\therefore |\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{22^2 + 8^2 + (-17)^2}$

$= 3\sqrt{93} \therefore |\vec{A} \times \vec{B}| \neq 0$

$\therefore \vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর একই দিকে ক্রিয়াশীল নয়।

11. চিত্রে $\vec{F}_1$ ও $\vec{F}_2$ বলদ্বয় O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল। [CB'21]

$\vec{F_1} = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})N$ $\quad \vec{F_2} = (5\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k})N$



(গ) $\vec{F}_1 \times \vec{F}_2$ বের কর। ৩

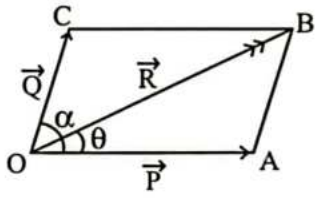
(গ) **উত্তর:** $\vec{F}_1 = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})N$

$\vec{F}_2 = (5\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k})N$; $\vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -2 & 3 & 1 \\ 5 & 2 & 2 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(6-2) - \hat{j}(-4-5) + \hat{k}(-4-15)$

$= 4\hat{i} + 9\hat{j} - 19\hat{k} \therefore \vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = 4\hat{i} + 9\hat{j} - 19\hat{k}$

12. চিত্রটি লক্ষ কর: [SB'19]



$\vec{P} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$; $\vec{Q} = 2\hat{j} + 5\hat{k}$

(ঘ) ΔOAB ও ΔOBC -এর ক্ষেত্রফলের সমষ্টি সামান্তরিক OABC-এর ক্ষেত্রফলের সমান কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} = 4\hat{i} + 5\hat{j} + 5\hat{k}$

এখানে, $\vec{P} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & 0 \\ 4 & 5 & 5 \end{vmatrix} = 15\hat{i} - 20\hat{j} + 8\hat{k}$

$\therefore$ ΔOAB এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{P} \times \vec{R}| = 13.124$ sq. unit।

আবার, ΔOCB এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{Q} \times \vec{R}|$

$\therefore \vec{Q} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 2 & 5 \\ 4 & 5 & 5 \end{vmatrix} = -15\hat{i} + 20\hat{j} - 8\hat{k}$ $\therefore$ ΔOCB

এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{Q} \times \vec{R}| = 13.124$ sq. unit

সামান্তরিক OABC এর ক্ষেত্রফল $= |\vec{P} \times \vec{Q}|$

$\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 5 \end{vmatrix} = 15\hat{i} - 20\hat{j} + 8\hat{k}$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= |\vec{P} \times \vec{Q}| = 26.248$ sq. unit

$\therefore$ ΔOAB + ΔOCB = 26.248 sq. uni

t = সামান্তরিক OABC এর ক্ষেত্রফল

$\therefore$ ΔOAB ও ΔOBC এর ক্ষেত্রলের সমষ্টি সামান্তরিক OABC এর ক্ষেত্রফলের সমান।

13. অনিক $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - 3\hat{k}$ দুটি ভেক্টর নিয়ে তাদের ডট ও ক্রস গুণন নির্ণয় করছিল। সে দেখলো যে, ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যস্থ কোণের মান একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পরিবর্তন করলে তাদের ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হয়। [BB'19]

(ঘ) অনিকের পর্যবেক্ষণের গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হলে,

$AB\sin\theta = AB\cos\theta \Rightarrow \tan\theta = 1$

$\therefore \theta = 45°$

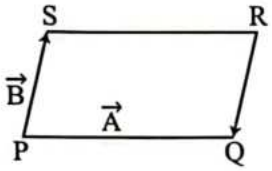
এখন, $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta_0 \Rightarrow \cos\theta_0 = \frac{2-2+3}{\sqrt{6}\sqrt{14}}$

$\therefore \theta_0 = 70.9°$

$\therefore 70.9° - 45°$ বা $25.9°$ পরিবর্তন করলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হবে।

নিজে করো

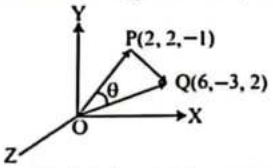
14. $\vec{A} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$। [DB'21, Din.B'21]



(গ) $\vec{B}$ ও $\vec{A}$ ভেক্টর দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। [Ans. $2\sqrt{35}$ বর্গ একক]

(ঘ) উদ্দীপকের ভেক্টর তিনটি সমতলীয় কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [Ans. এরা সমতলীয়]

15. চিত্রে দুটি বিন্দু P ও Q এর স্থানাঙ্ক দেওয়া আছে। $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ যথাক্রমে বিন্দুদ্বয়ের অবস্থান ভেক্টর নির্দেশ করছে। [JB'21]



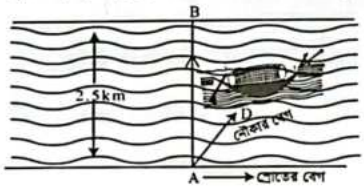
(ঘ) $\overrightarrow{OP}, \overrightarrow{PQ}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ ভেক্টর তিনটি একই সমতলে অবস্থান করে কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[Ans: একই সমতলে অবস্থিত]

16. ঘণ্টায় 40 km বেগে পূর্ব দিকে চলমান একটি গাড়ির চালক উত্তর দিকে ঘণ্টায় তার বেগের দ্বিগুণ বেগে একটি ট্রাক চলতে দেখল। [পূর্ব দিক ধনাত্মক x-অক্ষ ও উত্তর দিক ধনাত্মক y-অক্ষ বিবেচনা করা হলো।] [DB'19

(ঘ) ট্রাক ও গাড়িটির প্রকৃত বেগ যে তলে অবস্থিত তার উল্লম্ব দিকে একটি ভেক্টর নির্ণয় করা সম্ভব কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও। [Ans. নির্ণয় করা সম্ভব

17. একটি নৌকা চিত্রানুযায়ী 2.5 km প্রস্থের একটি নদীতে অবস্থান হতে অন্য প্রান্তে AD বরাবর যাচ্ছে। [JB'17



স্থির পানিতে নৌকার বেগ $= (3\hat{i} + 3\hat{j})\,ms^{-1}$ এবং স্রোতে বেগ $= 2\hat{i}\,ms^{-1}$। অন্য একটি ক্ষেত্রে নৌকাটিকে AB বরাব একই দ্রুতিতে চালানো হয়।

(গ) নদীর সমতলের লম্ব বরাবর একক ভেক্টর নির্ণয় কর।

[Ans: $\pm\hat{i}$

T-10: ভেক্টর ক্যালকুলাস

Concept

- ভেক্টর অপারেটর, $\vec{\nabla} = \hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}$
- স্কেলার ক্ষেত্র $\varphi(x, y, z)$ এর গ্রেডিয়েন্ট, $\text{grad}\,\varphi = \vec{\nabla}\varphi = \hat{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}$
- ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z) = V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}$ এর ডাইভারজেন্স, $\text{div}\,\vec{V} = \vec{\nabla}\cdot\vec{V} = \frac{\partial V_1}{\partial x} + \frac{\partial V_2}{\partial y} + \frac{\partial V_3}{\partial z}$
- ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z) = V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}$ এর কার্ল, $\text{curl}\,\vec{V} = \vec{\nabla}\times\vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ V_1 & V_2 & V_3 \end{vmatrix}$

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. ভেক্টর $\vec{P} = (9xy^2 + 5z)\hat{i} + (4y^2 + 2xz)\hat{j} + (3x^3 + 2y)\hat{k}$ [SB'24]

(গ) $(-1, 1, 1)$ অবস্থানে $\vec{P}$ এর ডাইভারজেন্স নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ভেক্টর $\vec{P}$ কী অঘূর্ণনশীল? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

$\vec{P} = (9xy^2 + 5z)\hat{i} + (4y^2 + 2xz)\hat{j} + (3x^3 + 2y)\hat{k}$

এখানে, ভেক্টর অপারেটর, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

$\vec{P}$ এর ডাইভারজেন্স, $\text{div}\,\vec{P} = \vec{\nabla} \cdot \vec{P}$

$= \left\{\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right\} \cdot \{(9xy^2 + 5z)\hat{i} + (4y^2 + 2xz)\hat{j} + (3x^3 + 2y)\hat{k}\}$

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

$= 9y^2 + 8y + 0 = 9y^2 + 8y$

এখন, $(-1,1,1)$ অবস্থানে $\vec{P}$ এর ডাইভারজেন্স,

$(\text{div}\,\vec{P})_{(-1,1,1)} = 9(1)^2 + 8 \times (1) = 17$

(ঘ) **উত্তর:** $\vec{P}$ ভেক্টরটির কার্ল শূন্য হলে ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল হবে।

দেওয়া আছে,

$\vec{P} = (9xy^2 + 5z)\hat{i} + (4y^2 + 2xz)\hat{j} + (3x^3 + 2y)\hat{k}$

আমরা জানি, ভেক্টর অপারেটর, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

এখন, $\vec{P}$ ভেক্টরটির কার্ল, $\text{Curl}\,\vec{P} = \vec{\nabla} \times \vec{P}$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 9xy^2 + 5z & 4y^2 + 2xz & 3x^3 + 2y \end{vmatrix}$$

$= \left\{\frac{\partial}{\partial y}(3x^3 + 2y) - \frac{\partial}{\partial z}(4y^2 + 2xz)\right\}\hat{i} - \left\{\frac{\partial}{\partial x}(3x^3 + 2y) - \frac{\partial}{\partial z}(9xy^2 + 5z)\right\}\hat{j} + \left\{\frac{\partial}{\partial x}(4y^2 + 2xz) - \frac{\partial}{\partial z}(9xy^2 + 5z)\right\}\hat{k}$

$= (2 - 2x)\hat{i} - (9x^2 - 5)\hat{j} + (2z - 18xy)\hat{k}$

যেহেতু $\text{Curl}\,\vec{P} \neq 0$

সুতরাং, $\vec{P}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল হবে না।

02. $\vec{r} = ax\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}$

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

$\vec{Q} = 4\hat{i} + 4\hat{j} - \hat{k}$ [Din.B'24]

(গ) a এর মান কত হলে $\vec{r}$ ভেক্টরের ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল হবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি ঘূর্ণনশীল না অঘূর্ণনশীল-গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $\vec{r} = ax\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}$

$\vec{r}$ ভেক্টরের ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল হবে যদি $\vec{r}$ ভেক্টরের ডাইভারজেন্স শূন্য হয়।

এখানে, ভেক্টর অপারেটর নাবলা, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

অর্থাৎ, $\text{div}\,\vec{r} = 0 \Rightarrow \vec{\nabla}.\vec{r} = 0$

$\Rightarrow \left\{\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right\} \cdot \{ax\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}\} = 0$

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

$\Rightarrow a + 1 + 0 = 0 \Rightarrow a = -1$

সুতরাং a এর মান -1 হলে $\vec{r}$ ভেক্টরের ক্ষেত্রটি সলিনয়ডাল হবে।

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $\vec{P} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}, \vec{Q} = 4\hat{i} + 4\hat{j} - \hat{k}$

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

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

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

এখানে, ভেক্টর অপারেটর ন্যাবলা, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

এখন, $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টরের কার্ল, $\text{curl}\,(\vec{P} \times \vec{Q}) = \vec{\nabla} \times (\vec{P} \times \vec{Q})$

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

$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ -19 & 18 & -4 \end{vmatrix} = \hat{i}(0 - 0) - \hat{j}(0 - 0) + \hat{k}(0 - 0) = 0$

যেহেতু $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টরের কার্ল শূন্য; সুতরাং $\vec{P} \times \vec{Q}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল হবে।

03. একদিন একটি অঞ্চলের তাপমাত্রা ও বাতাসের বেগ পাওয়া গেলো যথাক্রমে, [Ctg.B'22]

$Q = 2xy^2z^3 - 4xy$ ও $\vec{V} = (y^2\cos x + z^3)\hat{i} + (2y\sin x - 4)\hat{j} + (3xz^2 + 2)\hat{k}$।

(গ) (1, – 1, 2) বিন্দুতে ঐ অঞ্চলের তাপমাত্রার গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ঐদিন ঐ অঞ্চলের বাতাসে কোনো ঘূর্ণন ছিলো কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

ঐ অঞ্চলের তাপমাত্রা, $Q = 2xy^2z^3 - 4xy$

আমরা জানি, $\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}$

গ্রেডিয়েন্ট, $\vec{\nabla}Q = \left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right)\cdot(2xy^2z^3 - 4xy)$

$= \frac{\delta}{\delta x}(2xy^2z^3 - 4xy)\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}(2xy^2z^3 - 4xy)\hat{j} +$

$\frac{\delta}{\delta z}(2xy^2z^3 - 4xy)\hat{k}$

$= (2y^2z^3 - 4y)\hat{i} + (4xyz^3 - 4x)\hat{j} + (6xy^2z^2 - 0)\hat{k}$

এখন, $(1, -1, 2)$ বিন্দুতে

$\therefore \vec{\nabla}Q(1,-1,2) = \{2(-1)^2\cdot 2^3 - 4(-1)\}\hat{i} +$

$\{4\cdot 1(-1)\cdot 2^3 - 4\cdot 1\}\hat{j} + \{6\cdot 1(-1)^2\cdot 2^2\}\hat{k}$

$= 20\hat{i} - 36\hat{j} + 24\hat{k}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

ঐ দিন ঐ অঞ্চলের বাতাসের বেগ,

$\vec{v} = (y^2\cos x + z^3)\hat{i} + (2y\sin x - 4)\hat{j} + (3xz^2 + 2)\hat{k}$

আমরা জানি,

$\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}$

বাতাসে কোণ ঘূর্ণন ছিল কিনা সেটা Curl এর উপর নির্ভর করে।

$\therefore \text{Curl}\,\vec{v} = \vec{\nabla}\times\vec{V}$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\delta}{\delta x} & \frac{\delta}{\delta y} & \frac{\delta}{\delta z} \\ y^2\cos x + z^3 & 2y\sin x - 4 & 3xz^2 + 2 \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}\left\{\frac{\delta}{\delta y}(3xz^2 + 2) - \frac{\delta}{\delta z}(2y\sin x - 4)\right\} -$

$\hat{j}\left\{\frac{\delta}{\delta x}(3xz^2 + 2) - \frac{\delta}{\delta z}(y^2\cos x + z^3)\right\}$

$+\hat{k}\left\{\frac{\delta}{\delta x}(2y\sin x - 4) - \frac{\delta}{\delta y}(y^2\cos x + z^3)\right\}$

$= \hat{i}(0 - 0) - \hat{j}(3z^2 - 3z^2) + \hat{k}(2y\cos x - 2y\cos x) = 0$

যেহেতু $\text{Curl}\,\vec{V} = 0$,

তাই ঐ দিন বাতাসে কোনো ঘূর্ণন ছিল না।

04. $p(x,y,z) = 2xy^4 - x^2z$ একটি স্কেলার রাশি এবং $\vec{A}$ $(2x + y)\hat{i} + (3y + z^2)\hat{j} + (-5z + x)\hat{k}$ একটি ভে রাশি এবং $\vec{B} = (6xy + z^3)\hat{i} + (3x^2 - z^2)\hat{j} + (3xz^2 - y$ অপর একটি ভেক্টর রাশি। [SB'2

(গ) $(2, -1, -2)$ বিন্দুতে p এর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যে কো সলিনয়ডাল এবং কোনটি অঘূর্ণনশীল তা গাণি বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর।

(গ) **উত্তর:** $p(x,y,z) = 2xy^4 - x^2z$

p এর গ্রেডিয়েন্ট,

$\vec{\nabla}p = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)(2xy^4 - x^2z)$

$= 2y^4\hat{i} - 2xz\hat{i} + 8xy^3\hat{j} - x^2\hat{k}$

$\therefore (2, -1, -2)$ বিন্দুতে Grad (p)

$= 2\times(-1)^4\hat{i} - 2\times 2\times(-2)\hat{i} + 8\times 2\times(-1)^3\hat{j} -$

$= 2\hat{i} + 8\hat{i} - 16\hat{j} - 4\hat{k}$

$= 10\hat{i} - 16\hat{j} - 4\hat{k}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** $\vec{A}$ এর Divergence $= \vec{\nabla}\cdot\vec{A}$

$= \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot\{(2x + y)\hat{i} + (3y + z^2)\hat{j} + (-5z + x)\hat{k}$

$= 2 + 3 - 5 = 0$

$\vec{B}$ এর Divergence

$= \vec{\nabla}\cdot\vec{B}$

$= \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot\{(6xy + z^3)\hat{i} + (3x^2 - z^2)\hat{j} + (3xz^2 - y$

$= 6y + 6xz$

$\therefore \vec{A}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল।

এখন,

$$\vec{A}\text{ এর Curl} = \vec{\nabla}\times\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2x + y & 3y + z^2 & -5z + \end{vmatrix}$$

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

আবার, $\vec{B}$ এর Curl $= \vec{\nabla}\times\vec{B}$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 6xy + z^3 & 3x^2 - z^2 & 3xz^2 - y \end{vmatrix}$$

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

$= (2z - 1)\hat{i}$ $\therefore \vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর কোনোটিই অঘূর্ণনশীল নয়।

CamScanner

05. তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 4\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$,

$\vec{B} = 2\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ এবং

$\vec{C} = x^2y\hat{i} + y^2z\hat{j} + z^2x\hat{k}$। [Ctg.B'19]

(ঘ) উদ্দীপকের $\vec{C}$ ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) উত্তর: $\vec{\nabla} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x^2y & y^2z & z^2x \end{vmatrix}$

$= \hat{i}\left\{\frac{\partial}{\partial y}(z^2x) - \frac{\partial}{\partial z}(y^2z)\right\} - \hat{j}\left\{\frac{\partial}{\partial x}(z^2x) - \frac{\partial}{\partial z}(x^2y)\right\}$

$+\hat{k}\left\{\frac{\partial}{\partial x}(y^2z) - \frac{\partial}{\partial y}(x^2y)\right\}$

$= -y^2\hat{i} - z^2\hat{j} - x^2\hat{k}$

$\therefore \vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{C})$

$= \frac{\partial}{\partial x}(-y^2) + \frac{\partial}{\partial y}(-z^2) - \frac{\partial}{\partial z}(-x^2)$

$= 0 + 0 + 0 = 0$

$\therefore \vec{C}$ ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য।

06. তিনটি ভেক্টর যথাক্রমে, $\vec{V} = (-4x - 3y + az)\hat{i}$

$+(bx + 3y + 5z)\hat{j} + (4x + cy + 3z)\hat{k}$

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

[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]

(গ) উদ্দীপকের $\vec{V}$ ভেক্টরটি a, b ও c এর কোন মানের জন্য অঘূর্ণনশীল হবে? ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

$\vec{V} = (-4x - 3y + az)\hat{i} + (bx + 3y + 5z)\hat{j}$

$+(4x + cy + 3z)\hat{k}$

ভেক্টর ক্ষেত্রটি অঘূর্ণনশীল হবে। যদি $\vec{V}$ এর curl শূন্য হয়।

Curl $\vec{V} = 0 \Rightarrow \vec{\nabla} \times \vec{V} = 0$

$\Rightarrow \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ -4x - 3y + az & bx + 3y + 5z & 4x + cy + 3z \end{vmatrix} = 0$

$\Rightarrow \hat{i}(c - 5) - \hat{j}(4 - a) + \hat{k}(b + 3) = 0 = 0\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k}$

উভয় পক্ষে, $\hat{i}, \hat{j}$ ও $\hat{k}$ এর সহগ সমীকৃত করে পাই,

$c - 5 = 0 \therefore c = 5$

$4 - a = 0 \therefore a = 4$

$b + 3 = 0 \therefore b = -3$ **(Ans.)**

নিজে করো

07. তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$,

$\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং

$\vec{C} = (6xy + z^3)\hat{i} - (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$।

[RB'22]

(ঘ) উদ্দীপকে $\vec{C}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল কিনা যাচাই কর।

[Ans. ভেক্টরটি ঘূর্ণনশীল]

08. দেওয়া আছে, একটি ভেক্টর ক্ষেত্র-

$\vec{A} = (6xy + z^3)\hat{i} + (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$।

[BB'22]

(গ) $(2, 1, -1)$বিন্দুতে $\vec{A}$ এর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর।

[Ans: ভেক্টর রাশির গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় অসম্ভব]

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও যে $\vec{A}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল নাকি সংরক্ষণশীল হবে?

[Ans: ভেক্টরটি সংরক্ষণশীল]

"অনেক মানুষ নিজে সঠিক হওয়ার চেষ্টা না করে সঠিক মানুষের সন্ধান করছে।"

- Gloria Steinem

- CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	ভেক্টরের প্রকারভেদ ও আয়ত একক ভেক্টর দ্বারা ভেক্টরের প্রকাশ	48	11	32	DB'24, 23, 22, 21. RB'24, 23, 21, 19, 17. Ctg.B'24, 22, 21, 19, 17. SB'24, 22, 21. CB'24, 23, 22, 21, 19, 17. Din.B'24, 23, 22, 21, 17. BB'24, 22, 21,19, 17. JB'24, 23, 22, 19, 17, 16. MB'24, 23, 21.	DB'24, 22, 21, 17. Ctg.B'24, 23, 21; Din.B'24, 23, 22, 21; SB'24, 21, 19; CB'24, 23, 17; JB'24, 23, 22, 21, 17. MB'24, 23, 22, 21;RB'21, 17; BB'23, 22, 21, 17;
✪✪✪	T-02	দুইটি ভেক্টরের লব্ধি	2	11	25	RB'24, MB'24, 21; DB'17; 22, 19; Ctg.B'23; SB'23, 21. BB'23, 22, 19; CB'21; Din.B'22; JB'22	CB'24, 23, 22, 17; BB'24, 21, 17; Ctg.B'24, 21, 17; RB'19; SB'23, 21, 19, 17 Din.B'23, 22, 21, 19, 17; JB'22, 21; DB'21, 17.
✪✪✪	T-03	ভেক্টরের উপাংশ	2	15	18	Ctg.B'24, 23, 22; BB'24, 17; CB'23, 22, 16; RB'22, 21; SB'22, 17, 16; DB'21; JB'21; Din.B'21;	Ctg.B'24. SB'24; MB'24, 21; CB'22, 21; Din.B'21; JB'23, 21.
✪	T-04	নদী ও স্রোত	-	3	3	RB, Din.B, MB'23.	SB'23; JB'17.
✪✪	T-05	ভেক্টর বিয়োগ ও আপেক্ষিক বেগ	1	1	5	RB'19; BB'19.	JB'24, 19; SB'24, 17; RB'23.
✪	T-06	দুইয়ের অধিক ভেক্টরের লব্ধি	2	2	-	MB'23; RB'22; Din.B'22; BB'19.	-
✪✪✪	T-07	ভেক্টরের ডট গুণন	1	2	31	DB'24 Ctg.B'22.	RB'24, 23, 22, 19; MB'24, 23, 22; SB'24, 22, 21; Ctg.B'23, 21, 19; BB'23, 21, 19, 17; CB'23, 22, 21, 19; Din.B'23, 21, 19, 17; JB'22, 21; DB'21, 17.
✪	T-08	দিক কোসাইন	-	-	4	-	BB'24; DB'22, 17; Din.B'17;
✪✪✪	T-09	ভেক্টরের ক্রস গুণন	1	4	33	CB'24; RB'24; BB'21; JB'21; Ctg.B'19.	DB'24, 23, 21, 18; JB'24, 23, 21, 19,18, 17; Din.B'24, 22, 18; MB'22; BB'24, 21, 17; CB'24, 21; RB'23, 22, 21, 19, 18, SB'23, 22; Ctg.B'22, 21;
✪✪✪	T-10	ভেক্টর ক্যালকুলাস	15	4	16	DB'24, 23, 22, 21, 17; Din.B'24, 23; JB'24; RB'23; SB'23, 22, 17; BB'23, 22; CB'22, 19; MB'22.	RB'24; JB'24, 23, 22, 19; DB'24, 22; 23, 22; BB'23, 22, 19, 17; Ctg.B'17. Din.B'22;

CamScanner

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সমতলীয় ভেক্টরের সংজ্ঞা দাও। [RB, Din.B, MB'23]
উত্তর: দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই তলে অবস্থান করলে, তাদেরকে সমতলীয় ভেক্টর বলে।

02. ল্যাপ্লাসিয়ান অপারেটর কাকে বলে? [BB'23]
উত্তর: কোনো স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্টের ডাইভারজেন্সকে ল্যাপ্লাসিয়ান অপারেটর বলে।

03. স্কেলার ক্ষেত্র কাকে বলে? [Din.B'23]
উত্তর: কোনো ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট ভৌত গুণ যদি স্কেলার হয়, তবে ঐ ক্ষেত্রকে স্কেলার ক্ষেত্র বলে।

04. বিসদৃশ ভেক্টর কী? [MB'23]
উত্তর: সমজাতীয় দুটি ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করলে তাদেরকে বিসদৃশ ভেক্টর বলে।

05. একক ভেক্টর কাকে বলে?
[DB'23, JB'22; CB'22, 21; CB'21; RB'17]
উত্তর: যে ভেক্টরের মান এক একক তাকে একক ভেক্টর বলে।

06. ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স কাকে বলে?
[DB'23, CB'22, 19]
উত্তর: ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স হলো একটি স্কেলার মান, যা ভেক্টর ক্ষেত্রের নির্দিষ্ট বিন্দুতে ফ্লাক্সের মান নির্দেশ করে।

07. অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? [DB'24; RB'24, 23, 21; Ctg.B'24, 21, 17; SB'24, 21; BB'21; CB'24; Din.B'24, 21; MB'24; JB' 23, 21, SB'22]
উত্তর: প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্ণয় বা নির্দেশ করা হয়, তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

08. ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লেখ। [Ctg.B'23, RB'22]
উত্তর: যদি কোনো ত্রিভুজের দুটি বাহু একই ক্রমে ও মানে দুটি ভেক্টর রাশিকে নির্দেশ করে, তাহলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধি নির্দেশ করবে।

09. গ্রেডিয়েন্ট কাকে বলে? [SB'23, DB'21, 17]
উত্তর: গ্রেডিয়েন্ট হলো একটি ভেক্টরক্ষেত্র যা অদিক রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হার প্রকাশ করে।

10. তল ভেক্টর কাকে বলে? [SB'23, 21]
উত্তর: যেকোনো তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব বরাবর একটি ভেক্টর যার মান তলটির ক্ষেত্রফলের সমান, তাকে ঐ তলের তল ভেক্টর (Area Vector) বা ক্ষেত্র ভেক্টর বলে।

11. কার্লের সংজ্ঞা দাও। [Din.B'24; BB'23, 22, SB'22, SB'17]
উত্তর: কার্ল হল একটি ভেক্টর রাশি, যার মাধ্যমে কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের নির্দিষ্ট বিন্দুতে ঘূর্ণনের মান ও দিক জানা যায়।
$\vec{V}(x, y, z)$ একটি ভেক্টরক্ষেত্র হলে, Curl $\vec{V} = \vec{\nabla} \times \vec{V}$

12. বিপ্রতীপ ভেক্টর কাকে বলে? [CB'23, RB'19]
উত্তর: দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের মান একটি অপরটির গুণাত্মক বিপরীত/বিপ্রতীপ হলে তাদের বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

13. সমান ভেক্টর কী? [DB'22]
উত্তর: একই দিকে ক্রিয়ারত দুটি সমজাতীয় ভেক্টরের মান সমান হলে, তাদেরকে সমভেক্টর বা সমান ভেক্টর বলে।

14. ডট গুণন কী? [Ctg.B'22]
উত্তর: দুটি ভেক্টর রাশির গুণনে গুণফল একটি স্কেলার রাশি হলে এই গুণনকে স্কেলার বা ডট গুণন বলে।

15. সরণ ভেক্টর কী? [Ctg.B'22; BB'21]
উত্তর: রৈখিক বা সরল পথে কোনো নির্দিষ্ট বস্তুকণার অতিক্রান্ত দূরত্ব প্রকাশক ভেক্টরকে সরণ ভেক্টর বলে এবং এর দিক হয় আদিবিন্দু হতে শেষবিন্দুর দিকে।

16. স্বাধীন ভেক্টর কী? [BB'22; JB'17]
উত্তর: কোনো ভেক্টর রাশির পাদবিন্দু কোথায় হবে তা যদি ইচ্ছেমতো পছন্দ করা যায়, তবে সেই ভেক্টরকে স্বাধীন ভেক্টর বলে।

17. সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [Din.B'22]
উত্তর: সমজাতীয় দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে সদৃশ ভেক্টর বলে।

18. ভেক্টর অপারেটর কী? [DB'24; MB'22]
উত্তর: ভেক্টর ক্যালকুলাসে ব্যবহৃত অপারেটরসমূহকে ভেক্টর অপারেটর বলে।

19. আয়ত একক ভেক্টর কাকে বলে?
[BB'24, 19; JB'24, 16; DB'21; Ctg.B'19]
উত্তর: ভেক্টর ও ত্রিমাত্রিক কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্মক X, Y ও Z অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয়, তা আয়ত একক ভেক্টর।

20. নাল ভেক্টরের সংজ্ঞা দাও। [RB'21; MB'21; BB'17]
উত্তর: যে ভেক্টরের মান শূন্য বা যার কোনো নির্দিষ্ট দিক থাকে না, তাকে নাল বা শূন্য ভেক্টর বলে। এর পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই হয়।

21. আপেক্ষিক বেগ কাকে বলে? [BB'19]
উত্তর: দুটি চলমান বস্তুর একটির সাপেক্ষে অপরটির বেগকে আপেক্ষিক বেগ বলে।

22. ভেক্টর বিভাজন কী? [JB'21; SB'16]
উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টরে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াকে বলে ভেক্টর বিভাজন।

23. সীমাবদ্ধ ভেক্টর কী? [CB'24; JB'19]
উত্তর: যে ভেক্টরের আদি বিন্দু নির্দিষ্ট অর্থাৎ, যে ভেক্টরের আদি বিন্দু ইচ্ছেমতো পছন্দ করা যায় না, তা সীমাবদ্ধ ভেক্টর।

24. ডান-হাতি স্ক্রু নিয়মটি বিবৃত কর। [CB'17]
উত্তর: দুইটি ভেক্টরের সমতলে একটি ডানহাতি স্ক্রুকে লম্বভাবে স্থাপন করে প্রথম ভেক্টর থেকে দ্বিতীয় ভেক্টরের দিকে ক্ষুদ্রতর কোণে ঘুরালে স্ক্রুটি যেদিকে অগ্রসর হবে, সে দিকই হলো ভেক্টরদ্বয়ের ক্রস গুণফলের দিক।

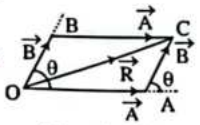
25. ন্যাবলা কী? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
উত্তর: ন্যাবলা একটি ভেক্টর অপারেটর। যার প্রতীক হচ্ছে $\vec{\nabla}$। ভেক্টর ক্যালকুলাসে বহুল ব্যবহৃত অপারেটর হচ্ছে ন্যাবলা।

26. সলিনয়ডাল ভেক্টর কী? [বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ]
উত্তর: যদি কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স শূন্য হয়, তবে ঐ ভেক্টরই সলিনয়ডাল ভেক্টর।

27. বিপরীত ভেক্টর কী? [বিএএফ শাহীন কলেজ]
উত্তর: বিপরীত দিকে ক্রিয়ারত দুটি সমজাতীয় ভেক্টরের মান সমান হলে, তাদেরকে একে অপরের বিপরীত ভেক্টর বলে।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. $\hat{i}\cdot\hat{i}\neq 0$ কেন? [DB'24]
উত্তর: $\hat{i}\cdot\hat{i}=1\times1\times\cos0°=1\ [\because|\hat{i}|=1]$
$\hat{i}$ ও $\hat{i}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 0° হওয়ায় এদের ডট গুণনের মান 0 হয়নি। কেননা দুইটি অশূন্য ভেক্টরের ডট গুণন তখনই 0 হয়, যখন তারা পরস্পর লম্ব হয়। অথাৎ, মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়।

02. ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্র, বিনিময় সূত্র মেনে চলে। -ব্যাখ্যা করো। [RB'24]
উত্তর:


ΔOAC তে, $\vec{A}+\vec{B}=\vec{R}$
$\therefore|\vec{A}+\vec{B}|=\sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\theta}$
ΔOBC তে, $\vec{B}+\vec{A}=\vec{R}$
$\therefore|\vec{B}+\vec{A}|=\sqrt{B^2+A^2+2BA\cos\theta}$
$\therefore\vec{A}+\vec{B}=\vec{B}+\vec{A}$
∴ সামন্তরিক সূত্র, বিনিময় সূত্র মেনে চলে।

03. দুইটি ভেক্টরের মান শূন্য না হলেও ডট গুণন শূন্য হতে পারে - ব্যাখ্যা করো। [SB'24]
উত্তর: দুটি ভেক্টরের মান শূন্য না হলেও তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে, তাদের ডট গুণন শূন্য হয়।
$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি অশূন্য ভেক্টর যাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে, $\vec{A}\cdot\vec{B}=|\vec{A}||\vec{B}|\cos90°=0$
তাই বলা যায়, দুইটি ভেক্টরের মান শূন্য না হলেও ডট গুণন শূন্য হতে পারে।

04. একটি ভেক্টর রাশিকে কীরূপে স্কেলার রাশি রূপে রূপান্তর করবে? ব্যাখ্যা করো। [JB'24]
উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে ডাইভারজেন্স করার মাধ্যমে স্কেলার রাশিতে রূপান্তর করা যায়। ডাইভারজেন্স দ্বারা কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি জানা যায়।
একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের ফাংশনকে, ভেক্টর অপারেটর $\vec{\nabla}$ এর সাথে ডট গুণন করার দ্বারা ডাইভারজেন্স নির্ণয় করা যায়। আর আমরা জানি, ডট গুণন করার মাধ্যমে আমরা ফলাফলে স্কেলার রাশি পাই। তাই এভাবেই ভেক্টর রাশিকে স্কেলারে রূপান্তর করা যায়।

05. $|\vec{A}\times\vec{B}|=\vec{A}\cdot\vec{B}$ হতে পারে কি? ব্যাখ্যা করো। [CB'2
উত্তর: $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 45° হলে,
$|\vec{A}\times\vec{B}|=\vec{A}\cdot\vec{B}$ হতে পারে।
$\Rightarrow|\vec{A}\times\vec{B}|=AB\sin\theta$ আবার, $\vec{A}\cdot\vec{B}=AB\cos\theta$
$|\vec{A}\times\vec{B}|=\vec{A}\cdot\vec{B}$ হলে, $\tan\theta=1\therefore\theta=45°$
∴ মধ্যবর্তী কোণ 45° হলে, $|\vec{A}\times\vec{B}|=\vec{A}\cdot\vec{B}$ হতে পারে।

06. $\vec{r}=5\hat{i}+3\hat{j}$ একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর– ব্যাখ্যা করো। [Din.B'
উত্তর: কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু যদি নির্দিষ্ট থাকে তবে তা সীমাবদ্ধ ভেক্টর বলে। $\vec{r}=5\hat{i}+3\hat{j}$ ভেক্টরটি XY কার্তেসীয় ত (5,3) বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর নির্দেশ করে। অবস্থান ভেক্টে পাদবিন্দু (মূলবিন্দু) নির্দিষ্ট। তাই $\vec{r}$ সীমাবদ্ধ ভেক্টর।

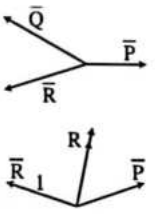
07. $\hat{j}\times\hat{k}$ একটি একক ভেক্টর– ব্যাখ্যা করো। [Din.B'
উত্তর: আমরা জানি, $\hat{j}\times\hat{k}=\hat{i}$
যা x-অক্ষ বরাবর একক ভেক্টর; কেননা তার মান 1 একক। ত
$\hat{j}\times\hat{k}$ একটি একক ভেক্টর।

08. দেখাও যে, $\hat{i}\times\hat{j}=\hat{k}$। [MB'
উত্তর: ক্রস গুণনের ক্ষেত্রে ভেক্টরদ্বয় দ্বারা গঠিত তলের উপর একটি ভেক্টর পাওয়া যায়। $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ দ্বারা গঠিত XY তলের উপর দিক z অক্ষ বরাবর। আর ডানহাতি স্ক্রু নিয়মানুযায়ী, $\hat{i}\times\hat{j}$ দিক হয় ধনাত্মক z অক্ষ বরাবর। ধনাত্মক z অক্ষ বরাবর এক ভেক্টর হলো $\hat{k}$ তাই
$\hat{i}\times\hat{j}=|\hat{i}|\cdot|\hat{j}|\cdot\sin90°\,\hat{k}=(1\times1\times1)\hat{k}=\hat{k}$

09. কোনো প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয়ে ডাইভারজেন্স ভূমিকা আছে কি-না? ব্যাখ্যা কর। [RB'
উত্তর: ভেক্টর ডিফারেনশিয়াল অপারেটর 'ডেল' ও কোনো ভে রাশির ডট গুণনকে ডাইভারজেন্স বলে।
$\vec{\nabla}.\vec{V}$ দ্বারা একক সময়ে কোনো তরল পদার্থের ঘনত্ব পরিবর্তনের হার প্রকাশিত হয়। ঘনত্ব যেহেতু আয়তনের উ নির্ভরশীল, তাই বলা যায় যে, প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্ত নির্ণয়ে ডাইভারজেন্সের ভূমিকা আছে, ডাইভারজেন্সের মান-
(i) ধনাত্মক হলে বুঝায়, প্রবাহীর আয়তন বৃদ্ধি পায় বা ঘনত্ব হ্রাস পায়।
(ii) ঋনাত্মক হলে বুঝায়, প্রবাহীর আয়তন হ্রাস পায় বা ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়।
(iii) শূন্য হলে বুঝায়, প্রবাহীর আয়তন বা ঘনত্ব পরিবর্তন হচ্ছে না।

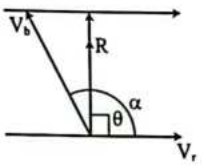
10. দুইয়ের অধিক ভেক্টরের লব্ধি সামান্তরিকের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায় কি? ব্যাখ্যা কর। [BB'23]

উত্তর: দুইয়ের অধিক ভেক্টরের লব্ধি-সামান্তরিকের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়। এক্ষেত্রে প্রথমে যেকোনো দুটি ভেক্টরের লব্ধি সামান্তরিকের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়। তা $\vec{R}_1$ দিয়ে দেখানো হয়েছে। এই $\vec{R}_1$ ও $\vec{P}$ এর লব্ধিই আমাদের নির্ণেয় লব্ধি। এভাবে দুটি দুটি করে ভেক্টর নিয়ে তাতে সামান্তরিকের সূত্র ব্যবহার করে লব্ধি নির্ণয় করা যায়।



11. স্রোতের সাথে আড়াআড়িভাবে নদী পাড়ি দিতে নৌকা কীভাবে চালাতে হবে- ব্যাখ্যা করো। [RB, Din.B, MB'23]

উত্তর: আড়াআড়ি পার হওয়ার জন্য, $\theta = 90°$



এখন, $\tan\theta = \frac{v_b \sin\alpha}{v_r + v_b \cos\alpha}$

$\Rightarrow \tan 90° = \frac{v_b \sin\alpha}{v_r + v_b \cos\alpha}$

$\Rightarrow v_r + v_b \cos\alpha = 0$

$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{v_r}{v_b}\right)$

এখানে $-\frac{v_r}{v_b}$ ঋণাত্মক হওয়ায় $90° < \alpha < 180°$

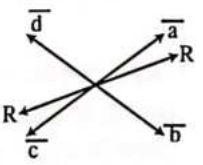
অতএব, স্রোতের দিকের সাথে $\cos^{-1}\left(-\frac{v_r}{v_b}\right)$ কোণে নৌকা চালালে আড়াআড়িভাবে নদী পার হতে পারবে।

12. একটি বিপ্রতীপ ভেক্টরকে সমরেখ ভেক্টর বলা যাবে কি? ব্যাখ্যা করো। [Din.B'23; CB'17]

উত্তর: দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই রেখায় বা সমান্তরালে ক্রিয়া করে, তাদেরকে সমরেখ ভেক্টর বলে। আবার, দুই বা ততোধিক সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে। উভয়ক্ষেত্রেই দুটি ভেক্টর পরস্পর সমান্তরাল থাকে। বিপ্রতীপ ভেক্টরের ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল থাকায় এরা সমরেখ ভেক্টরের শর্ত পূরণ করে। তাই তাদেরকে সমরেখ ভেক্টরও বলা যায়।

13. চারটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হবে- চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [MB'23]

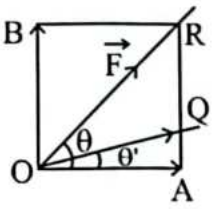
উত্তর: ধরি চারটি ভেক্টর $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}, \vec{d}$ চিত্রের মতো ক্রিয়া করে। এখন যেকোনো দুটি ভেক্টরের লব্ধি যদি অপর দুটি ভেক্টরের লব্ধির সমান ও বিপরীতমুখী হয় তবে মোট লব্ধি 0 হবে।



এর জন্য একই সরলরেখায় অবস্থিত দুটি ভেক্টর এর মান সমান ও দিক বিপরীতমুখী হতে হবে। অর্থাৎ, একই সরলরেখায় অবস্থিত দুটি ভেক্টরে লব্ধি শূন্য হতে হবে। এর জন্য চিত্রানুযায়ী, $\vec{a} = \vec{c}$ এবং $\vec{b} = \vec{d}$ হতে হবে। তাই লব্ধি শূন্য হওয়ার জন্য ভেক্টরগুলো এমনভাবে থাকতে হবে যাতে প্রতিজোড়াভেক্টর সমরেখ সমমান বিশিষ্ট এবং পরস্পর বিপরীতমুখী ভেক্টর হয়।

14. ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখার সুবিধা কী? [Ctg.B'24, 23; RB'22; Din.B'21; CB'16]

উত্তর: মনে করি, O বিন্দুতে ট্রলি ব্যাগের হাতল সংযুক্ত। বিভাজন পদ্ধতি দ্বারা O বিন্দুতে F কে দুটি উপাংশ বিভাজিত করা যায়। যথা, অনুভূমিক উপাংশ ও উল্লম্ব উপাংশে।

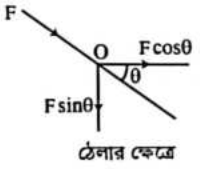


অনুভূমিক উপাংশ $= F\cos\theta$, এর দিক OA বরাবর। উল্লম্ব উপাংশ $= F\sin\theta$, এর দিক OB বরাবর। বলের অনুভূমিক উপাংশ $F\cos\theta$ ব্যাগটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়। হাতল যত বড় হবে, θ এর মান তত কম হবে। ফলে $F\sin\theta$ এর মান কম হবে এবং $F\cos\theta$ এর মান বেশি হবে অর্থাৎ, হাতল বেশি লম্বা হলে ব্যাগ টানা সহজ হয়। কেননা তাতে ব্যাগ দ্রুত সামনের দিকে এগিয়ে যায়।

15. লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ কেন? ব্যাখ্যা কর। [BB'24; CB'23; SB'22]

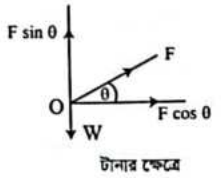
উত্তর: রোলারের ওজন $\vec{W}$ ও হাতলের ওপর প্রযুক্ত বল $\vec{F}$ হলে $\vec{F}$ বল রোলারের O বিন্দুতে অনুভূমিকের সাথে θ কোণে ক্রিয়াশীল।

ঠেলার ক্ষেত্রে, রোলারের আপাত ওজন, $W' = W + F\sin\theta$



ঠেলার ক্ষেত্রে

টানার ক্ষেত্রে, রোলারের আপাত ওজন, $W'' = W - F\sin\theta$



টানার ক্ষেত্রে

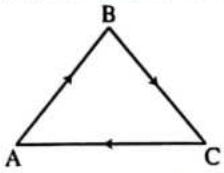
দেখা যাচ্ছে, টানার ক্ষেত্রে $(W'' < W')$ ওজন ঠেলা অপেক্ষা কম। যদি টানা ও ঠেলার ক্ষেত্রে একই বল একই কোণে প্রয়োগ করা হয়, তবে বলা যায়, টানা অপেক্ষা ঠেলায় ওজন বেশি। তাই লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ।

16. ভেক্টর অপারেটর স্কেলার রাশিকে ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করে- ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: কোনো স্কেলার রাশির উপর ভেক্টর অপারেটর (ডেল অপারেটর, $\vec{\nabla}$) ব্যবহার করলে একটি ভেক্টর রাশি পাওয়া যায়। এটিকে স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্ট বলা হয়। এই ভেক্টর রাশিটি একটি নির্দিষ্ট ভেক্টর ক্ষেত্রে স্কেলার রাশিটির পরিবর্তনের হার নির্দেশ করে। এভাবেই ভেক্টর অপারেটর স্কেলার রাশিকে ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করে।

17. তিনটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হয়? [RB'22]

উত্তর: তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হয় যখন কোনো ত্রিভুজের তিনটি বাহু একইক্রমে তিনটি ভেক্টর নির্দেশ করে।



উপরের চিত্রে ত্রিভুজ ABC এর ভেক্টরত্রয়ের লব্ধি হবে,
$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CA} = 0$

18. নৌকার গুণ টানার সময় দড়ি যত লম্বা হয় নৌকা তত দ্রুত চলে কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22; CB'22; JB'21]

উত্তর: গুণের দড়ি যত লম্বা হবে তা নৌকার গতির দিকের সাথে ততোকম কোণ উৎপন্ন করবে। θ এর মান কম হলে cos θ এর মান বেশি হবে। নৌকার গতির দিকের উপাংশ F cos θ ও বেশি হবে। এতে নৌকা সহজে টেনে নেওয়া যাবে। অর্থাৎ, দ্রুত চলবে।

19. নাল ভেক্টরের দিক ব্যাখ্যা কর। [BB'22; SB'21]

উত্তর: যে ভেক্টরের মান শূন্য তাকে নাল ভেক্টর বা শূন্য ভেক্টর বলে। একটি ভেক্টরের সাথে তার বিপরীত ভেক্টর যোগ করে বা দুটি সমান ভেক্টর বিয়োগ করে নাল ভেক্টর পাওয়া যায়। নাল ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই বিন্দুতে হয়। তাই নাল ভেক্টরের কোনো সুনির্দিষ্ট দিক নেই। নাল ভেক্টরকে সাধারণত $\vec{0}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

20. দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [JB'22, Din.B'22]

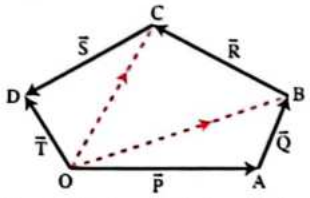
উত্তর: দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধির সর্বনিম্ন মান ভেক্টরদ্বয়ের বিয়োগফলের সমান। এক্ষেত্রে ভেক্টরদ্বয় সমান না হওয়ায় এদের বিয়োগফল লব্ধি অর্থাৎ, কখনোই শূন্য হতে পারবে না।

21. অবস্থান ভেক্টর একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'24; CB'22; SB'21; Din.B'17]

উত্তর: প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্ণয় বা নির্দেশ করা হয় তাকে বলে অবস্থান ভেক্টর। সীমাবদ্ধ ভেক্টরের পাদবিন্দু নির্দিষ্ট থাকে। ফলে পাদবিন্দুর অবস্থান পরিবর্তন করা যায় না। অবস্থান ভেক্টরের ক্ষেত্রেও পাদবিন্দু প্রসঙ্গ কাঠামোর মূলবিন্দুতে নির্দিষ্ট থাকে। তাই অবস্থান ভেক্টর একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর।

22. দুইয়ের অধিক ভেক্টর রাশির যোগের নিয়ম ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: দুইয়ের অধিক একজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি নির্ণয়ে বহুভুজ সূত্র ব্যবহৃত হয়। একই জাতীয় দুই এর অধিক ভেক্টর রাশির যোজনের ক্ষেত্রে ভেক্টরগুলোর একটির শীর্ষবিন্দুর উপর অপরটির পাদবিন্দু রেখে একইক্রমে সাজিয়ে প্রথম ভেক্টরের পাদবিন্দু থেকে শেষ ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু যোগ করলে যে বহুভুজ পাওয়া যায় তার শেষ বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টরগুলোর লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।



মনে করি, $\vec{P} = \overrightarrow{OA}, \vec{Q} = \overrightarrow{AB}, \vec{R} = \overrightarrow{BC}$ এবং $\vec{S} = \overrightarrow{CD}$ এবং $\vec{T} = \overrightarrow{OD}$ একই জাতীয় ভেক্টর। $\vec{P}$ এর শীর্ষবিন্দু A তে $\vec{Q}$ এর পাদবিন্দু রেখে একইক্রমে সবগুলো সাজিয়ে OABCD বহুভুজ অঙ্কন করা হলো। তাহলে বহুভুজের শেষ বাহু OD বিপরীতক্রমে ভেক্টরগুলোর লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।

অর্থাৎ, $\overrightarrow{OD} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$

$\therefore \vec{T} = \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} + \vec{S}$

23. ভেক্টরের ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্য কী কী? [DB'21]

উত্তর: ভেক্টর ডাইভারজেন্স একটি স্কেলার ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টরক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি (বহিঃ/অন্তঃ) জানা যায়।

ভেক্টর ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ:

(i) ডাইভারজেন্স দ্বারা একক আয়তনে কোনো দিক রাশির মোট কতটুকু ফ্লাক্স কোনো বিন্দু অভিমুখী বা অভিসারী হচ্ছে তা প্রকাশ করে। $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ বা div $\vec{V}$ দ্বারা তরল পদার্থের ঘনত্ব পরিবর্তনের হার বুঝায়।

(ii) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ এর মান (+)ve হলে আয়তন বৃদ্ধি বা ঘনত্ব হ্রাস বুঝায়।

(iii) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ এর মান (–)ve হলে আয়তন সংকোচন বা ঘনত্ব বৃদ্ধি বুঝায়।

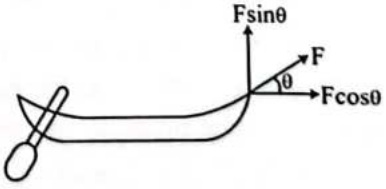
(iv) Divergence = 0 হলে আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয় এক্ষেত্রে ভেক্টরক্ষেত্রকে সলিনয়ডাল বলে।



Divergence (+)ve (–) ve divergence Zero divergence (Solenoidal)

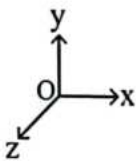
24. নৌকার গুণ টানার ক্ষেত্রে বৈঠার প্রয়োজনীয়তা কী? ব্যাখ্যা কর [DB'21]

উত্তর: নৌকাকে F বলে টানা হলে এর উপাংশ F cos θ নৌকাকে সামনে এগিয়ে নিয়ে যায়, আর F sin θ উপাংশ নৌকাকে পাড়ের দিকে টানে। F sin θ উপাংশকে প্রতিহত করতে বৈঠা প্রয়োজন হয়। বৈঠা দিয়ে পাড় বরাবর উপাংশ প্রশমিত করে নৌকা সামনের দিকে এগিয়ে যায়।



25. "আয়ত একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট হলেও একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট নয়"-ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: যে ভেক্টর রাশির মান এক একক, তা একক ভেক্টর। কোনো ভেক্টরকে তার মান দিয়ে ভাগ করলে একক ভেক্টর পাওয়া যায় এবং সেই একক ভেক্টরের দিক হয় ঐ ভেক্টরের দিকে বা তার সমান্তরালে।



কিন্তু ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্মক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয়, তাদেরকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

এই স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় x-অক্ষের ধনাত্মক দিক বরাবর একক ভেক্টর $\hat{i}$, y-অক্ষের ধনাত্মক দিক বরাবর একক ভেক্টর $\hat{j}$ ও z-অক্ষের ধনাত্মক দিক বরাবর একক ভেক্টর $\hat{k}$। $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ হল আয়ত একক ভেক্টর। এরা একক ভেক্টর হলেও দিক হয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় অক্ষত্রয়ের দিকে। অন্যদিকে, একক ভেক্টরের দিক ভেক্টর অনুযায়ী যেকোনো দিকে হতে পারে, তা নির্দিষ্ট নয়।

26. "কোনো ভেক্টরের বিপরীত ভেক্টর এবং বিপ্রতীপ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ সর্বদা একই হয়"–ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: দুটি ভেক্টরের পরমমান সমান কিন্তু অভিমুখ বিপরীত হলে তাদেরকে বিপরীত ভেক্টর বলে। যেমন: $\vec{P}$ ও $-\vec{P}$ পরস্পর বিপরীত ভেক্টর। অন্যদিকে, দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে। যেমন: $5\hat{i}$ ও $\frac{1}{5}\hat{i}$ পরস্পর বিপ্রতীপ ভেক্টর। দেখা যায়, বিপরীত ভেক্টরের দিক মূল ভেক্টরের বিপরীত দিকে কিন্তু বিপ্রতীপ ভেক্টরের দিক মূল ভেক্টরের দিকে। অর্থাৎ, কোনো ভেক্টরের বিপরীত ভেক্টর ও বিপ্রতীপ ভেক্টর এর দিক সর্বদা বিপরীত দিকে। তথা মধ্যবর্তী কোণ সর্বদা 180° হয়।

27. সমান ভেক্টর, সমান্তরাল ভেক্টর কিনা? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'21; CB'19]

উত্তর: দুটি ভেক্টর সমান হলে তাদের ধারকরেখা একই অথবা সমান্তরাল হয়। দুটি সমান ভেক্টরের আদি ও পাদবিন্দু অভিন্ন হলে এদের ধারকরেখা একই। অন্যথায়, দুটি সমান ভেক্টরের আদি ও পাদবিন্দু ভিন্ন কিন্তু সমান ভেক্টরের মান ও দিক একই হওয়ায় এদের ধারকরেখা সমান্তরাল হয়। এক্ষেত্রে, সমান ভেক্টর দুটি সমান্তরাল ভেক্টরও হয়।

28. $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° এর চেয়ে কম হওয়া সম্ভব নয়–ব্যাখ্যা কর। [BB'21]

উত্তর: $\hat{i}$ হচ্ছে x-অক্ষ বরাবর একক ভেক্টর। $\hat{j}$ হচ্ছে y-অক্ষ বরাবর একক ভেক্টর। x-অক্ষ এবং y-অক্ষ এর মধ্যবর্তী কোণ 90°। তাই $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° এর কম হওয়া সম্ভব নয়।

29. দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে না– ব্যাখ্যা কর। [RB'24; BB'21]

উত্তর: দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না। কারণ $\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin\theta\, \hat{n}$ । এখানে, $\hat{n}, \vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক নির্দেশ করে। $\vec{A} \times \vec{B}$ এবং $\vec{B} \times \vec{A}$ এর মান সমান কিন্তু দিক বিপরীতমুখী। অর্থাৎ, $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$। $\therefore$ ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না।

30. $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর।–ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: $\hat{k} \times \hat{k} = |k| \times |k| \sin 0° \hat{n} = 0\hat{n}$; $\therefore |\hat{k} \times \hat{k}| = 0$। $\hat{k} \times \hat{k}$ ভেক্টরের মান শূন্য। তাই $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর।

31. একই তলে ক্রিয়াশীল দুটি ভেক্টরকে ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং বিপরীত দিকে ঘোরালে লব্ধির দিক একই হবে কিনা ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: একই তলে ক্রিয়াশীল দুটি ভেক্টরের একটিকে α কোণে ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং বিপরীত দিকে ঘোরালে লব্ধির মান সমান হলেও দিক সমান হবে না। কারণ লব্ধি যদি কোনো ভেক্টরের সাথে θ কোণ তৈরি করে তবে,

ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘোরালে: $\text{Tan}\,\theta_1 = \frac{P\sin(-\alpha)}{Q+P\cos(-\alpha)}$

$\tan\theta_1 = \frac{-P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha} \Rightarrow \theta_1 = \tan^{-1}\frac{-P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha}$

ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘোরালে,

$\text{Tan}\,\theta_2 = \frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha} \Rightarrow \theta_2 = \tan^{-1}\frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha}$

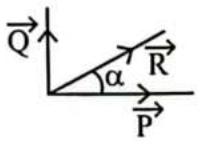
$\therefore \theta_1 \neq \theta_2$

অর্থাৎ, লব্ধির দিক একই হবে না।

32. লম্বাংশের সাহায্যে ভেক্টর রাশির যোজন ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]

উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে পরস্পর লম্ব দুটি উপাংশে বিভক্ত করা হলে তাদের লম্বাংশ বলে।

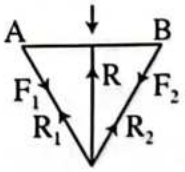
একটি ভেক্টর $\vec{R}$ কে দুটি লম্ব উপাংশ $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ এ বিভক্ত করা হলো। $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ হচ্ছে $\vec{R}$ এর লম্বাংশ।



এদের ভেক্টর যোজন, $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} = R\cos\alpha\hat{i} + R\sin\alpha\hat{j}$

33. পাখি ওড়ার ক্ষেত্রে ভেক্টর যোজন নীতি ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: পাখি ওড়ার সময় সামান্তরিক সূত্র মেনে চলে। A ও B বিন্দু দুটি পাখির ডানার প্রান্ত নির্দেশ করে। তবে ডানা দুটি দিয়ে পাখিটি যথাক্রমে F_1 ও F_2 বল প্রয়োগ করে এবং বিপরীত দিকে প্রতিক্রিয়া বল R_1 ও R_2 অনুভব করে। R_1 এবং R_2 এর লব্ধি R পাখিটিকে ওড়ার ক্ষেত্রে সাহায্য করে।

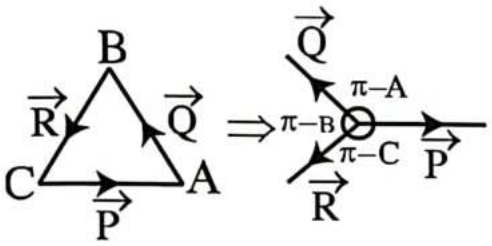


34. বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও একজন সাইকেল আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করেন কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

উত্তর: সাইকেলে চলার সময় বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও আরোহীর সাপেক্ষে বাতাসের আপেক্ষিক বেগ বিদ্যমান থাকে। সাইকেল চলার সময় সাইকেল যেদিকে যায়, আরোহীর কাছে মনে হয় বায়ু তার বিপরীত দিকে যাচ্ছে (যদি বায়ু প্রকৃতপক্ষে স্থির থাকে)। তাই বিপরীত দিকে বায়ুর আপেক্ষিক বেগের কারণে আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করে।

35. একইক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। [MB'24; BB'19]

উত্তর: এখন, একইক্রমে ক্রিয়াশীল $\vec{P}, \vec{Q}$ ও $\vec{R}$ তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হবে যদি এদের যেকোনো দুটি লব্ধির মান অপরটির সমান কিন্তু বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল হয়।



সুতরাং, একইক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে।

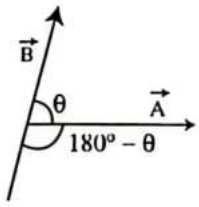
36. একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হতে পারে কি না তা ব্যাখ্যা কর। [RB'19; DB'17]

উত্তর: ধরি, দুইটি ভেক্টর $\vec{A}, \vec{B}$ এবং তাদের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান।

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

$\Rightarrow \sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\theta}$

$= \sqrt{A^2+B^2+2AB\cos(180^\circ-\theta)}$



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

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

$\Rightarrow ABcos\theta = 0$

$\therefore A = 0,$

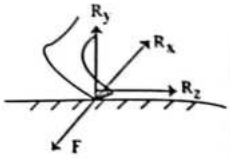
অথবা, $B = 0,$

অথবা $\theta = 90^\circ$

সুতরাং, যেকোনো একটি নাল ভেক্টর হলে অথবা তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে ভেক্টরদ্বয়ের যোগফল ও বিয়োগফল সমান হওয়া সম্ভব।

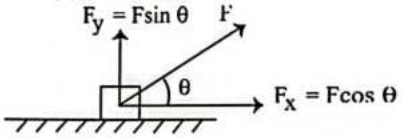
37. আমাদের পায়ে হাঁটা কীভাবে ভেক্টর বিভাজনের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায়? [SB'1

উত্তর: হাঁটার সময় আমরা মাটিতে তীর্যকভাবে বল প্রয়োগ করি। মাটিও একই বলে আমাদের ধাক্কা দেয়। ধরি, মাটির প্রতিক্রিয়া বল R। এই বলের অনুভূমিক উপাংশ (R_x) আমাদের সামনে নিয়ে যায় এবং উল্লম্ব উপাংশ (R_y) ওজনকে প্রশমিত করে।



38. একটি ভারী বস্তুকে স্বল্প কোণে টেনে নেওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [BB'1

উত্তর: কোনো বস্তুকে F বলে θ কোণে টানলে বস্তুর উপর ক্রিয়ারত অনুভূমিক বল, $F_x = F\cos\theta$।



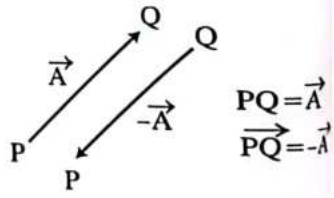
এই বলটিই বস্তুটিকে সামনে নিয়ে যায়। সুতরাং, F_x যত বে হবে বস্তুকে সামনে নিয়ে যাওয়া তত সহজ হবে। কোণের ম কম হলে, cos θ এর মান বৃদ্ধি পাবে। ফলে F_x- ও বাড়বে। ত ভারী বস্তুকে টানার সময় স্বল্প কোণে টানা হয়।

39. গ্রেডিয়েন্ট বলতে কী বোঝায়? [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলে

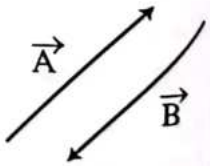
উত্তর: ভেক্টর অপারেটর $\vec{\nabla}$ কোনো স্কেলার ফাংশন (φ) এর উ অপারেট করলে যে রাশি পাওয়া যায় তাকে, (x, y, z) অবস্থা ঐ রাশির গ্রেডিয়েন্ট বলে।

40. সকল বিপরীত ভেক্টর বিসদৃশ ভেক্টর হলেও সকল বিসদৃশ ভে বিপরীত ভেক্টর নয়– ব্যাখ্যা করো। [বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাক

উত্তর: বিপরীত ভেক্টর: নির্দিষ্ট দিক বরাবর কোনো ভেক্টরকে ঋণাত্মক ধরলে, তার বিপরীত দিকে সমমানের সমজাতীয় ভেক্টরকে বিপরীত ভেক্টর বলে।



বিসদৃশ ভেক্টর: সমজাতীয় দুটি ভেক্টর যদি বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদেরকে বিসদৃশ ভেক্টর বলে। চিত্রে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ বিসদৃশ ভেক্টর।



তাই, সকল বিপরীত ভেক্টরই বিসদৃশ ভেক্টর কেননা তাদের দি বিপরীত। কিন্তু সকল বিসদৃশ ভেক্টর বিপরীত ভেক্টর নয়, কার এক্ষেত্রে দিক বিপরীত হলেও ভেক্টরদ্বয়ের মান সমান নাও হ পারে।

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. নিচের কোনটিতে সবগুলো ভেক্টর রাশি? [DB'24]
(a) ভর, সময়, বেগ
(b) বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, ত্বরণ, কৌণিক ভরবেগ
(c) চৌম্বক ক্ষেত্র, টর্ক, কৌণিক সরণ
(d) চাপ, বল, তাপমাত্রা

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি দেয়াল ঘড়ি পশ্চিম দেয়ালে টাঙানো আছে। যদি ঘণ্টার কাঁটাকে $\vec{P}$ এবং মিনিটের কাঁটাকে $\vec{Q}$ দ্বারা নির্দেশ করা হয়, তাহলে-

02. ১২টা ১৫ মিনিটে $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর দিক হবে- [DB'24]
(a) পূর্ব দিকে (b) পশ্চিম দিকে
(c) উত্তর দিকে (d) দক্ষিণ দিকে

03. ঘড়িতে যখন ১২টা বাজে ঐ মুহূর্তে- [DB'24]
(a) $\vec{P} \times \vec{Q} = 0$ (b) $\vec{P}.\vec{Q} = 0$
(c) $|\vec{P} \times \vec{Q}| = PQ$ (d) $\vec{P}.\vec{Q} = -PQ$

04. $\vec{\nabla} \times \vec{A} = 0$ হলে- [DB'24]
(i) $\vec{A}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি অঘূর্ণনশীল
(ii) $\vec{A}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি সংরক্ষণশীল
(iii) $\vec{A}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি সলিনয়েডাল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. যদি $\vec{A}$ একটি ভেক্টর ক্ষেত্র হয় তবে $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A})$ এর মান কত? [RB'24]
(a) 3 (b) 2 (c) 1 (d) 0

06. দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর স্কেলার গুণফল 18 এবং ভেক্টর গুণফলের মান $6\sqrt{3}$। $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [RB'24]
(a) 120° (b) 90° (c) 60° (d) 30°

07. স্রোতযুক্ত নদীতে সর্বনিম্ন সময়ে ওপারে যেতে একজন সাঁতারুকে স্রোতের সাথে কত কোণে যাত্রা শুরু করতে হবে? [RB'24; JB'17]
(a) 45° (b) 60° (c) 90° (d) 120°

08. নিচের কোন ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষ বিন্দু একই? [Ctg.B'24; RB, JB, MB'21]
(a) সমান ভেক্টর (b) নাল ভেক্টর
(c) একক ভেক্টর (d) সমরেখ ভেক্টর

09. এক বিন্দুতে ক্রিয়াশীল $\vec{P}$ ও $\vec{P}$ এর ঋণ ভেক্টরের লব্ধির মান কত? [Ctg.B'24]
(a) 0 (b) 1 (c) $\sqrt{2}P$ (d) 2P

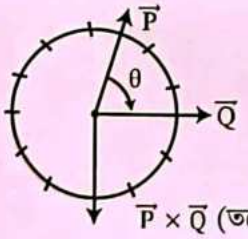
10. একটি ভেক্টর X-অক্ষের সাথে 30° কোণে ক্রিয়াশীল। Y-অক্ষ বরাবর উপাংশের মান 3 একক হলে X-অক্ষ বরাবর উপাংশের মান কত? [Ctg.B'24]
(a) $\sqrt{3}$ একক (b) একক (c) $3\sqrt{3}$ একক (d) 6 একক

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. c	02. b	03. a	04. a	05. d	06. d	07. c	08. b	09. a	10. c

01. চৌম্বক ক্ষেত্র, টর্ক, কৌণিক সরণ, ত্বরণ, কৌণিক ভরবেগ, বেগ-এ রাশিগুলোকে প্রকাশ করার জন্য এদের মান ও দিক উভয়েরই প্রয়োজন হয়।

02.



$\vec{P} \times \vec{Q}$ (তলের ভেতরের দিকে লম্বভাবে)

তাই $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর দিক পশ্চিমদিকে।

03. 12 টা বাজলে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ সমান্তরাল হয়ে যাবে। $\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = 0$ হবে।

04. কোনো ভেক্টর ফিল্ডের কার্ল শূন্য হলে ভেক্টর ফিল্ডটি অঘূর্ণনশীল ও সংরক্ষণশীল হয়। ডাইভারজেন্স শূন্য হলে, ভেক্টর ফিল্ডটি সলিনয়ডাল হয়।

05. ধরি, $\vec{A} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ $\text{Curl}\,\vec{A} = \vec{\nabla} \times \vec{A}$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} & x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k} & x\hat{i} + y\hat{z} + z\hat{k} \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}(y - z) - \hat{j}(x - z) + \hat{k}(x - y)$

$\text{Div}\,(\vec{\nabla} \times \vec{A}) = \vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{A})$

$= \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right) \cdot \{\hat{i}(y - z) + \hat{j}(x - z) + \hat{k}(x - y)\}$

$= 0 + 0 + 0 = 0$

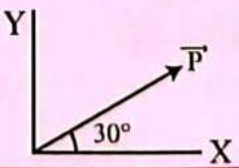
কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্লের ভাইভারজেন্স শূন্য হয়।

06. $AB\cos\theta = 18$
$AB\sin\theta = 6\sqrt{3}$
$\therefore \tan\theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$
$\therefore \theta = 30°$

07. $t = \frac{d}{v\sin\alpha}$; $\alpha = 90°$ হলে, t সর্বনিম্ন হবে।

09. $\vec{R} = \vec{P} + (-\vec{P}) = 0$

10.



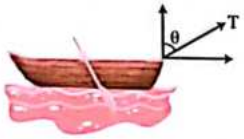
$\therefore P_y = p\sin 30° = 3$
$\therefore P = 6$ একক
$\therefore P_x = p\cos 30°$
$= 3\sqrt{3}$ একক

11. $\vec{B}$ এর উপর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ কোনটি? [Ctg.B'24]
(a) $B\cos\theta$ (b) $B\sin\theta$ (c) $A\cos\theta$ (d) $A\sin\theta$

12. $\hat{k}\times(\hat{j}+\hat{k})$ ভেক্টরটি হবে- [CB'24]
(a) $-\hat{i}$ (b) $\hat{i}$ (c) $\hat{k}$ (d) $\hat{j}$

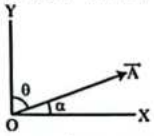
13. কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু নির্দিষ্ট করা থাকলে তাকে কী বলে? [CB'24; BB'23]
(a) সমরেখ ভেক্টর (b) স্বাধীন ভেক্টর
(c) নাল ভেক্টর (d) সীমাবদ্ধ ভেক্টর

14. নদীর দৈর্ঘ্য বরাবর চলমান ট্রলারে বাধা রশির টান T হলে- [CB'24]



(i) ট্রলারের হালদ্বারা নাকচ হয় $T\cos\theta$
(ii) ট্রলার সামনে এগিয়ে যায় $T\sin\theta$ দ্বারা
(iii) θ এর মান কমলে ট্রলারের বেগ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



$\vec{A}$ এর OX ও OY বরাবর উপাংশ যথাক্রমে $5\sqrt{3}$ ও 5 একক।

15. $\vec{A}$ এর মান কত? [BB'24]
(a) $10\sqrt{3}$ (b) 10 (c) $5\sqrt{3}$ (d) 5

16. α ও θ এর মধ্যে সম্পর্ক- [BB'24]
(a) $2\theta=\alpha$ (b) $\alpha=\frac{\theta}{3}$ (c) $\theta=2\alpha$ (d) $\theta=\frac{\alpha}{3}$

17. নিচের কোন ভেক্টরটি $\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}$ এর সমান্তরাল? [BB'24]
(a) $\hat{i}+\hat{k}$ (b) $\hat{j}+\hat{k}$ (c) $2\hat{i}+2\hat{j}$ (d) $2\hat{i}+2\hat{k}$

18. নিচের কোনটি ভেক্টরের বণ্টন সূত্র? [JB'24]
(a) $\vec{P}+\vec{Q}=\vec{Q}+\vec{P}$ (b) $(\vec{P}+\vec{Q})+\vec{R}=\vec{P}+(\vec{Q}+\vec{R})$
(c) $m(\vec{P}+\vec{Q})=m\vec{P}+m\vec{Q}$ (d) $\vec{P}-\vec{Q}=\vec{P}+(-\vec{Q})$

19. কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্ল শূন্য না হলে ক্ষেত্রটি হবে- [JB'24]
(i) ঘূর্ণনশীল (ii) অসংরক্ষণশীল (iii) সলিনয়ডাল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. কোনো সামন্তরিকের দুটি কর্ণ $\vec{A}=4\hat{i}-4\hat{j}+2\hat{k}$ এবং $\vec{B}=3\hat{i}-3\hat{j}+\hat{k}$ দ্বারা নির্দেশ করা হলে এর ক্ষেত্রফল কত বর্গ একক? [JB'24]
(a) 26 (b) 8 (c) $2\sqrt{2}$ (d) $\sqrt{2}$

21. একটি জাহাজ সোজা পূর্ব দিকে ঘণ্টায় 75 km বেগে এবং অন্য একটি জাহাজ সোজা উত্তর দিকে ঘণ্টায় 45 km বেগে চলে। প্রথম জাহাজের যাত্রির নিকট দ্বিতীয় জাহাজটির বেগের দিক কোন দিকে হবে? [JB']
(a) পূর্ব দিকের সাথে 30.96° কোণে উত্তর দিকে
(b) পূর্ব দিকের সাথে 59.04° কোণে উত্তর দিকে
(c) পূর্ব দিকের সাথে 90° কোণে উত্তর দিকে
(d) পূর্ব দিকের সাথে 149.04° কোণে উত্তর দিকে

22. পাদবিন্দু সুনির্দিষ্ট নয় এমন ভেক্টরকে কী বলে? [SB'
(a) সীমাবদ্ধ ভেক্টর (b) স্বাধীন ভেক্টর
(c) সমরেখ ভেক্টর (d) নাল ভেক্টর

23. কোনটি স্কেলার রাশি? [SB'
(a) $\vec{A}\cdot\vec{B}$ (b) $\vec{A}\times\vec{B}$
(c) $(\vec{A}\times\vec{B})\times\vec{A}$ (d) $(\vec{A}\times\vec{B})\times\vec{B}$

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$6\ ms^{-1}$ বেগে প্রবাহিত নদীতে $12\ ms^{-1}$ বেগে সাঁতার কা
সক্ষম সাঁতারু 1.2 km প্রশস্ত নদীতে সাঁতার কাটছে।

24. সর্বনিম্ন কত সময়ে সাঁতারু নদী পাড়ি দিয়ে অপর পাড়ে পৌঁ
পারবে? [SB'
(a) 89.44 s (b) 100 s (c) 115.47 s (d) 200 s

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

11. c	12. a	13. d	14. a	15. b	16. c	17. c	18. c	19. a	20. d	21. d	22. b	23. a	24.

12. $\hat{k}\times(\hat{j}+\hat{k})=\hat{k}\times\hat{j}+\hat{k}\times\hat{k}=-\hat{i}+0=-\hat{i}$

14. θ এর মান বাড়লে ট্রলারের বেগ বাড়বে।

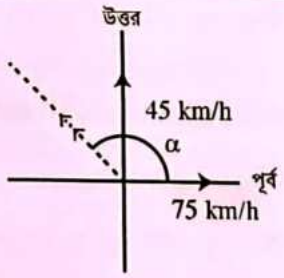
15. $|\vec{A}|=\sqrt{(5\sqrt{3})^2+5^2}=10$ একক

16. $10\cos\alpha=5\sqrt{3}\Rightarrow\alpha=30°$
$10\cos\theta=5\Rightarrow\theta=60°;\therefore\theta=2\alpha$

17. $2\hat{i}+2\hat{j}=2(\hat{i}+\hat{j})=2\vec{A}$, যা $\vec{A}$ এর সমান্তরাল।

20. $\vec{A}\times\vec{B}=\begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\4&-4&2\\3&-3&1\end{vmatrix}$
$=\hat{i}(-4+6)-\hat{j}(4-6)+\hat{k}(-12+12)=2\hat{i}+2\hat{j}$
$\therefore$ ক্ষেত্রফল $=\frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{2}=\frac{\sqrt{2^2+2^2}}{2}=\sqrt{2}$ বর্গএকক

21.



$\alpha=90°+\tan^{-1}\left(\frac{75}{45}\right)=149.04°$

24. $t_{min}=\frac{d}{v}=\frac{1200\ m}{12\ ms^{-1}}=100\ s$

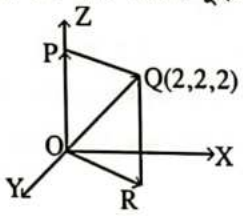
25. সর্বনিম্ন পথে নদী পাড়ি দিতে স্রোতের সাথে কত কোণে সাঁতার কাটতে হবে? [SB'24]
(a) 60° (b) 90° (c) 120° (d) 150°

26. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$
$\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ কত? [SB'24]
(a) $\frac{\sqrt{29}}{38}$ (b) $\frac{\sqrt{50}}{38}$ (c) $\frac{38}{\sqrt{50}}$ (d) $\frac{38}{\sqrt{29}}$

27. নিচের কোনটি ভেক্টর রাশি? [Din.B'24; Ctg.B'23]
(a) ভর (b) আয়তন (c) ক্ষেত্রফল (d) টর্ক .

28. $\hat{i} \times (\hat{j} \times \hat{k}) = ?$ [Din.B'24; BB'23]
(a) $\hat{i}$ (b) 0 (c) 1 (d) $-\hat{i}$

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



29. $\overrightarrow{OR}$ ভেক্টর নিচের কোনটি? [Din.B'24]
(a) $2\hat{i} + 2\hat{j}$ (b) $2\hat{j} + 2\hat{k}$
(c) $2\hat{i} + 2\hat{k}$ (d) $2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$

30. OPQR ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল নিচের কোনটি? [Din.B'24]
(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) 1 (d) 4

31. ভেক্টর গুণনে প্রাপ্ত একক ভেক্টরের দিক পাওয়ার ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [MB'24]
(a) গুণনকৃত ভেক্টরদ্বয়ের লম্ব বরাবর
(b) বামহাতি নিয়মে প্রথম থেকে দ্বিতীয়টির দিকে
(c) ঘড়ির সমাবর্তীর ক্ষেত্রে উপরের দিকে
(d) ঘড়ির বিষমবর্তীর ক্ষেত্রে নিচের দিকে

32. দুটি দিক রাশির প্রত্যেকটির মান 4 একক। এরা যেকোনো বিন্দুতে পরস্পরের সাথে 120° কোণে ক্রিয়াশীল থাকলে এক্ষেত্রে কোনো একটি ভেক্টরের সাথে লব্ধির কোণ কত হবে? [MB'24]
(a) 0° (b) 30° (c) 60° (d) 120°

33. ভেক্টররূপে প্রকাশিত ভরবেগসমূহের লব্ধি সংরক্ষণের ক্ষেত্রে- [MB'24]
(i) যেকোনো দিকে ঐ লব্ধির উপাংশও সংরক্ষিত থাকবে।
(ii) যেকোনো দিকে উপাংশ বের করার পর ভেক্টর চিহ্ন ব্যবহার না করলেও চলে।
(iii) ভরবেগ যদি ভেক্টরে প্রকাশিত হয় তবে এর দিক উল্লেখ করতে হয়।
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. বিনিময় সূত্র মেনে চলে- [DB'23]
(i) দুটি ভেক্টরের যোগ (ii) দুটি ভেক্টরের ডট গুণন
(iii) দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

35. $|\vec{A}| = |\vec{B}| = 3$ এবং $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে $|\vec{A} \times \vec{B}| = ?$ [DB'23]
(a) $9\cos\theta$ (b) $9\sin\theta$ (c) $\frac{1}{9}\sin\theta$ (d) $\frac{1}{9}\cos\theta$

36. নিচের কোনটি ভেক্টরের কার্ল? [RB, JB'23]
(a) $\vec{\nabla}V$ (b) $\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla}$ (c) $\vec{\nabla} \times \vec{\nabla}$ (d) $\bar{\nabla}V$

37. একটি কার ও একটি মোটর সাইকেল একই দিকে যথাক্রমে v_c ও v_m বেগে গতিশীল হলে কারের সাপেক্ষে মোটর সাইকেলের আপেক্ষিক বেগ কত? [RB'23]
(a) $v_c - v_m$ (b) $v_m - v_c$ (c) $v_c + v_m$ (d) $\frac{v_c}{v_m}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

25. c	26. c	27. d	28. b	29. a	30. -	31. a	32. c	33. d	34. a	35. b	36. c	37. b

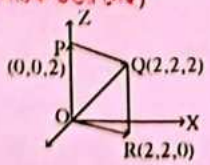
25. $\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$
$= \cos^{-1}\left(-\frac{6}{12}\right) = 120°$

26. লম্ব অভিক্ষেপ $= A\cos\theta = \frac{\vec{A}.\vec{B}}{B}$
$= \frac{6+12+20}{\sqrt{3^2+4^2+5^2}} = \frac{38}{\sqrt{50}}$ একক

28. $\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$; $\hat{i} \times \hat{i} = 0$

29. $\overrightarrow{OQ} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ এর XY তলের অংশ হলো $\overrightarrow{OR}$
$\therefore \overrightarrow{OR} = 2\hat{i} + 2\hat{j}$

30. (সঠিক উত্তর নেই)



$\overrightarrow{OR} = 2\hat{i} + 2\hat{j}$; $\overrightarrow{OP} = 2\hat{k}$
$\overrightarrow{OR} \times \overrightarrow{OP} = -4\hat{j} + 4\hat{i}$
$\therefore$ OPQR এর ক্ষেত্রফল
$|\overrightarrow{OR} \times \overrightarrow{OP}| = \sqrt{16+16} = 4\sqrt{2}$

বিকল্প:
OPQR আয়তক্ষেত্রের,
$OR = \sqrt{2^2+2^2} = 2\sqrt{2}$ একক
$\overrightarrow{OP} = 2\hat{k}$, $OP = 2$ একক
$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= OP \times OR = 4\sqrt{2}$ বর্গএকক।

32. দুটি সমান ভেক্টরের লব্ধির ক্রিয়ারেখা তাদের মধ্যবর্তী কোনকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।

34. $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$

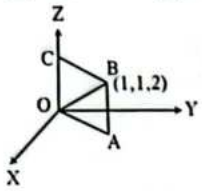
35. $|\vec{A} \times \vec{B}| = 3 \times 3\sin\theta = 9\sin\theta$

36. $\vec{\nabla}$ ও $\vec{V}$ এর ক্রস গুণনকে ঐ ভেক্টরের কার্ল বলে।

37. $\vec{V}_{mc} = \vec{V}_m - \vec{V}_c$

38. $\vec{P} = -3\hat{i} + 7\hat{j} - 3\hat{k}, \vec{Q} = 5\hat{i} - a\hat{j} + 2\hat{k}$, a এর মান কত হলে ভেক্টর দুটি লম্ব হবে? [RB'23]

(a) −2 (b) 3 (c) −3 (d) 11.67

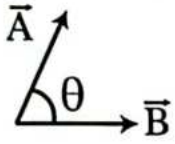
39. 

OABC ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল— [RB'23]

(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (b) $\sqrt{2}$ (c) 2 (d) $2\sqrt{2}$

40. নিচের কোনটির দিক নির্দিষ্ট নয়? [Ctg.B'23, BB'21, CB'17]

(a) সমান ভেক্টর (b) সমরেখ ভেক্টর
(c) বিপরীত ভেক্টর (d) শূন্য ভেক্টর

41. 

[Ctg.B'23; Din.B'19]

চিত্র অনুযায়ী $\vec{B}$ এর উপর $\vec{A}$ এর অভিক্ষেপ কোনটি?

(a) $\frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{A}$ (b) $\frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{B}$ (c) $\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{B}$ (d) $\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{A}$

42. $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j}, \vec{B} = \hat{k}, \vec{C} = \hat{i} - \hat{j}$ ভেক্টর তিনটির ক্ষেত্রে– [Ctg.B'23]

(i) $\vec{A}$ ও $\vec{C}$ একই রেখায় অবস্থিত
(ii) $\vec{B}$ ও $\vec{C}$ পরস্পর লম্ব
(iii) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ অঘূর্ণনশীল
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

43. সমান ভেক্টরের বৈশিষ্ট্য– [Ctg.B'23,21]

(i) সমজাতীয় রাশি (ii) মান সমান (iii) দিক একই
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

44. $|\vec{A}| = 2$, $|\vec{B}| = 4$ এবং $\vec{A}.\vec{B} = 4$ হলে $|\vec{A}|$ ও $|\vec{B}|$ এর মধ্যবর্তী কোণ– [CB'23]

(a) 30° (b) 60° (c) 90° (d) 120°

45. $\vec{A} = -5\hat{j}$ হলে $\vec{A}$ এর দিক কোন অক্ষ বরাবর? [CB'23]

(a) +X অক্ষ (b) +Y অক্ষ (c) −Y অক্ষ (d) −Z অক্ষ

46. $|\hat{a} + \hat{b}| = \sqrt{3}$ হলে $\hat{a}$ ও $\hat{b}$ এর মধ্যবর্তী কোণ– [CB'23]

(a) 30° (b) 45° (c) 60° (d) 75°

47. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর– [CB'23]

(i) $|\vec{P}| > |\vec{Q}|$ হলে লব্ধি $\vec{P}$ এর নিকটবর্তী
(ii) $|\vec{P}| = |\vec{Q}|$ লব্ধি ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করে
(iii) $|\vec{P}| > |\vec{Q}|$ হলে লব্ধি $|\vec{Q}|$ এর নিকটবর্তী
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

48. $\vec{P} = \frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} + q\hat{k}$ হলে q এর মান কত হবে যখন $\vec{P}$ ভেক্টরটি একক ভেক্টর হবে? [BB'23, DB'22]

(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (d) 1

49. $\vec{M} = 3\hat{j} - 2\hat{k}$ এর উপর লম্ব হচ্ছে— [BB'23]

(i) $4\hat{i}$ (ii) $2\hat{j}$ (iii) $(2\hat{j} + 3\hat{k})$
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

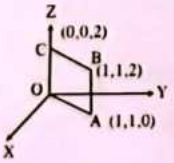
50. কোনো 'বল ভেক্টরের' কার্ল শূন্য হলে–বল ভেক্টরটি হবে— [BB'23]

(a) সংরক্ষণশীল (b) অসংরক্ষণশীল
(c) ঘূর্ণনশীল (d) সলিনয়ডাল

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

38. c	39. d	40. d	41. c	42. c	43. d	44. b	45. c	46. c	47. a	48. c	49. b	50. a

38. লম্ব হলে, $\vec{P}.\vec{Q} = 0$
$\Rightarrow (-3)\times 5 + 7(-a) + (-3)\times 2 = 0$
$\Rightarrow -15 - 7a - 6 = 0 \therefore a = \frac{21}{-7} = -3$

39. 

$\overrightarrow{OA} = \hat{i} + \hat{j}$
$\overrightarrow{OC} = 2\hat{k}$; OA ও OC হলে OABC সামান্তরিকের দুই বাহু।
$\therefore |\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OC}| = \sqrt{2^2 + (-2)^2} = 2\sqrt{2}$ বর্গ একক।

41. $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\theta$
$\vec{B}$ এর উপর $\vec{A}$ এর অভিক্ষেপ $= A\cos\theta = \frac{\vec{A}\vec{B}}{B}$

42. $\vec{A}$ ও $\vec{C}$ একই রেখায় হবে যদি $\vec{A} \times \vec{C} = 0$ হয়।
এখন, $\vec{A} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{vmatrix} = (-1-1)\hat{k} = -2\hat{k} \therefore \vec{A} \times \vec{C} \neq 0$
$\therefore$ (i) সঠিক নয়।

44. $\vec{A}\cdot\vec{B} = 4 \Rightarrow AB\cos\theta = 4 \Rightarrow 2\times 4\cos\theta = 4 \therefore \theta = 60°$

45. $\vec{A} = -5\hat{j}$; $\hat{j}$ হলো + y অক্ষ বরাবর $\therefore -\hat{j}$ হলো −y অক্ষ বরাবর

46. $|\hat{a} + \hat{b}| = \sqrt{3}$
$\therefore \sqrt{1^2 + 1^2 + 2\times 1\times 1\times\cos\theta} = \sqrt{3}$
$\therefore \theta = 60°$

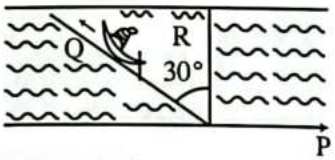
48. $|\vec{P}| = 1 = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + q^2} \therefore q = \frac{1}{\sqrt{2}}$

51. $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$ বলটির ZX সমতলে মান কত? [JB'23]
(a) $\sqrt{13}$N (b) $\sqrt{20}$N (c) $\sqrt{25}$N (d) $\sqrt{29}$N

52. কোনটি সঠিক ভেক্টর নয়? [JB'23]
(a) একক ভেক্টর (b) নাল ভেক্টর
(c) ঋণ ভেক্টর (d) অবস্থান ভেক্টর

53. $(\hat{j} \times \hat{k}) \times (\hat{j} \times \hat{i}) = ?$ [JB'23]
(a) 0 (b) $-\hat{i}$ (c) $-\hat{j}$ (d) $-\hat{k}$

54. চিত্রের আলোকে বহমান নদীতে স্রোতের বেগ $P = 9\ kmh^{-1}$। নৌকার লব্ধি বেগ R এবং নৌকার বেগ Q এবং মধ্যবর্তী কোণ $\beta = 30°$ এবং নৌকাটি আড়াআড়ি পথে নদী পার হলে নৌকার বেগ Q এর মান হবে– [SB'23]



(a) $9\ kmh^{-1}$ (b) $18\ kmh^{-1}$
(c) $36\ kmh^{-1}$ (d) $72\ kmh^{-1}$

55. $\vec{A}.(\vec{B} \times \vec{C}) = 0$ এর অর্থ হলো– [SB'23]
(i) $[\vec{A}\ \vec{B}\ \vec{C}] = 0$
(ii) $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ ভেক্টরদ্বয় একই সমতলে অবস্থিত
(iii) $(\vec{B} \times \vec{C})$ ভেক্টরটি, $\vec{A}$ এর উপর লম্ব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

56. সমকোণে একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি সমান বলের লব্ধির মান যেকোনো একটি বলের– [SB'23]
(a) $\sqrt{2}$ গুণ (b) $\sqrt{3}$ গুণ (c) 2 গুণ (d) 1 গুণ

57. $\vec{A} = 3\hat{i} - 4\hat{j}, \vec{B} = -3\hat{i} + 4\hat{j}$ এবং $\vec{R}$ তাদের লব্ধি নিচের কোনটি সঠিক? [Din.B'23]
(a) $\vec{R}$ একটি একমাত্রিক ভেক্টর (b) $\vec{R}$ একটি দ্বি-মাত্রিক ভেক্টর
(c) $\vec{R}$ একটি ত্রিমাত্রিক ভেক্টর (d) $\vec{R}$ একটি নাল ভেক্টর

58. $\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ- [Din.B'23, CB'19]
(a) $A\cos\theta$ (b) $A\sin\theta$ (c) $B\cos\theta$ (d) $B\sin\theta$

59. একই দিকে ক্রিয়াশীল সমজাতীয় অসমমানের দুটি ভেক্টরকে কী বলে? [Din.B'23]
(a) সমান ভেক্টর (b) বিপরীত ভেক্টর
(c) সদৃশ ভেক্টর (d) বিসদৃশ ভেক্টর

60. $\vec{A} = 5\hat{j}$ এবং $\vec{B}$ ভেক্টর $\vec{A}$ ভেক্টরের বিপ্রতীপ হলে– [MB'23; MB'21]
(a) $\vec{B} = \frac{1}{5}\hat{i}$ (b) $\vec{B} = \frac{1}{5}\hat{j}$ (c) $\vec{B} = 5\hat{j}$ (d) $\vec{B} = 5\hat{i}$
নিচের তথ্যগুলোর আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\vec{A} + \vec{B} = 12\hat{i} - 4\hat{j} + 8\hat{k}$
$\vec{A} - \vec{B} = -6\hat{i} + 12\hat{j} + 10\hat{k}$

61. $\vec{B}$ ভেক্টরটি হবে– [MB'23]
(a) $6\hat{i} - 8\hat{j} + 9\hat{k}$ (b) $9\hat{i} + 8\hat{j} - 2\hat{k}$
(c) $9\hat{i} - 8\hat{j} - \hat{k}$ (d) $6\hat{i} + 8\hat{j} + 18\hat{k}$

62. $\vec{A}.\vec{B}$ এর মান কত? [MB'23]
(a) 16 (b) 14 (c) -12 (d) -14

63. $\hat{i} \times (\hat{i} \times \hat{j}) = ?$ [MB'23]
(a) $\hat{i}$ (b) $\hat{j}$ (c) $\hat{k}$ (d) $-\hat{j}$

64. $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$ ভেক্টরটি y-অক্ষের সাথে কত কোণে ক্রিয়াশীল? [DB'22]
(a) 0° (b) 30° (c) 60° (d) 90°

65. কোনো ভেক্টরের কার্ল শূন্য হলে ভেক্টরটি- [DB'22]
(i) সলিনয়ডাল (ii) সংরক্ষণশীল (iii) অঘূর্ণনশীল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

51. b	52. b	53. -	54. b	55. d	56. a	57. d	58. c	59. c	60. b	61. c	62. d	63. d	64. b	65. c

51. $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}$
ZX সমতলে, $\vec{F}$ এর উপাংশ, $\vec{F}_{zx} = 2\hat{i} - 4\hat{k}$
$\therefore |\vec{F}_{zx}| = \sqrt{2^2 + (-4)^2} = \sqrt{20}$

53. (সঠিক উত্তর নেই). $(\hat{j} \times \hat{k}) \times (\hat{j} \times \hat{i}) = \hat{i} \times -\hat{k}$
$= -(\hat{i} \times \hat{k}) = -(-\hat{j}) = \hat{j}$

54. $u + v\cos\alpha = 0$
$\Rightarrow 9 + v\cos(120°) = 0 \Rightarrow v = 18\ kmh^{-1}$

56. $F = \sqrt{P^2 + P^2} = \sqrt{2P^2} = \sqrt{2}P$
[ধরি, বলদ্বয়ের মান P একক]

57. $\vec{A} = 3\hat{i} - 4\hat{j}$; $\vec{B} = -3\hat{i} + 4\hat{j}$
$\vec{A} + \vec{B} = (3\hat{i} - 4\hat{j}) + (-3\hat{i} + 4\hat{j}) = 0$

60. দুটি ভেক্টরের দিক একই কিন্তু একটির মান অপরটির গুণাত্মক বিপরীত হলে তারা পরস্পর বিপ্রতীপ ভেক্টর। 5 এর গুণাত্মক বিপরীত মান $\frac{1}{5}$ তাই $5\hat{j}$ এর বিপ্রতীপ ভেক্টর $\frac{1}{5}\hat{j}$

61. $\vec{A} + \vec{B} = 12\hat{i} - 4\hat{j} + 8\hat{k}$ ..... (i)
$\vec{A} - \vec{B} = -6\hat{i} + 12\hat{j} + 10\hat{k}$ ..... (ii)
(i) − (ii) $\Rightarrow 2\vec{B} = 18\hat{i} - 16\hat{j} - 2\hat{k} \Rightarrow \vec{B} = 9\hat{i} - 8\hat{j} - \hat{k}$

62. $\vec{A} + \vec{B} + \vec{A} - \vec{B} = 6\hat{i} + 8\hat{j} + 18\hat{k}$
$\Rightarrow 2\vec{A} = 6\hat{i} + 8\hat{j} + 18\hat{k} \Rightarrow \vec{A} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + 9\hat{k}$
$\vec{B} = 9\hat{i} - 8\hat{i} - \hat{k}$; $\vec{A}.\vec{B} = 3 \times 9 + 4(-8) + 9(-1) = -14$

63. $\hat{i} \times (\hat{i} \times \hat{j}) = \hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$

64. y-অক্ষের সাথে কোণ,
$\theta_y = \cos^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{(2)^2 + (2\sqrt{3})^2}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{4}\right) = 30°$

66. ভেক্টরকে স্কেলার রাশি দ্বারা গুণ করলে গুণফল একটি ভেক্টর হবে- নিচের কোনটি? [RB'22]
(a) ক্ষমতা (b) বলের ঘাত (c) চাপ (d) ঘাত বল

67. $(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{i} \times \hat{k}) = ?$ [RB'22]
(a) $\hat{i}$ (b) $\hat{j}$ (c) $\hat{k}$ (d) $-\hat{i}$

68. নিচের কোনটির মাধ্যমে স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্র পাওয়া যায়? [RB'22]
(a) গ্রেডিয়েন্ট (b) ডাইভারজেন্স
(c) কার্ল (d) ত্রিগুণন

69. $\hat{j}$ এবং $(\hat{i} + \hat{j})$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? [RB'22]
(a) 0° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

70. নিচের কোনটি স্কেলার রাশি? [SB'22; Ctg.B'22]
(a) সরণ (b) গ্রেডিয়েন্ট (c) কার্ল (d) ডাইভারজেন্স

71. $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ আয়ত একক ভেক্টরদ্বয় যে তলে অবস্থিত সেই তলের উপর লম্ব একক ভেক্টর হলো- [Ctg.B'22]
(a) $(\hat{j} \times \hat{k})$ (b) $(\hat{i} \times \hat{j})$ (c) $(\hat{k} \times \hat{i})$ (d) $(\hat{i} \times \hat{i})$

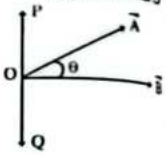
72. 3 N ও 4 N মানের দুটি বল একটি বিন্দুতে পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করলে এদের ভেক্টর গুণফলের মান হবে- [Ctg.B'22]
(a) 0 N (b) 5 N (c) 7 N (d) 12 N

73. $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টরটি একটি – [Ctg.B'22]
(i) একক ভেক্টর (ii) সঠিক ভেক্টর (iii) অবস্থান ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

74. $\hat{j} \times (\hat{j} \times \hat{k}) =$ কত? [SB'22, RB'21]
(a) $-\hat{k}$ (b) 0 (c) $\hat{k}$ (d) $\hat{i}$

75. $\vec{A} = \hat{i}, \vec{B} = 2\hat{i} + \hat{k}$, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ- [SB'2
(a) 25.12° (b) 26.57° (c) 90.67° (d) 180.25°

76. চিত্রে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যে তলে আছে POQ সেই তলের উপর লম্ব। $\vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক- [SB'22; CB'21]



(a) $\overrightarrow{OP}$ এর দিকে (b) $\overrightarrow{OQ}$ এর দিকে
(c) $\vec{A}$ এর সমান্তরাল (d) $\vec{B}$ এর সমান্তরাল

77. $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ যে তলে অবস্থিত সে তলের লম্বদিকে একক ভেক্টর হ [BB'
(a) $\pm(\hat{i} \times \hat{j})$ (b) $\pm(\hat{j} \times \hat{k})$
(c) $\pm(\hat{k} \times \hat{i})$ (d) $\pm(\hat{i} \times \hat{k})$

78. $\vec{V} = x^2\hat{i} - 2z\hat{j} + y\hat{k}$ হলে, div $\vec{V} = ?$ [BB'
(a) 2x (b) $3\hat{i}$ (c) $2x\hat{i}$ (d) $x\hat{i}$

79. সমজাতীয় অসমমানের এবং বিপরীতমুখী ভেক্টরকে কী বলে [BB'22; Din.B
(a) বিপরীত ভেক্টর (b) বিপ্রতীপ ভেক্টর
(c) বিসদৃশ ভেক্টর (d) সদৃশ ভেক্টর

80. ভেক্টরের স্কেলার গুণন মেনে চলে – [BB'22, Ctg.B
(i) বিনিময় সূত্র (ii) বণ্টন সূত্র (iii) সংযোগ সূত্র
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, i

81. একটি বস্তু নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী [JB
(a) অবস্থান ভেক্টর (b) সরণ ভেক্টর
(c) একক ভেক্টর (d) বল ভেক্টর

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

66. b	67. a	68. a	69. b	70. d	71. a	72. d	73. c
74. a	75. b	76. b	77. a	78. a	79. c	80. a	81. b

66. বলের ঘাত = বল × সময় = $\vec{F} \times t = \vec{F}t$

67. $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ ও $\hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$
তাহলে, $(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{i} \times \hat{k}) = \hat{k} \times -\hat{j} = \hat{i}$

69. ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = \cos^{-1}\left\{\frac{(\hat{j})\cdot(\hat{i}+\hat{j})}{|\hat{j}|\cdot|\hat{i}+\hat{j}|}\right\}$
$= \cos^{-1}\left(\frac{0+1}{\sqrt{1^2}\cdot\sqrt{1^2+1^2}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 45°$

70. ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স একটি স্কেলার রাশি। কারণ ডেল অপারেটরের $(\vec{\nabla})$ সাথে ডট গুণনের মাধ্যমে ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স নির্ণয় করা হয়।

73. $|\vec{A}| = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2} = \sqrt{3} \neq 0$
$\therefore \vec{A}$ একটি সঠিক ভেক্টর। আবার, $|\vec{A}| = \sqrt{3} \neq 1$
$\therefore \vec{A}$ একক ভেক্টর নয়।

74. $\hat{j} \times (\hat{j} \times \hat{k}) = \hat{j} \times \hat{i} = -\hat{k}$

75. ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ,
$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}|\cdot|\vec{B}|}\right) = \cos^{-1}\left\{\frac{(\hat{i})\cdot(2\hat{i}+\hat{k})}{\sqrt{1^2}\cdot\sqrt{2^2+1^2}}\right\}$
$= \cos^{-1}\left(\frac{2+0}{1\cdot\sqrt{5}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = 26.57°$

76. ডানহাতি স্ক্রু নিয়মানুসারে, $\vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক নিচের দিকে অর্থাৎ, $\overrightarrow{OQ}$ এর দিকে।

77. $\pm(\hat{i} \times \hat{j}) = \pm\hat{k}$; $\hat{k} \perp \hat{i}$ এবং $\hat{k} \perp \hat{j}$
$|\hat{k}| = \sqrt{1^2} = 1$

78. $\text{div}\,\vec{V} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot(x^2\hat{i} - 2z\hat{j} + y\hat{k})$
$= 2x + 0 + 0 = 2x$

80. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি ভেক্টর হলে,
$\vec{A}\cdot\vec{B} = \vec{B}\cdot\vec{A}$ [বিনিময় সূত্র]
$\vec{A}\cdot(\vec{B}+\vec{C}) = \vec{A}\cdot\vec{B} + \vec{A}\cdot\vec{C}$ [বণ্টন সূত্র]
$\vec{A}\cdot(\vec{B}\cdot\vec{C})$ অসম্ভব, কারণ ভেক্টর ও স্কেলার রাশির স্কেলার গুণন সম্ভব না

82. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর যোগ করার ক্ষেত্রে ভেক্টর সাধারণ নিয়মের ক্ষেত্রে – [JB'22]

(i) নতুন অবস্থানে তাদেরকে সমান্তরালভাবে স্থানান্তর করা হয়

(ii) $\vec{B}$ এর আদিবিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষবিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{A}$ এর আদিবিন্দু থেকে $\vec{B}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়

(iii) $\vec{B}$ এর আদিবিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষবিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{B}$ এর শীর্ষবিন্দু থেকে $\vec{A}$ এর আদিবিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

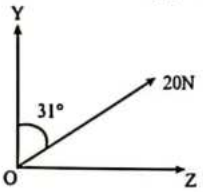
83. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} - 2\hat{j}$। m এর মান কত হলে, ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব? [JB'22]

(a) -3 (b) $-\frac{3}{2}$ (c) $\frac{3}{2}$ (d) 3

84. যদি $\varphi(x, y, z)$ একটি ব্যবকলনীয় স্কেলার ক্ষেত্র হয় তবে তাকে কী বলে? [JB'22]

(a) অপারেটর (b) কার্ল

(c) গ্রেডিয়েন্ট (d) ডাইভারজেন্স

85. 

[CB'22]

OZ বরাবর বলের উপাংশ কত?

(a) 10.30 N (b) 12.01 N (c) 17.14 N (d) 33.28 N

86. $|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}| = 0$ হলে- [CB'22]

(a) মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও বিপরীতমুখী

(b) মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও সমমুখী

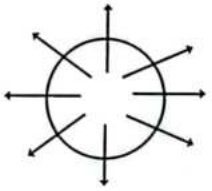
(c) মূল ভেক্টর দুটি সমান ও সমমুখী

(d) মূল ভেক্টর দুটি সমান ও বিপরীতমুখী

87. $\vec{A} = 3\hat{i} + 6\hat{j}$ এর উপর লম্ব কোনটি? [CB'22]

(a) $3\hat{i} - 6\hat{j}$ (b) $3\hat{i}$ (c) $8\hat{k}$ (d) $6\hat{j}$

88. চিত্রে একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স দেখানো হলো। এর আলোকে নিচের কোনটি সঠিক? [Din.B'22]



(a) $\vec{\nabla} \times \vec{V} = 0$ (b) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0$

(c) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = +ve$ (d) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = -ve$

89. $\frac{\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}$ ভেক্টর একটি– [Din.B'22]

(a) নাল ভেক্টর (b) সমরেখ ভেক্টর

(c) সমতলীয় ভেক্টর (d) একক ভেক্টর

90. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দ্বারা একটি সামান্তরিকের কর্ণদ্বয় নির্দিষ্ট হলে, সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল কোনটি হবে? [Din.B'22]

(a) $\vec{A} \cdot \vec{B}$ (b) $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$

(c) $\frac{1}{2}|\vec{A} \cdot \vec{B}|$ (d) $|\vec{A} \times \vec{B}|$

91. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ $120°$ হলে তাদের লব্ধির মান— [Din.B'22]

(a) $P + Q$ (b) $\sqrt{P^2 + Q^2 + PQ}$

(c) $P - Q$ (d) $\sqrt{P^2 + Q^2 - PQ}$

92. শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে- [MB'22]

(i) শূন্য ভেক্টরের সুনির্দিষ্ট দিক নেই

(ii) শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে ত্বরণ থাকে

(iii) শূন্য ভেক্টরের আদি বিন্দু ও শেষ বিন্দু একই বিন্দুতে থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

82. -	83. d	84. c	85. a	86. d	87. c	88. c	89. d	90. b	91. d	92. c

82. সঠিক উত্তর হবে (ii)

83. ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হলে, $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$
$\Rightarrow (2\hat{i} + 3\hat{j}) \cdot (m\hat{i} - 2\hat{j}) = 0 \Rightarrow 2m - 6 = 0 \therefore m = 3$

85. OZ বরাবর বলের উপাংশ,
$F_{OZ} = F\cos(90° - 31°) = 20 \times \cos 59° = 10.30\ N$

86. প্রশ্নে অসঙ্গতি বিদ্যমান। প্রশ্নে "$|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}| = 0$" এর বদলে "$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = \vec{0}$" বিবেচনা করলে সঠিক উত্তর হবে $\vec{A} + \vec{B} = \vec{0} \therefore \vec{A} = -\vec{B}$

87. $\vec{A} \cdot (8\hat{k}) = (3\hat{i} + 6\hat{j}) \cdot (8\hat{k}) = 0 + 0 + 0 = 0 \therefore 8\hat{k}, \vec{A}$ এর উপর লম্ব।

88. আয়তনের প্রসারণ ঘটলে, ডাইভারজেন্স ধনাত্মক।

89. $\left|\frac{\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}\right| = \sqrt{\frac{1^2+(-1)^2+1^2}{(\sqrt{3})^2}} = \sqrt{\frac{3}{3}} = \sqrt{1} = 1$

91. $|\vec{P} + \vec{Q}| = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos 120°}$
$= \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \times \left(-\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{P^2 + Q^2 - PQ}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ তিনটি একক ভেক্টর নির্দেশ করে।

93. $\hat{i} \cdot (\hat{k} \times \hat{j}) =$ কত? [MB'22]
(a) 1 (b) −1 (c) 0 (d) $\hat{k}$

94. উক্ত ভেক্টর তিনটি যদি একটি ত্রিভুজের তিনবাহু একই ক্রমে নির্দেশ করে তাহলে যেকোনো দুইটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ কত? [MB'22]
(a) 30° (b) 60° (c) 90° (d) 120°

95. 4 একক ও 5 একক মানের দুটি ভেক্টর কোনো বিন্দুতে 60° কোণে ক্রিয়াশীল হলে স্কেলার গুণফল হবে– [DB'21]
(a) 0 একক (b) 1 একক
(c) 10 একক (d) 100 একক

96. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর লব্ধির সর্বনিম্ন মান কোনটি? [DB'21]
(a) $|\vec{P}| + |\vec{Q}|$ (b) $\vec{P} \times \vec{Q}$
(c) $\vec{P} \cdot \vec{Q}$ (d) $|\vec{P}| - |\vec{Q}|$

97. $(\hat{j} + \hat{k}) \times \hat{k} = ?$ [DB'21]
(a) 1 (b) $\hat{i}$ (c) $\hat{j}$ (d) $\hat{k}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\vec{P} = 2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$

98. ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির মান কত? [DB'21]
(a) $\sqrt{19}$ (b) 6 (c) 9 (d) 19

99. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর লব্ধির সমান্তরাল একক ভেক্টর কোনটি? [DB'21]
(a) $\frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} - \frac{1}{6}\hat{k}$ (b) $\frac{3}{\sqrt{19}}\hat{i} + \frac{3}{\sqrt{19}}\hat{j} - \frac{1}{\sqrt{19}}\hat{k}$
(c) $\frac{1}{3}\hat{i} + \frac{1}{3}\hat{j} - \frac{1}{9}\hat{k}$ (d) $\frac{3}{19}\hat{i} + \frac{3}{19}\hat{j} - \frac{1}{19}\hat{k}$

100. $\vec{P} = \hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$ ভেক্টরটি YZ তলে মান কত? [RB'21]
(a) $\sqrt{5}$ (b) $\sqrt{10}$ (c) $\sqrt{13}$ (d) $\sqrt{14}$

101. ত্রিমাত্রিক স্থানে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমান্তরাল ভেক্টর হলে– [RB'21]
(i) $\vec{P} \cdot \vec{Q} = 0$ (ii) $|\vec{P} \times \vec{Q}| = 0$
(iii) $\frac{P_x}{Q_x} = \frac{P_y}{Q_y} = \frac{P_z}{Q_z}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

102. $\vec{A} = 5\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}$; $\vec{B} = 15\hat{i} + m\hat{j} + 9\hat{k}$; m এর মান কত হলে $\vec{A} \parallel \vec{B}$ হবে? [Ctg.B'21]
(a) 15 (b) −15 (c) 16 (d) −16

103. একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k})$N বল প্রয়োগ করায় কণাটির $\vec{r} = (\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ m সরণ ঘটে। $\vec{F}$ ও $\vec{r}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [Ctg.B'21]
(a) 48.19° (b) 51.88° (c) 81.84° (d) 84.53°

104. $|\vec{A} \times \vec{B}|^2 + |\vec{A} \cdot \vec{B}|^2$ এর মান– [Ctg.B'21]
(a) $|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2$ (b) $|\vec{A}|^2 \cdot |\vec{B}|^2$
(c) $|\vec{A} + \vec{B}|^2$ (d) $|\vec{A} - \vec{B}|^2$

105. অবস্থান ভেক্টর প্রকাশের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়- [SB'21]
(i) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$
(ii) $\Delta\vec{r} = (x_2\hat{i} + y_2\hat{j}) - (x_1\hat{i} + y_1\hat{j})$
(iii) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

106. দুইটি ভেক্টরের মান সমান। নিচের কোন অবস্থানে এদের লব্ধি একটি ভেক্টরের মানের $\sqrt{3}$ গুণ হবে? [SB'2
(a) 0° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

93. b	94. c	95. c	96. d	97. b	98. a	99. b
100. c	101. c	102. b	103. b	104. b	105. b	106. c

93. $\hat{i} \cdot (\hat{k} \times \hat{j}) = -\hat{i} \cdot \hat{i} = -1$ $[\hat{i} \cdot \hat{i} = 1]$

94. ভেক্টর তিনটি ত্রিভজের তিন বাহু নির্দেশ করলে ত্রিভুজ গঠিত হবে না। তবে যেকোনো দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ 90°। কারণ, $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0$; $\hat{j} \cdot \hat{k} = 0$ এবং $\hat{k} \cdot \hat{i} = 0$

95. $|\vec{A}| = 4, |\vec{B}| = 5$ স্কেলার গুণফল,
$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cos 60° = 4 \times 5 \times \frac{1}{2} = 10$

97. $\hat{j} \times \hat{k} + \hat{k} \times \hat{k} = \hat{i}$

98. $|\vec{P} + \vec{Q}|$
$= \sqrt{(2+1)^2 + (1+2)^2 + (1-2)^2} = \sqrt{19}$

99. $\frac{\vec{P}+\vec{Q}}{|\vec{P}+\vec{Q}|} = \frac{3\hat{i}+3\hat{j}-\hat{k}}{\sqrt{19}}$

100. $\sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}$

102. $\frac{5}{15} = \frac{-5}{m} = \frac{3}{9} \Rightarrow m = -15$

103. $\frac{\vec{F} \cdot \vec{r}}{|\vec{F}||\vec{r}|} = \cos\theta \Rightarrow \theta = 51.88°$

104. $|\vec{A} \times \vec{B}|^2 + |\vec{A} \cdot \vec{B}|^2$
$= |AB \sin\theta|^2 + |AB \cos\theta|^2$
$= A^2B^2 \sin^2\theta + A^2B^2 \cos^2\theta$
$= A^2B^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) = A^2B^2 = |\vec{A}|^2 \cdot |\vec{B}|^2$

106. $P = Q$ এবং $R = \sqrt{3}P$
$\therefore R^2 = P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha$
$\Rightarrow 3P^2 = 2P^2 + 2P^2\cos\alpha \Rightarrow 3 = 2(1 + \cos\alpha)$
$\Rightarrow 1 + \cos\theta = \frac{3}{2} \Rightarrow \cos\alpha = \frac{3}{2} - 1 = \frac{1}{2}$
$\therefore \alpha = 60°$

CamScanner

107. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমমানের ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করছে। ভেক্টর দুটির লব্ধি $\vec{R}$ ও $\vec{P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কোনটি? [SB'21]
(a) 90° (b) 60° (c) 45° (d) 0°

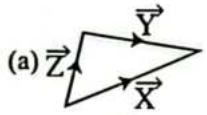
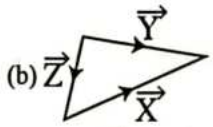
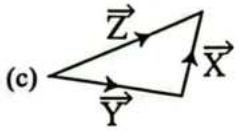
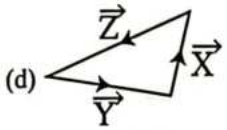
108. নিচের কোনটি স্কেলার গুণফলের ধর্ম? [SB'21]
(a) একই ভেক্টরকে দুইবার নিলে গুণফল শূন্য হয়
(b) পরস্পর লম্ব দুটি ভেক্টরের গুণফল শূন্য হয়
(c) পরস্পর সমান্তরাল দুটি ভেক্টরের গুণফল শূন্য হয়
(d) একই ভেক্টরকে দুইবার নিলে মধ্যবর্তী কোণ শূন্য হয়

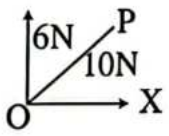
109. একটি নাল ভেক্টরের মান কত হবে? [BB'21]
(a) 1 (b) −1 (c) ±1 (d) 0

110. $\hat{i} \times \hat{j} = ?$ [BB'21]
(a) 0 (b) $\hat{k}$ (c) $\hat{j} \times \hat{k}$ (d) $\hat{i} \times \hat{k}$

111. $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$ হলে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ হবে– [BB'21; Din.B'17]
(a) 0° (b) 30° (c) 90° (d) 180°

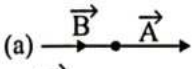
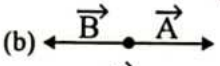
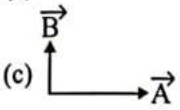
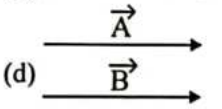
112. দুটি ভেক্টর রাশির স্কেলার গুণফল $\sqrt{18}$ এবং ভেক্টর গুণফল $\sqrt{6}$। ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ হবে– [BB'21]
(a) 120° (b) 90° (c) 60° (d) 30°

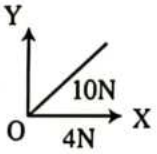
113. নিচের কোন ত্রিভুজে $\vec{Z}$ ভেক্টরটি $(\vec{X} - \vec{Y})$ ভেক্টরের মান ও দিক নির্দেশ করে? [JB'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

114.  চিত্রে, 10 N এর একটি বলকে পরস্পর লম্বভাবে দুটি উপাংশ $\overrightarrow{OX}$ ও $\overrightarrow{OY}$ দ্বারা নির্দেশ করা হলো। $\overrightarrow{OX}$ এর মান কত? [JB'21]
(a) 4N (b) 6N (c) 8N (d) 16N

115. ভেক্টর $\vec{P}$ ধনাত্মক X-অক্ষ বরাবর অবস্থিত। অন্য একটি ভেক্টর $\vec{Q}$ এমনভাবে অবস্থিত যেন $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর মান শূন্য হয়। তাহলে $\vec{Q}$ হতে পারে– [JB'21]
(a) $\hat{j}$ (b) $-2\hat{i}$ (c) $4\hat{k}$ (d) $(\hat{j} + \hat{k})$

116. $\vec{A} = 9\hat{i}$ ও $\vec{B} = \frac{1}{9}\hat{i}$ হলে, ভেক্টরদ্বয়– [JB'21]
(i) সদৃশ ভেক্টর (ii) বিপ্রতীপ ভেক্টর (iii) পরস্পর লম্ব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

117. $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ হলে, নিচের কোন চিত্রটি সঠিক? [CB'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

118.  10N এর একটি বলকে লম্ব উপাংশে বিভাজিত করলে OY এর মান কত? [CB'21]
(a) 4N (b) 9N (c) 12N (d) 14N

119. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ এবং $\vec{A}$ এর দিকে একটি একক ভেক্টর $\hat{a}$ হলে $\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ হলো– [CB'21]
(i) $A\cos\theta$ (ii) $B\cos\theta$ (iii) $\vec{B} \cdot \hat{a}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) ii, iii

120. স্কেলার রাশির উদাহরণ– [Din.B'21; MB'21]
(a) কাজ (b) বল
(c) টর্ক (d) কৌণিক ভরবেগ

121. দুটি ভেক্টরের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হবে যখন এদের মধ্যবর্তী কোণ– [Din.B'21]
(a) 0° (b) 45° (c) 60° (d) 180°

122. $3\hat{i} - 4\hat{j} + 12\hat{k}$ ভেক্টরটির মান– [Din.B'21]
(a) 9 একক (b) 13 একক (c) 18 একক (d) 36 একক

123. $\vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$; $\vec{B} = 6\hat{i} - m\hat{j} + 4\hat{k}$, m এর মান কত হলে, ভেক্টরদ্বয় লম্ব হবে? [Din.B'21]
(a) 9 (b) 11 (c) 12 (d) 13

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

107. d	108. b & d	109. d	110. b	111. c	112. d	113. a	114. c	115. b
116. b	117. c	118. b	119. d	120. a	121. a	122. b	123. b	-

111. $|\vec{A} + \vec{B}|^2 = |\vec{A} - \vec{B}|^2$
$\Rightarrow A^2 + 2AB\cos\alpha + B^2 = A^2 - 2AB\cos\alpha + B^2$
$\Rightarrow 4AB\cos\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 0 \therefore \alpha = 90°$

112. $\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta = \sqrt{18} \ldots\ldots\ldots$ (i)
$\vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta = \sqrt{6} \ldots\ldots\ldots$ (ii)
(ii) ÷ (i) $= \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{18}} \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\sqrt{3}} \therefore \theta = 30°$

114. $|\overrightarrow{OY}| = 6$; $|\overrightarrow{OX}| = \sqrt{10^2 - 6^2} = 8$ N

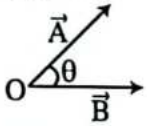
118. $|\overrightarrow{OX}| = 4$; $|\overrightarrow{OY}| = \sqrt{10^2 - 4^2} = \sqrt{84}\text{N} \approx 9\text{N}$

119. $AB\cos\theta = \vec{A} \cdot \vec{B} \Rightarrow B\cos\theta = \frac{\vec{A}}{A} \cdot \vec{B} \Rightarrow B\cos\theta = \vec{B} \cdot \hat{a}$ $\left[\frac{\vec{A}}{A} = \hat{a}\right]$

123. $\vec{A} \cdot \vec{B} = 18 - 2m + 4$
$\Rightarrow 0 = 22 - 2m \Rightarrow m = 11$

124. যদি $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ হয় তবে $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ কত? [Din.B'21]
(a) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (b) $\sqrt{3}$ (c) $2\sqrt{3}$ (d) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

125. 10 একক মানের একটি ভেক্টর দুটি লম্ব উপাংশে বিভক্ত করায় একটির মান 8 একক হলে অপরটির মান কত? [MB'21]
(a) 2 একক (b) 4 একক (c) 6 একক (d) 8 একক

126. 

চিত্রের $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটির- [DB'19]
(i) ডট গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে
(ii) ক্রস গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে
(iii) ক্রস গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

127. দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণফল সম্পর্কে বলা যায়- [RB'19]
(i) ক্রস গুণফল একটি ভেক্টর রাশি
(ii) ক্রস গুণফলের দিক ভেক্টরদ্বয় যে সমতলে তার লম্ব বরাবর
(iii) ক্রস গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

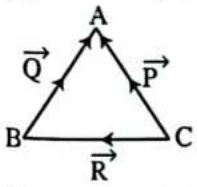
128. দুটি সদৃশ ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যদি একই সময়ে একই বিন্দুতে ক্রিয়া করে তাহলে- [RB'19]
(i) $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ (ii) $\vec{A} \times \vec{B} = 0$
(iii) $|\vec{A}| + |\vec{B}| = A + B$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, iii

129. কোনো ভেক্টর এবং একক ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণের মান কত? [Ctg.B'19]
(a) 180° (b) 90° (c) 45° (d) 0°

130. $(\hat{i} + \hat{j}) \cdot \hat{k}$-এর মান হবে- [Ctg.B'19]
(a) $\hat{i}$ (b) $\hat{j}$ (c) 0 (d) 1

131. $\vec{A} = 2\hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = p\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$, p-এর মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হবে? [Ctg.B'19]
(a) −4 (b) −1 (c) 4 (d) 5

132. $\vec{P} = \hat{i} - \hat{j} - \hat{k}$ হলে, $\vec{P}$-এর মান কত? [SB'19]
(a) 3 (b) $\sqrt{3}$ (c) 1 (d) −1

133. 

[SB'19]
চিত্র থেকে কোনটি সঠিক?
(a) $\vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$ (b) $\vec{R} = \vec{Q} + \vec{P}$
(c) $\vec{P} = \vec{R} + \vec{Q}$ (d) $\vec{Q} = \vec{P} + \vec{R}$

134. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সমান্তরাল হলে এদের মধ্যবর্তী কোণের মান কত? [BB'19]
(a) 0° (b) 90° (c) 180° (d) 270°

135. কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স হলো- [BB'19]
(a) ভেক্টর ক্ষেত্র (b) স্কেলার ক্ষেত্র
(c) ঐ ভেক্টরের নতিমাত্রা (d) অঘূর্ণনশীল

136. $\hat{n} = \frac{\vec{A} \times \vec{B}}{|\vec{A} \times \vec{B}|}$ হলে, $-\hat{n}$ সমান কত হবে? [JB'19]
(a) $\frac{\vec{B} \times \vec{A}}{|\vec{A} \times \vec{B}|}$ (b) $\frac{\vec{A} \times \vec{B}}{|\vec{B} \times \vec{A}|}$ (c) $\frac{|\vec{B} \times \vec{A}|}{\vec{A} \times \vec{B}}$ (d) $\frac{|\vec{A} \times \vec{B}|}{\vec{B} \times \vec{A}}$

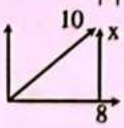
137. ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}$ অঘূর্ণনশীল হলে, নিচের কোনটি সঠিক? [JB'19]
(a) $\vec{V} \cdot \vec{V} = 0$ (b) $\vec{V} \times \vec{V} = 0$
(c) $\vec{V} \cdot \vec{V} \neq 0$ (d) $\vec{V} \times \vec{V} \neq 0$

138. একটি ট্রাক v_T বেগে পূর্ব দিকে এবং একটি কার v_C বেগে পশ্চি দিকে গতিশীল হলে ট্রাকের সাপেক্ষে কারের আপেক্ষিক বে কত? [JB'19]
(a) $(v_T + v_C)$ (b) $(v_T - v_C)$
(c) $(v_C - v_T)$ (d) $\frac{v_T}{v_C}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

124. b	125. c	126. b	127. a	128. c	129. d	130. c	131. c	132. b	133. c	134. a	135. b	136. a	137. b	138. a

124. $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ,
$A\cos\theta = \frac{\vec{A}\vec{B}}{|\vec{B}|} = \frac{2+2+2}{\sqrt{(2)^2+(2)^2+(2)^2}} = \frac{6}{2\sqrt{3}} = \sqrt{3}$

125. 

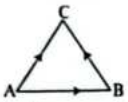
অপরটির মান, $x = \sqrt{(10)^2 - 8^2} = \sqrt{36} = 6$ একক

128. সদৃশ ভেক্টর হলে, মধ্যবর্তী কোণ 0°
$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} \neq 0$ এবং $|\vec{A}| + |\vec{B}| = A + B$

130. $(\hat{i} + \hat{j}) \cdot \hat{k} = \hat{i} \cdot \hat{k} + \hat{j} \cdot \hat{k} = 0 + 0 = 0$

131. ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হবে যদি,
$\vec{A} \cdot \vec{B} = 0 \Rightarrow (2\hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k}) \cdot (p\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}) = 0$
$\Rightarrow 2p - 5 - 3 = 0 \Rightarrow p = 4$

132. $|\vec{P}| = \sqrt{1^2 + (-1)^2 + (-1)^2} = \sqrt{3}$

139.  [Din.B'19]

উদ্দীপকের ΔABC-এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?

(a) $\vec{AB} - \vec{AC} = \vec{BC}$ (b) $\vec{AB} - \vec{AC} = \vec{CB}$
(c) $\vec{AB} + \vec{AC} = \vec{BC}$ (d) $\vec{AC} - \vec{AB} = \vec{CB}$

140. $\vec{M}$ ও $\vec{N}$ ভেক্টর গঠিত তলের উপর লম্ব একক ভেক্টর- [DB, SB, JB, Din.B' 18]

(a) $\frac{\vec{M}\times\vec{N}}{|\vec{M}\times\vec{N}|}$ (b) $\frac{\vec{M}\cdot\vec{N}}{|\vec{M}\times\vec{N}|}$ (c) $\frac{\vec{M}\times\vec{N}}{|\vec{M}\cdot\vec{N}|}$ (d) $\frac{|\vec{M}\times\vec{N}|}{\vec{M}\times\vec{N}}$

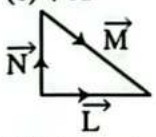
141. $\vec{P}\cdot\vec{Q} = -PQ$ হলে- [DB'17]

(i) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর সমান্তরাল
(ii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর বিপরীতমুখী
(iii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 0°
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

142. XZ সমতলে $3\hat{i} + 5\hat{j} + 4\hat{k}$ ভেক্টরের দৈর্ঘ্য কত একক? [DB'17]

(a) 5 (b) $\sqrt{34}$
(c) $\sqrt{41}$ (d) 12

143.  [DB'17]

উদ্দীপকের আলোকে কোনটি সঠিক?

(a) $\vec{L} + \vec{N} - \vec{M} = 0$ (b) $\vec{L} + \vec{M} + \vec{N} = 0$
(c) $\vec{L} + \vec{M} - \vec{N} = 0$ (d) $\vec{M} + \vec{N} - \vec{L} = 0$

144. $|\vec{A}\times\vec{B}|$ = নিচের কোনটি? [RB'17]

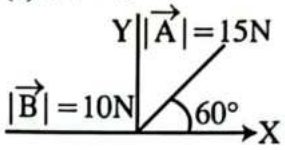
(a) $A^2B^2 - 2(\vec{A}\cdot\vec{B})^2$ (b) $A^2B^2 - 2\vec{A}\cdot\vec{B}$
(c) $A^2B^2 + 2AB\sin\theta$ (d) $A^2B^2 + 2AB\cos\theta$

145. P ও Q এর স্থানাঙ্ক (3, −2,1) এবং (3,−4, 5), PQ এর মান কত? [RB'17]

(a) $\sqrt{20}$ (b) $\sqrt{29}$ (c) $\sqrt{56}$ (d) $6\sqrt{3}$

146. ভেক্টর $\vec{V}$ কখন সলিনয়ডাল হবে? [Ctg.B'17]

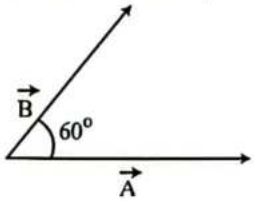
(a) $\vec{V}\cdot\vec{V} = 0$ (b) $\vec{V}\times\vec{V} = \vec{0}$
(c) $\vec{V}\vec{V} = 0$ (d) $\vec{V}\cdot\vec{V} \neq 0$

147.  [Ctg.B'17]

উপরের চিত্রের আলোকে $|\vec{A} + \vec{B}|$ =?

(a) 15.81 N (b) 14 N (c) 13.23 N (d) 11.23 N

148. চিত্রে দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর প্রত্যেকের মান 5 একক। তাদের মধ্যকার কোণ 60°। $|\vec{A} - \vec{B}|$ নির্ণয় কর। [SB'17]



(a) 0 (b) 5 একক
(c) 7.07 একক (d) 8.66 একক

149. $\vec{A} = (px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হবে যদি p =? [BB'17]

(a) 2 (b) 4 (c) 3 (d) −4

150. $(\hat{i}\times\hat{k})\times(\hat{j}\times\hat{k})$ =? [BB'17]

(a) $\hat{0}$ (b) $\hat{i}$ (c) $\hat{j}$ (d) $\hat{k}$

151. একই পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে কী বলে? [BB'17]

(a) সমতলীয় ভেক্টর (b) সমরেখ ভক্টর
(c) সম-প্রারম্ভিক ভেক্টর (d) সীমাবদ্ধ ভেক্টর

152. সমমানের দুটি বলের লব্ধির মান তাদের যে কোনো একটির অর্ধেক হলে বল দুটির মধ্যবর্তী কোণ কত? [BB'17]

(a) 28.90° (b) 41.40° (c) 138.6° (d) 151.04°

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

139. b	140. a	141. a	142. a	143. d	144. -	145. a	146. a	147. c	148. b	149. d	150. d	151. c	152. d

141. $\vec{P}\cdot\vec{Q} = -PQ$
$\Rightarrow PQ\cos\theta = -PQ \Rightarrow \cos\theta = -1 \Rightarrow \theta = 180°$

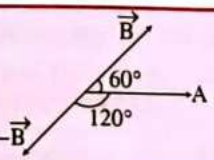
142. XZ সমতলে ভেক্টরটির উপাংশ = $3\hat{i} + 4\hat{k}$
$\therefore$ দৈর্ঘ্য = $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5$

143. ত্রিভুজ সূত্র হতে, $\vec{N} + \vec{M} = \vec{L} \Rightarrow \vec{M} + \vec{N} - \vec{L} = 0$

144. $|\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{A^2B^2\sin^2\theta} = \sqrt{A^2B^2(1-\cos^2\theta)}$
$= \sqrt{A^2B^2 - (AB\cos\theta)^2} \therefore |\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{A^2B^2 - (\vec{A}\cdot\vec{B})^2}$

145. $PQ = \sqrt{(3-3)^2 + (-2+4)^2 + (1-5)^2} = \sqrt{20}$

147. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ = $(180° - 60°) = 120°$
$|\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos 120°}$
$= \sqrt{(15)^2 + (10)^2 + 2\times 15\times 10\times\cos 120°} = 13.228$ N

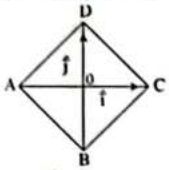
148. 
$|\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos 60°}$
$= \sqrt{5^2 + 5^2 - 2\cdot 5\cdot 5\cos 60°} = 5$ একক

149. $\vec{\nabla}\cdot\vec{A} = 0 \Rightarrow \left(\hat{i}\frac{\delta}{\delta x} + \hat{j}\frac{\delta}{\delta y} + \hat{k}\frac{\delta}{\delta z}\right)\cdot\left((px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}\right) = 0 \Rightarrow p + 1 + 3 = 0 \Rightarrow p = -4$

150. $(\hat{i}\times\hat{k})\times(\hat{j}\times\hat{k}) = (-\hat{j})\times\hat{i} = -\hat{j}\times\hat{i} = -(-\hat{k}) = \hat{k}$

152. $\frac{P}{2} = \sqrt{P^2 + P^2 + 2\cdot P\cdot P\cdot\cos\theta}$
$\Rightarrow P^2 = 4(2P^2 + 2P^2\cos\theta) \Rightarrow P^2 = 8P^2 + 8P^2\cos\theta$
$\Rightarrow \theta = 151.04°$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে কর্ণদ্বয় হচ্ছে $\overrightarrow{AC} = \hat{i}$ ও $\overrightarrow{BD} = \hat{j}$

153. $\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সঠিকরূপ কোনটি? [JB'17]
(a) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{4}$ (b) $\frac{\hat{i}-\hat{j}}{2}$ (c) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}$ (d) $\frac{\hat{j}-\hat{i}}{2}$

154. ABCD সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল কত? [JB'17]
(a) 0.5 বর্গ একক (b) 1.0 বর্গ একক
(c) 1.5 বর্গ একক (d) 2.0 বর্গ একক

155. $\vec{A} = -2\vec{B}$ হলে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটি- [CB'1
(i) সদৃশ (ii) বিসদৃশ (iii) সমরেখ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

156. Y-অক্ষের সাথে $\vec{r} = 4\hat{i} - 4\hat{k}$ ভেক্টরের উৎপন্ন কোণ হবে- [Din.B'1
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

157. টর্ক $\vec{\tau}$ ভেক্টরটি ধনাত্মক z অক্ষ বরাবর এবং $\vec{F} = \hat{i} + \hat{j}$ হলে $\vec{r}$ ভেক্টরটি নিচের কোনটি? [নটর ডেম কলেজ]
(a) $\hat{i} + \hat{j}$ (b) $-(\hat{i} + \hat{j})$ (c) 5k (d) $2\hat{i} + \hat{j}$

158. নিচের কোনটি ঘূর্ণন প্রবনতা নির্দেশ করে? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) কার্ল (b) ডাইভারজেন্স
(c) গ্র্যাডিয়েন্ট (d) ডট গুণন

159. Y অক্ষের সাথে $\vec{A} = 3\hat{i} + 6\hat{j} + 6\hat{k}$ এর নতি কোণ- [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]
(a) $\cos^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$ (b) $\cos^{-1}\left(\frac{2}{3}\right)$
(c) $\cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)$ (d) $\cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{3}}\right)$

160. $\vec{P} = \hat{i} - \hat{j} - \hat{k}$ হলে $\vec{P}$ এর মান কত? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]
(a) 3 (b) $\sqrt{3}$ (c) 1 (d) -1

161. যদি ভেক্টর $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$ ও $\vec{B} = n\hat{i} + 2\hat{j} + 10\hat{k}$ লম্ব হয় তবে n এর মান কত? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) 22 (b) 21 (c) 2 (d) -2

162. ডাইভারজেন্সের ক্ষেত্রে- [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(i) এটি ভেক্টরের ঘূর্ণন সংখ্যা নির্দেশ করে
(ii) এর মান শূন্য হলে অন্তগামী ও বহির্গামী ফ্লাক্স সমান
(iii) যদি প্রবাহের আয়তন বাড়ে, তাহলে ঐ বিন্দুর ঘনত্ব কমে, এক্ষেত্রে ডাইভারজেন্স ধনাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

163. 2টি বলের সর্বোচ্চ লব্ধি 10 N এবং সর্বনিম্ন লব্ধি 4 N; ব বলদ্বয় 90° কোণে ক্রিয়া করে, তাহলে লব্ধিবলের মান কত? [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলে
(a) 7 (b) $\sqrt{58}$ (c) 8 (d) √

164. সমজাতীয়, অসমমানের ও বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল ভেক্টরকে কী বলা হয়? [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলে
(a) ঋণাত্মক ভেক্টর (b) বিপ্রতীপ ভেক্টর
(c) বিসদৃশ ভেক্টর (d) সদৃশ ভেক্টর

165. $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}$ তিনটি ভেক্টরের ক্ষেত্রে যদি $\vec{A}.\vec{B} = \vec{A}.\vec{C} = \vec{0}$, তা কোনটি $\vec{A}$ এর সমান্তরাল? [রাজশাহী ক্যাডেট কলে
(a) $\vec{B}$ (b) $\vec{B} + \vec{C}$ (c) $\vec{C}$ (d) $\vec{B} \times \vec{C}$

166. যদি $\vec{A} = 9i$ ও $B = \frac{1}{9}\hat{i}$ হয় তাহলে ভেক্টরদ্বয়, [রাজশাহী ক্যাডেট কলে
(i) সহগ ভেক্টর (ii) বিপ্রতীপ ভেক্টর
(iii) পরস্পরের উপর লম্ব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

167. $\vec{P} = 10\hat{i} + 12\hat{j}$ এর উপর লম্ব ভেক্টর কোনটি? [রাজশাহী ক্যাডেট কলে
(a) $10\hat{i} + 12\hat{j}$ (b) $10\hat{i}$
(c) $12\hat{j}$ (d) $2\hat{k}$

168. $\nabla^2\left(\frac{1}{r}\right) = ?$ [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলে
(a) 0 (b) 1 (c) 4 (d) 6

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

153. b	154. a	155. b	156. c	157. d	158. a	159. b	160. b
161. a	162. b	163. b	164. c	165. d	166. a	167. d	168. a

153. $\overrightarrow{AO} = \frac{\overrightarrow{AC}}{2} = \frac{\hat{i}}{2}, \overrightarrow{OB} = -\frac{\overrightarrow{BD}}{2} = -\frac{\hat{j}}{2}; \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AO} + \overrightarrow{OB} = \left(\frac{\hat{i}-\hat{j}}{2}\right)$

154.



ABCD ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল = Δ ক্ষেত্র ADC + Δ ক্ষেত্র ABC
$= \frac{1}{2} \times AC \times OD + \frac{1}{2} \times AC \times OB$
$= \frac{1}{2} \times AC \times (OD + OB) = \frac{1}{2} \times AC \times BD$
$= \frac{1}{2} \times 1 \times 1 = 0.5$ বর্গ একক
বিকল্প: ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\overrightarrow{AC} \times \overrightarrow{BD}|$
$= \frac{1}{2}|\hat{i} \times \hat{j}| = \frac{1}{2}|\hat{k}| = \frac{1}{2} = 0.5$ বর্গ একক

156. (c); $\vec{r} \cdot \hat{j} = |r| \cos\theta \Rightarrow 4\sqrt{2}\cos\theta = 0 \Rightarrow \theta = 90°$

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০২

পূর্ণমান: ৪০ | MCQ | সময়: ৪০ মিনিট

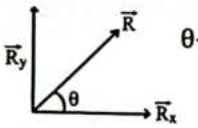
01. $\vec{A} = -\vec{B}$ হলে, $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান কত?
(a) 0 (b) 1 (c) $-A^2$ (d) $-B^2$

02. দুটি সমমানের ভেক্টর থেকে শূন্য ভেক্টর পেতে এদের মধ্যবর্তী কোণ হবে-
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

03. যদি $\vec{P} \cdot \vec{Q} = |\vec{P} \times \vec{Q}|$ হয়, তাহলে ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 0 (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) π

04. যদি ভেক্টর $\vec{L}, \vec{M}$ এবং $\vec{N}$ এর মান যথাক্রমে 5, 12 এবং 13 একক এবং $\vec{L} + \vec{M} = \vec{N}$ হয়, তবে $\vec{M}$ এবং $\vec{N}$ এর মধ্যবর্তী কোণের মান কোনটি?
(a) $\cos^{-1}\frac{5}{12}$ (b) $\cos^{-1}\frac{5}{13}$ (c) $\cos^{-1}\frac{12}{13}$ (d) $\cos^{-1}\frac{13}{5}$

05. কোনটি স্কেলার রাশি?
(a) তড়িৎ বিভব (b) তড়িৎ প্রাবল্য
(c) বেগ (d) ভরবেগ

06. 

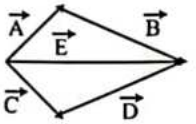
θ- এর মান 0° হতে 90° পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হলে–
(a) R_x কমবে, R_y বাড়বে (b) R_x বাড়বে, R_y কমবে
(c) R_x বাড়বে, R_y বাড়বে (d) R_x কমবে, R_y কমবে

07. নিচের কোন ভেক্টরটি Y-অক্ষের সমান্তরাল?
(a) $(\hat{i} + \hat{j}) \times \hat{i}$ (b) $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{k}$
(c) $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j}$ (d) $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k}$

08. $\hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টর–
(i) এর মান $\sqrt{2}$ (ii) YZ তলে অবস্থান করে
(iii) X অক্ষের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i,ii, iii

09. $\vec{A} \times \vec{B}$ =?
(a) $\hat{n}AB\cos\theta$ (b) $AB\sin\theta$
(c) $-\vec{B} \times \vec{A}$ (d) $\vec{B} \times \vec{A}$

10. $\vec{A} = 2\hat{i} - 7\hat{j}$ ও $\vec{B} = 7\hat{k}$ হলে-
(a) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল
(b) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর লম্ব
(c) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 45°
(d) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 60°

11. চিত্রে $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ ও $\vec{E}$ পাঁচটি ভেক্টর। ভেক্টরগুলোর লব্ধির মান কত?


(a) $\vec{E}$ (b) $2\vec{E}$ (c) $3\vec{E}$ (d) $5\vec{E}$

12. দুটি ভেক্টর সদৃশ হবার পর্যাপ্ত শর্ত–
(i) সমজাতীয় (ii) দিক একই (iii) মান এক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. ভেক্টর বীজগণিতের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য-
(i) $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}$ (ii) $(\vec{P} + \vec{Q}) + \vec{R} = \vec{P} + (\vec{Q} + \vec{R})$
(iii) $m(\vec{P} + \vec{Q}) = m\vec{P} + m\vec{Q}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ হলে, $\vec{A}$ এর বিপরীত ভেক্টর কত হবে?
(a) $3\hat{j} - 2\hat{i} - 4\hat{k}$ (b) $3\hat{j} + 3\hat{i} - 4\hat{k}$
(c) $3\hat{j} - 2\hat{i} + 4\hat{k}$ (d) $2\hat{j} - 3\hat{i} - 4\hat{k}$

15. $\vec{A}$, X অক্ষের সাথে 30° কোণে ক্রিয়াশীল, Y অক্ষ বরাবর উপাংশের মান 3 একক হলে X অক্ষ বরাবর উপাংশের মান-
(a) $\frac{3}{2}$ (b) 3 একক (c) $3\sqrt{3}$ একক (d) 6 একক

16. দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণফল-
(i) একটি ভেক্টর রাশি (ii) তলের সাথে লম্ব
(iii) শূন্য হলে ভেক্টর দুটি সমান্তরাল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii iii

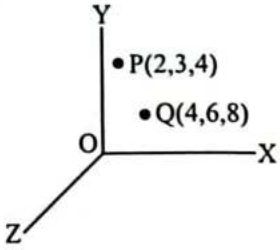
17. যদি $\vec{A} = -3\vec{B}$ হয় তাহলে $\vec{A}, \vec{B}$ ভেক্টরদ্বয় হবে–
(i) সদৃশ ভেক্টর (ii) পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে
(iii) সমজাতীয় ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. $\{(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{k} \times \hat{j})\} \cdot \hat{j}$ এর মান কত?
(a) +1 (b) −1 (c) 0 (d) $-\hat{j}$

19. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সামান্তরিকের দুইটি কর্ণ হলে এর ক্ষেত্রফল হবে–
(a) $|\vec{A} \times \vec{B}|$ বর্গ একক (b) $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$ বর্গ একক
(c) $\vec{A} \times \vec{B}$ বর্গ একক (d) $\frac{1}{2}\vec{A} \times \vec{B}$ বর্গ একক

20. $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে, $\vec{\nabla} \cdot \vec{r}$ =?
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

21. $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = 0$ হলে $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ এর মধ্যে সম্পর্ক কী হবে?
(a) সমরৈখিক (b) পরস্পর লম্ব
(c) সমতলীয় (d) সমজাতীয়

22. 

চিত্রের আলোকে $|\overrightarrow{PQ}|$ = কত?

(a) $\sqrt{29}$ (b) $\sqrt{21}$ (c) $\sqrt{19}$ (d) $\sqrt{13}$

23. দুটি 20N বল পরস্পর 70° কোণে ক্রিয়া করে। লব্ধি ও যে কোনো একটি বলের অর্ন্তভুক্ত কোণের মান কত হবে?

(a) 30° (b) 35° (c) 45° (d) 50°

24. করতোয়া নদীতে স্রোতের বেগ $4\ kmh^{-1}$। মাঝি $10\ kmh^{-1}$ বেগে একটি নৌকাকে স্রোতের সাথে কত ডিগ্রি কোণে চালনা করলে আড়াআড়িভাবে নদী পার হতে পারবে?

(a) 98.5° (b) 113.5°
(c) 116.5° (d) কোনটিই নয়

25. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} + 2\hat{j} + 10\hat{k}$ এর m মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পরের উপর লম্ব হবে?

(a) 20 (b) 22 (c) 21 (d) 25

26. একটি বর্গক্ষেত্রের দুইটি বাহু যথাক্রমে $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ হলে বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল হবে?

(a) $|\vec{A} \times \vec{B}|$ (b) $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$
(c) $|\vec{A}| \times |\vec{B}|$ (d) $\frac{|\vec{A} \times \vec{B}|}{|\vec{A}| \times |\vec{B}|}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি নৌকার স্রোতের অনুকূলে বেগ $10 kmh^{-1}$ এবং প্রতিকূলে বেগ $6\ kmh^{-1}$

27. নৌকার বেগ কত?

(a) $8\ kmh^{-1}$ (b) $7\ kmh^{-1}$ (c) $10\ kmh^{-1}$ (d) $4\ kmh^{-1}$

28. নৌকাটি স্রোতের বেগের সাথে কত কোণে চললে তা সোজা অপর পাড়ে পৌঁছাবে?

(a) 120° (b) 240° (c) 110.2° (d) 104.5°

29. বিপ্রতীপ ভেক্টরের দিক-

(a) লম্ব দিকে (b) একই দিকে
(c) বিপরীত দিকে (d) কৌণিক দিকে

30. $\vec{A} = \hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} + 6\hat{j} - 10\hat{k}$ হলে, m এর কোন মানের জন্য ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল?

(a) 2 (b) −2 (c) 3 (d) −3

31. দুটি বলের বৃহত্তম লব্ধি 10N ও ক্ষুদ্রতম লব্ধি 4N; বল দুটি পরস্পরের সাথে 90° কোণে ক্রিয়া করলে লব্ধির মান কত?

(a) 7 (b) $\sqrt{58}$ (c) 8 (d) $\sqrt{68}$

32. $4ms^{-1}$ বেগে দৌড়ে যাবার সময় সামি $6ms^{-1}$ বেগে লম্বভাবে পতিত বৃষ্টির সম্মুখীন হলে উল্লম্বের সাথে কত কোণে ছাতা ধরতে হবে?

(a) 30° (b) 33.7° (c) 37.3° (d) 43°

33. সমকোণে একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি সমান বলের লব্ধির মান যেকোন একটি বলের-

(a) 2 গুণ (b) $\sqrt{2}$ গুণ (c) সমান (d) $\sqrt{3}$ গুণ

34. মান শূন্য নয় এ রকম একটি ভেক্টরকে তার মান দিয়ে ভাগ করলে কী পাওয়া যায়?

(a) একক ভেক্টর (b) সমতলীয় ভেক্টর
(c) অবস্থান ভেক্টর (d) নাল ভেক্টর

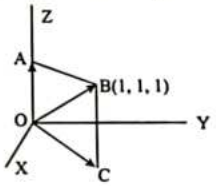
35. p এর মান কত হলে $\vec{r} = (x + 3y)\hat{i} + (py - z)\hat{j} + (x - 2z)\hat{k}$ সলিনয়ডাল হবে?

(a) 1 (b) −1 (c) −2 (d) 3

36. দুটি ভেক্টর, $\vec{A} = 4\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$; $\vec{B} = 2\hat{i} + \hat{j} + 5\hat{k}$ এর সামান্তরিকের দুটি কর্ণ নির্দেশ করলে, সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল হবে-

(a) 11.45 বর্গ একক (b) 22.9 বর্গ একক
(c) 5.1 বর্গ একক (d) 27.9 বর্গ একক

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



37. $\overrightarrow{OC}$ ভেক্টর কোনটি?

(a) $\hat{i} + \hat{j}$ (b) $\hat{j} + \hat{k}$
(c) $\hat{i} + \hat{k}$ (d) $\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$

38. OABC ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল–

(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ বর্গ একক (b) $\sqrt{2}$ বর্গ একক
(c) 2 বর্গ একক (d) $2\sqrt{2}$ বর্গ একক

39. $\hat{i} \times \hat{k}$ = কত?

(a) 1 (b) 0
(c) $-\hat{j}$ (d) $\hat{j}$

40. ডিফারেনসিয়াল ক্যালকুলাস সম্পর্কে প্রযোজ্য–

(i) বিজ্ঞানী নিউটন সর্বপ্রথম তাত্ত্বিক পদার্থ বিজ্ঞানে প্রয়োগ করেন
(ii) ত্বরণ ও বক্র রেখার ঢাল হিসাব করা যায়
(iii) বস্তুর ভরকেন্দ্র, কাজ ও চাপ হিসাব করা যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) iii (b) ii, iii (c) i, ii (d) i, iii

CamScanner

পূর্ণমান: ৫০ | CQ | সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

[যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও]

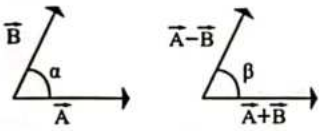
01. হাসনা ও তার সহপাঠী জেনি গ্রুপ স্টাডিতে বসল। হাসনা একটি ঘন সামান্তরিকের তিনটি সন্নিহিত বাহুতে যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$ এবং $\vec{C} = 3\hat{i} - 4\hat{j} + 5\hat{k}$ তিনটি ভেক্টর স্থাপন করলো এবং তারা দু'জন ঘন সামান্তরিকটির আয়তন নির্ণয় করতে চাইলো।

(ক) স্কেলার গুণন কাকে বলে? ১

(খ) সকল সমান ভেক্টর সদৃশ ভেক্টর কিন্তু সকল সদৃশ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয় কেন? ২

(গ) $\vec{A}$ ভেক্টরটি অক্ষের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) হাসনা ও জেনি ভেক্টর তিনটির সাহায্যে আয়তন নির্ণয় করতে পেরেছিলো কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

02. 

চিত্রে $\vec{A} = 5\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 2\hat{k}$

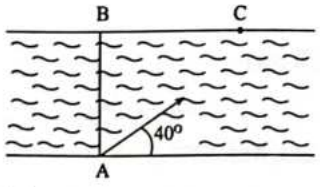
(ক) নাল ভেক্টরের সংজ্ঞা দাও। ১

(খ) দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি কখনও শূন্য হতে পারে না কেন? ২

(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ উভয় ভেক্টরের উপর লম্ব এরূপ একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) α এবং β সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

03. 36m চওড়া একটি নদীতে $12\ ms^{-1}$ বেগে একটি নৌকা চালানো হচ্ছে। নৌকাটি নদী পার হয়ে বিপরীত তীরে C বিন্দুতে পৌঁছল। নদীতে স্রোতের বেগ $3ms^{-1}$।



(ক) আপেক্ষিক বেগ কাকে বলে? ১

(খ) একটি একক ভেক্টর কীভাবে পাওয়া যায়? ২

(গ) নদীটির বিপরীত পাড়ের BC এর দূরত্ব কত? ৩

(ঘ) নদীর বিপরীত পাড়ের B বিন্দুতে নৌকাটিকে নিতে চাইলে মাঝিকে কী ব্যবস্থা নিতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

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

(ক) ভেক্টর গুণন কাকে বলে? ১

(খ) $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর।–ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ একটি সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে কি? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

05. দুইজন ব্যক্তি ঢাকা থেকে বিমানে চড়ে যথাক্রমে রাজশাহী ও সৈয়দপুর গমন করল। ঢাকার সাপেক্ষে রাজশাহী ও সৈয়দপুরের স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $(-40, 50, 5)$ এবং $(-60, 100, 10)$ [দূরত্বকে কি.মি. প্রকাশ করা হল।]

(ক) তল ভেক্টর কাকে বলে? ১

(খ) দুটি ভেক্টর লম্ব হওয়ার শর্ত কী? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) রাজশাহী হতে বিমান ভ্রমণ করে সৈয়দপুর পৌঁছাতে কত পথ অতিক্রম করতে হবে? ৩

(ঘ) ঢাকা হতে রাজশাহী গমনকারী ব্যক্তি সৈয়দপুরের দিকে কতদূর অগ্রসর হয়েছিল নির্ণয় কর? ৪

06. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় কোনো সমতলে রয়েছে।

(ক) সীমাবদ্ধ ভেক্টর কী? ১

(খ) লম্বাংশের সাহায্যে ভেক্টর রাশির যোজন ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) $m = 1$ হলে, $\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) "m এর মানের উপর ভেক্টরদ্বয়ের পরস্পর লম্ব বা সমান্তরাল থাকা নির্ভরশীল।" উক্তিটির সত্যতা উদ্দীপক অনুসারে যাচাই কর। ৪

07. একটি গতিশীল কণার কোনো এক মুহূর্তের অবস্থান ভেক্টর $\vec{r} = \hat{i}\cos\omega t + \hat{j}\sin\omega t$

(ক) অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? ১

(খ) সকল সমরেখ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয়-ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) কণাটির অবস্থান ভেক্টর ও তাৎক্ষণিক বেগের ক্রস গুণন এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\omega = 2\pi rads^{-1}$ হলে, $t = \frac{1}{3}sec$ সময়ে কণাটির বেগ এবং ত্বরণের মান কত হবে? ৪

08. $\vec{A} = y^2z^3\hat{i} + 2xz^3\hat{j} + 3xy^2z^3\hat{k}$ একটি ভেক্টর ক্ষেত্র।

(ক) ভেক্টর বিভাজন কী? ১

(খ) একটি বিপ্রতীপ ভেক্টর সমরেখ ভেক্টর – ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) $(1, -1, 1)$ বিন্দুতে $\vec{A}$ এর ডাইভারজেন্স নির্ণয় কর। ৩

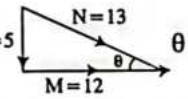
(ঘ) উদ্দীপকের প্রদত্ত ভেক্টর ক্ষেত্রটি ঘূর্ণনশীল কিনা- গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. a	02. d	03. b	04. c	05. a	06. a	07. d	08. d	09. c	10. b	11. c	12. a	13. d	14. a	15. c
16. d	17. c	18. b	19. b	20. b	21. c	22. a	23. b	24. b	25. b	26. a	27. a	28. d	29. b	30. b
31. b	32. b	33. b	34. a	35. a	36. a	37. a	38. b	39. c	40. c					

03. $\vec{P}\cdot\vec{Q} = |\vec{P}\times\vec{Q}| \Rightarrow PQ\cos\theta = PQ\sin\theta$
$\Rightarrow \cos\theta = \sin\theta \Rightarrow \tan\theta = 1 \therefore \theta = \frac{\pi}{4}$

04. 

$\theta = \cos^{-1}\frac{12}{13}$

07. $(\hat{k}\times\hat{j})\times\hat{k} = -\hat{i}\times\hat{k} = \hat{j}$

10. $\vec{A}\cdot\vec{B} = (2\hat{i}-7\hat{j})\cdot(7\hat{k}) = 0$

11. $\vec{A}+\vec{B} = \vec{E};\ \vec{C}+\vec{D}$
$= \vec{E};\ \vec{A}+\vec{B}+\vec{C}+\vec{D}+\vec{E} = 3\vec{E}$

15. $A\sin 30° = 3$
$\therefore A = 6$
$\therefore A\cos 30° = 6\times\frac{\sqrt{3}}{2} = 3\sqrt{3}$

20. $\vec{\nabla}\cdot\vec{r} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i}+\frac{\partial}{\partial y}\hat{j}+\frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right).(x\hat{i}+y\hat{j}+2\hat{k})$
$= \frac{\partial}{\partial x}(x)+\frac{\partial}{\partial y}(y)+\frac{\partial}{\partial z}(2) = 1+1+0 = 2$

22. $|\overrightarrow{PQ}| = |\overrightarrow{OQ}-\overrightarrow{OP}|$
$= \sqrt{(4-2)^2+(6-3)^2+(8-4)^2} = \sqrt{29}$

23. দুইটি সমান বলের লব্ধি অন্তর্ভুক্ত কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।

24. $\theta = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{4}{10}\right) = 113.5°$

25. $2m+3\cdot 2-5\cdot 10 = 0 \Rightarrow m = 22$

27. $v+u = 10;\ v-u = 6 \therefore v = 8$

28. $\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{2}{8}\right) = 104.5°$

30. $\frac{1}{m} = \frac{-3}{6} = \frac{5}{-10} \therefore m = -2$

31. $2R_\perp^2 = R_{max}^2 + R_{min}^2$
$\Rightarrow 2R_\perp^2 = 10^2+4^2 \therefore R_\perp = \sqrt{58}\ N$

32. $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\text{লোকের বেগ}}{\text{বৃষ্টির বেগ}}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4}{6}\right) = 33.7°$

33. $R = \sqrt{P^2+P^2} \Rightarrow R = \sqrt{2}P$

35. $\vec{\nabla}\cdot\vec{r} = \left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i}+\frac{\delta}{\delta y}\hat{j}+\frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right)$
$\cdot\{(x+3y)\hat{i}+(py-z)\hat{j}+\hat{k}(x-2z)\}$
$0 = 1+p-2 \therefore p = 1$

36. ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}\times|\vec{A}\times\vec{B}| = 11.45$

38. $\overrightarrow{OA} = \hat{k};\ \overrightarrow{OC} = \hat{i}+\hat{j}$
$\overrightarrow{OA}\times\overrightarrow{OC} = \begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\0&0&1\\1&1&0\end{vmatrix} = -\hat{i}+\hat{j}$
$|\overrightarrow{OA}\times\overrightarrow{OC}| = \sqrt{(-1)^2+1^2} = \sqrt{2}$

CQ

01. (গ). $\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{2}{3}\right), \beta = \cos^{-1}\left(\frac{1}{3}\right), \gamma = \cos^{-1}\left(\frac{-2}{3}\right)$
(ঘ). ঘনবস্তুটির আয়তন 2 ঘন একক

02. (গ). $\pm\frac{7\hat{i}-\hat{j}-11\hat{k}}{3\sqrt{19}}$
(ঘ). $\alpha \neq \beta$

03. (গ). 56.9 m
(ঘ). স্রোতের দিকের সাথে 104.48° কোণে নৌকা চালাতে হবে

04. (গ). 17.146 বর্গ একক
(ঘ). প্রদত্ত ভেক্টর তিনটি সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে

05. (গ). 54.08 কি. মি.
(ঘ). 63.65 km

06. (গ). $\frac{-8}{\sqrt{14}}$
(ঘ). উক্তিটি সত্য

07. (গ). $\omega\hat{k}$
(ঘ). 2π একক, $4\pi^2$ একক

08. (গ). 9
(ঘ). ভেক্টরটি ঘূর্ণনশীল

"সফলতার গোপন কথাটি হচ্ছে- সাধারণ সমস্যা ভিন্নভাবে সমাধানের চেষ্টা করা।"
- Jonathan Swift

CamScanner

অধ্যায় ০৪ নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

➤ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪✪✪	T-01	নিউটনের সূত্র	7	6	DB'23; Ctg.B'23; JB'23; CB'21; DB, SB, JB, Din.B'18; CB'17
✪	T-02	বলের প্রকারভেদ	-	-	-
✪	T-03	বলের ঘাত ও ঘাত বল	-	-	-
✪✪✪	T-04	ভরবেগ, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র ও সংঘর্ষ	9	5	CB'24; SB'24, 23; DB'22; RB'23; JB'22, 21, 17; Ctg.B'23, 22, 21; BB'23, 21, 19; Din.B'19
✪	T-05	লিফট	-	1	DB' 17
✪✪✪	T-06	জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ	6	6	Ctg.B'23, 21, 19; CB'22, 21; Din.B'22, 21, 19; DB'21; RB'21; JB'22, 21
✪✪✪	T-07	দ্বন্দ্ব ও টর্ক	5	7	BB'24, JB'24, 19; SB'24; MB'24, DB'19; Ctg.B'23; Din.B'21; CB'21
✪✪✪	T-08	কৌণিক ভরবেগ	11	2	RB'24, 23, 21; JB'24;MB'24, 21; SB'22; CB'22, 21; Din.B'23, 22, 19, 17;Ctg.B'21, 19; RB'22; BB'17
✪✪	T-09	কৌণিক গতিশক্তি নির্ণয়	2	4	Din.B'23, 21, 19; JB'24; RB'22; BB'17
✪✪✪	T-10	কেন্দ্রমুখী বল ও সুতার টান	6	9	DB'24; RB'24; BB'24; CB'23; JB'24,23;Din.B'24, 23, 22, 17; SB'22; CB'22; MB'21; Ctg.B'19
✪✪✪	T-11	রাস্তার ব্যাংকিং	8	17	DB'24,23,22,21;Ctg.B'24,21;BB'23,22;MB'23,22;JB'21,DB,SB,JB,Din.B'18;CB'21;Din.B'24;CB'23

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমুনা উত্তর

T-01: নিউটনের সূত্র

Concept

- **বল:** যা কোনো বস্তুর বেগের পরিবর্তন করে বা করতে চায় অথবা আকারের পরিবর্তন করে বা করতে চায় তাকে বল বলে।
  কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল, সময়ের সাথে ঐ বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর সমান।
  $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$ এখানে, m = ধ্রুবক
  কিন্তু যদি m পরিবর্তনশীল হয় তবে, $\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v}\frac{dm}{dt}$
  যদি m পরিবর্তনশীল এবং v অপরিবর্তনশীল হয় $F = \frac{d}{dt}(m\vec{v}) = v.\frac{dm}{dt}$
  [উদাহরণ: রকেট, সমবেগে গতিশীল বালু বোঝাই করা ট্রাক থেকে বালু পড়া]
- **একক:** N $(kg\,ms^{-2})$
- **মাত্রা:** MLT^{-2}

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

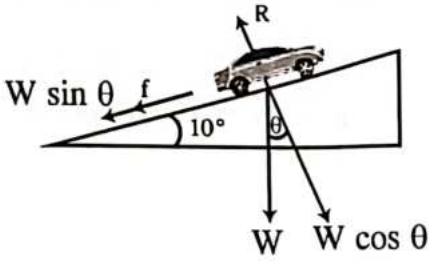
01. 400 kg ভরের একটি গাড়ি 60 kmh^{-1} সমবেগে 10° কোণে নততল বরাবর উপরে উঠে। [ঘর্ষণ গুণাঙ্ক μ এর মান 0.3 এবং g এর মান 9.8 ms^{-2}] [DB'23]

(গ) গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল বিরুদ্ধ বলের মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $R = W\cos\theta = mg\cos\theta$

বিরুদ্ধ বল, $f = \mu R = \mu mg\cos\theta$

$= 0.3 \times 400 \times 9.8 \times \cos 10° = 1158.13$ N (Ans.)



02. 5000 kg ভরের একটি বালুভর্তি ট্রাক ঘণ্টায় 72 km বেগে চলছে। ট্রাক হতে প্রতি সেকেন্ডে 200 gm বালু ছিদ্র পথে পড়ে যাচ্ছে। ব্রেক চেপে 20 min পরে ট্রাকটিকে 20 m দূরত্বে থামানো হলো। [Ctg.B'23]

(ঘ) ট্রাকটিকে থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় বলের মান হিসাব করা সম্ভব- বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

(ঘ) উত্তর: 20 min পর ট্রাকটির ভর,

$m' = 5000 - (0.2 \times 20 \times 60)$kg $= 4760$ kg

তখন বেগ v′ হলে, $mv = m'v'$

$\Rightarrow v' = \frac{mv}{m'} = \frac{5000\times20}{4760} = 21\ ms^{-1}$

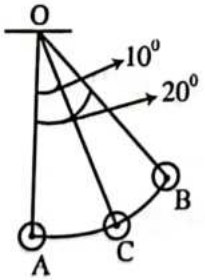
এখন,

$v^2 = v'^2 - 2as$	$v = 0$ = শেষবেগ
$\therefore$ মন্দন, $a = \frac{v'^2}{2s}$	s = সরণ = 20 m
$= 11.025\ ms^{-2}$	

$\therefore$ থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় বল,

$F = m'a = 4760 \times 11.025 = 52479$ N

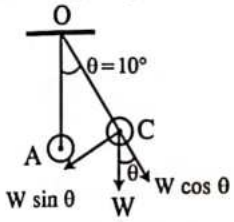
03. ববের ভর, 0.05 kg; দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য, 1m; অভিকর্ষজ ত্বরণ, 9.8 ms^{-2} [JB'23]



(গ) উদ্দীপকে C বিন্দুর কার্যকর বল নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: C বিন্দুতে W এর ($W\cos 10°$) উপাংশটি সুতার টান দ্বারা প্রশমিত হয়। আর $W\sin 10°$ উপাংশটি হলো কার্যকর বল।

$F = W\sin 10° = mg\sin 10° = 0.05 \times 9.8 \times \sin 10° = 0.085$ N (Ans.)



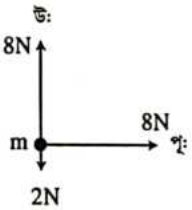
04. 1400 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m প্রশস্ত কোনো বাঁকা রাস্তা বাঁক নিচ্ছে। রাস্তার বাইরের প্রান্ত ভিতরের প্রান্ত অপে 0.75 m উঁচু। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 100 m। যাত্রীরা চালক 8 ms^{-1} বেগে গাড়ি চালাতে অনুরোধ করে। [CB'

(গ) রাস্তায় গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল প্রতিক্রিয়া বল হিসেব কর

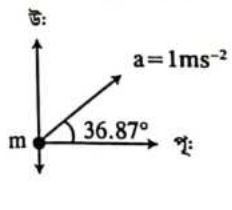
(গ) উত্তর: রাস্তার ব্যাংকিং কোণ θ হলে,

$\sin\theta = \frac{h}{d}$	এখানে,
$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\frac{0.75}{20} = 2.15°$	$h = 0.75$ m
$R\cos\theta = mg$	$d = 20$ m
$\Rightarrow R = \frac{mg}{\cos\theta} = \frac{1400\times9.8}{\cos 2.15°}$	$m = 1400$ kg
$R = 13729.66$ N (Ans.)	

05. m = (10 kg) ভরের একটি বস্তুর উপর একই সময়ে তিনটি ক্রিয়া করছে যা ১ নং চিত্রে দেখানো হলো। [DB, SB, JB, Din.B'



চিত্র-১

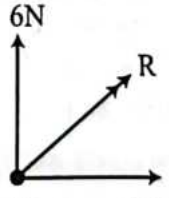


চিত্র-২

(গ) ১নং চিত্রে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল নিট বলের মান কত?

(ঘ) চিত্র-১ এর আলোকে চিত্র-২ এর সঠিকতা যাচাই কর।

(গ) উত্তর: উত্তর দিক বরাবর বলের লব্ধি = $(8-2)$N = 6N

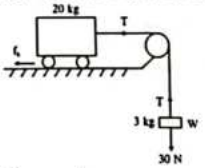


লব্ধি, $R = \sqrt{6^2 + 8^2 + 2\times6\times8\times\cos90°}$

$= 10$N (Ans.)

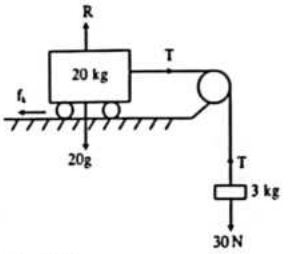
(ঘ) উত্তর: লব্ধি ত্বরণ, $a = \frac{R}{m} = \frac{10}{10} = 1ms^{-2}$,
ত্বরণের দিক হল বলের দিকে।
ধরি, লব্ধি বল পূর্ব দিকের সাথে θ কোণ সৃষ্টি করে।
$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{6}{8} = 36.87°$
১ নং চিত্র হতে পাওয়া মানগুলো ২ নং চিত্রকেও সমর্থন করে। তাই চিত্র-২ সঠিক। [8N বল উত্তর দিকের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে তাই উত্তর দিকে এই বলের কোনো উপাংশ নেই]

06. নিচের চিত্রে একটি ব্লক এবং ট্রলি সিস্টেম প্রদর্শন করা হলো। এখানে ট্রলি এবং তলের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ গুণাঙ্ক **0.04**। [ঢাকা কলেজ]



(গ) সুতার টান নির্ণয় করো। ৩

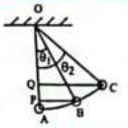
(গ) উত্তর:



ধরি, সিস্টেমের ত্বরণ, a
চিত্রে, $30 - T = 3a$ ... ... (i)
আবার, $T - f_k = 20a \Rightarrow T - \mu_k R = 20a$
$\Rightarrow T - 0.4 \times 20 \times 9.8 = 20a$ ... ... (ii)
(i) ও (ii) হতে, $\frac{20a}{3a} = \frac{T-0.04\times9.8\times20}{30-T}$
$\Rightarrow 600 - 20T = 3T - 23.52$
$\Rightarrow T = \frac{623.52}{23}N = 27.109\ N$(Ans.)

নিজে করো

07. চিত্রে একটি সরল দোলক যার সুতার দৈর্ঘ্য 1.1m এবং ববের ব্যাসার্ধ 1.5 cm, ভর 60gm এবং OA সাম্যাবস্থান। চিত্রে QC = 3cm এবং PB = 2cm[$g = 9.8\ ms^{-2}$] [CB'17]



(ঘ) সরল দোলকটির A, B ও C বিন্দুতে কার্যকর বলের মানের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।
[Ans: ক্ষুদ্রকোণে [$\theta < 4°$] কার্যকর বল কোণের সাথে সরলরৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়]

T-02: বলের প্রকারভেদ

Concept

মৌলিক বলগুলোর গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য:

মৌলিক বল	পাল্লা	আপেক্ষিক তীব্রতা	বিনিময়কারী কণা	কার্যকারিতা
মহাকর্ষ বল	অসীম	$10^0 = 1$	গ্রাভিটন	গ্রহ, নক্ষত্র ইত্যাদির ঘূর্ণন
দুর্বল নিউক্লিয় বল	10^{-16}m	10^{30}	বোসন	বিটা ক্ষয়ের জন্য
তাড়িতচৌম্বক বল	অসীম	10^{39} বা 10^{40}	ফোটন	পরমাণু ও অণু গঠনে
সবল নিউক্লিয় বল	10^{-15}m	10^{41} বা 10^{42}	মেসন	নিউক্লিয়নকে নিউক্লিয়াসে আবদ্ধ রাখা

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

[এই টপিক থেকে বিগত বোর্ড পরীক্ষায় কোনো সৃজনশীল প্রশ্ন আসেনি]

T-03: বলের ঘাত ও ঘাত বল

Concept

- ঘাত বল: বৃহৎ মানের কোনো বল খুব ক্ষুদ্র সময় ধরে কাজ করলে তাকে ঘাত বল বলা হয়। ঘাত বলের একক N এবং মাত্রা MLT^{-2}।
- বলের ঘাত: বল ও তার ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলা হয়। বলের ঘাত, $\vec{J} = \vec{F}t$ [$u = 0\ ms^{-1}$]
  বলের ঘাত একটি ভেক্টর রাশি যার দিক ক্রিয়ারত বলের দিকে।
  অর্থাৎ, বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগ ভেক্টরের পরিবর্তনের সমান। বলের ঘাতের একক Ns বা, $kgms^{-1}$ এবং মাত্রা MLT^{-1}।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

[এই টপিক থেকে বিগত বোর্ড পরীক্ষায় কোনো সৃজনশীল প্রশ্ন আসেনি]

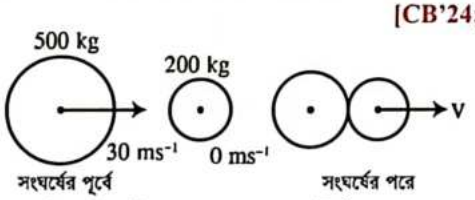
T-04: ভরবেগ, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র ও সংঘর্ষ

Concept

- ভরবেগ, $\vec{p} = m\vec{v}$
- ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা: কোনো সিস্টেমের উপর লব্ধি বাহ্যিক বল শূন্য হলে, ঐ সিস্টেমের মোট ভরবেগ ভেক্টরের কোনো পরিবর্তন হয় না। একে ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা বলা হয়। এক্ষেত্রে, আদি ভরবেগ, $\vec{p}_i$ = শেষ ভরবেগ, $\vec{p}_f$
- একমাত্রিক সংঘর্ষ: যদি দুটি বস্তুর বেগ একই সরলরেখায় সীমাবদ্ধ থাকে, সেক্ষেত্রে আমরা এদের একমাত্রিক সংঘর্ষ বলে থাকি। এক্ষেত্রে ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$।
  [Note: একমাত্রিক সংঘর্ষে বেগকে ভেক্টর আকারে ($\vec{v}$) প্রকাশ করা হয় না, বরং বেগের দিক বুঝাতে আমরা '+' বা '−' ব্যবহার করা সেক্ষেত্রে যেকোনো একদিককে ধনাত্মক ধরে নিলে, এর বিপরীত দিক হবে ঋণাত্মক।]
- সংঘর্ষকে আমরা দুই ভাগে ভাগ করতে পারি, (i) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ এবং (ii) অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ
  যদি সংঘর্ষের ফলে গতিশক্তির ক্ষয় (loss) হয়, তাহলে সেটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ। আর যদি কোনো গতিশক্তির ক্ষয় না হয়, তাহলে সেটি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।
- স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে বলা যায়: $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$
- একমাত্রিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা ও গতিশক্তির সংরক্ষণশীলতা হতে
  প্রমাণ করে দেখানো যায় যে, $u_1 - u_2 = v_2 - v_1$
  অর্থাৎ, সংঘর্ষের আগে ও পরে বস্তু দুটির আপেক্ষিক বেগের মানের পরিবর্তন হয় না।
- একমাত্রিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে শেষবেগ: $v_1 = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1+m_2}u_2$ এবং $v_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}u_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}u_2$
  [সতর্কতা: স্থিতিস্থাপক ও অস্থিতিস্থাপক উভয় ধরনের সংঘর্ষের ক্ষেত্রেই ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা প্রযোজ্য।]
- দ্বিমাত্রিক সংঘর্ষ: দুটি বস্তুর সংঘর্ষের আগে বা পরে বেগ একই রেখায় সীমাবদ্ধ না থাকলে সেটি দ্বিমাত্রিক বা ত্রিমাত্রিক সংঘর্ষ হয়। এক্ষে ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা, $m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$
  [Note: দ্বিমাত্রিক সংঘর্ষে বেগকে ভেক্টররূপে প্রকাশ করতে হবে। অথবা, x ও y অক্ষে আলাদাভাবে ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা প্রয়োগ করতে হ সেক্ষেত্রে, x-অক্ষে: $m_1u_{1x} + m_2u_{2x} = m_1v_{1x} + m_2v_{2x}$; y-অক্ষে: $m_1u_{1y} + m_2u_{2y} = m_1v_{1y} + m_2v_{2y}$
- ভরবেগ ভেক্টর রাশি তাই এর যোগ বা বিয়োগ ভেক্টর নিয়মে করতে হয়।
- ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক: $E_k = \frac{p^2}{2m}$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. [CB'24; SB'24]



(গ) উপরের চিত্রের 'v' এর মান নির্ণয় করো।

(ঘ) সংঘর্ষটি কি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 500$ kg
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 200$ kg
১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 30\ ms^{-1}$
২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
সংঘর্ষের পর সম্মিলিত বস্তুর ভর,
$m_1 + m_2 = 500 + 200 = 700$ kg
সংঘর্ষের পর সম্মিলিত বস্তুর বেগ, $v = ?$
ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি হতে,
আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$
$\Rightarrow v = \frac{m_1u_1+m_2u_2}{m_1+m_2} = \frac{500\times30+200\times0}{500+200}$
$= \frac{150}{7}\ ms^{-1}$ [১ম বস্তুর বেগের দিকে] $= 21.42857\ ms^{-1}$

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = \frac{150}{7}$ m
দেওয়া আছে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 500$ kg
২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 200$ kg
১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 30\ ms^{-1}$
২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
বস্তুদ্বয়ের মিলিত ভর, $m_1 + m_2 = 500 + 200 = 700$ k
এখন, সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি,
$E_{k_i} = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$
$= \frac{1}{2}\times500\times30^2 + \frac{1}{2}\times200\times0^2$
$= 2.25\times10^5$ J
আবার, সংঘর্ষের পর মোট গতিশক্তি,
$E_{k_f} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = \frac{1}{2}\times700\times\left(\frac{150}{7}\right)^2 = 1.61\times10^5$
$\therefore E_{k_i} \neq E_{k_f}$; সুতরাং, সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক হবে না।

CamScanner

02. 5000 kg ভরের একটি বালুভর্তি ট্রাক ঘণ্টায় 72 km বেগে চলছে। ট্রাক হতে প্রতি সেকেন্ডে 200 gm বালু ছিদ্র পথে পড়ে যাচ্ছে। ব্রেক চেপে 20 min পরে ট্রাকটিকে 20 m দূরত্বে থামানো হলো। [Ctg.B'23]

(গ) যাত্রা শুরুর 15 min পরে ট্রাকের বেগের মান বের কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

প্রতি সেকেন্ডে বালু পড়ে = 200g = 0.2 kg

প্রাথমিক অবস্থায় গাড়ির ভর, m = 5000 kg,

গাড়ির বেগ, $v = 72\ kmh^{-1} = 20\ ms^{-1}$

15 মিনিট পর, ভর, $m' = 5000 - (0.2 \times 15 \times 60)\ kg$

$= 4820\ kg$

তখন, বেগ, v′ হলে, $mv = m'v'$

বা, $v' = \frac{mv}{m'} = \frac{5000\times20}{4820}\ ms^{-1} = 20.75\ ms^{-1}$ (Ans.)

03. $3\ ms^{-1}$ বেগে 2 kg ভরের একটি বস্তু 0.5 kg ভরের অন্য একটি স্থির বস্তুর সঙ্গে সোজাসুজি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। [BB'23]

(গ) সংঘর্ষের পর স্থির বস্তুর শেষবেগ কত? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের গতিশীল বস্তুর ভর স্থির বস্তুর ভরের তুলনায় অনেক বেশি হলে সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের পরিণতি কী হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, ১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 2\ kg$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 0.5\ kg$

১ম বস্তুর আদি বেগ $u_1 = 3\ ms^{-1}$

২য় বস্তুর বেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$

আমারা জানি,

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে, $v_2 = \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}u_2 + \frac{2\,m_1u_2}{m_1+m_2}$

$= \frac{0.5-2}{2+0.5}\times 0 + \frac{2\times2\times3}{2+0.5} = 4.8\ ms^{-1}$ (Ans.)

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে,

গতিশীল বস্তুর ভর, m_1

গতিশীল বস্তুর বেগ $u_1 = 3\ ms^{-1}$

স্থির বস্তুর ভর, m_2

স্থির বস্তুর বেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$

১ম বস্তুর ক্ষেত্রে: $v_1 = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}u_1 + \frac{2\,m_2u_2}{m_1+m_2} = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}u_1$

এখন $m_1 \gg m_2$ হওয়ায় $m_1 - m_2 \approx m_1$ এবং

$m_1 + m_2 \approx m_1$

$\therefore v_1 = \frac{m_1}{m_1}u_1 \Rightarrow v_1 = u_1 = 3\ ms^{-1}$

২য় বস্তুর ক্ষেত্রে, $v_2 = \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}u_2 + \frac{2\,m_1u_1}{m_1+m_2} = \frac{2\,m_1u_1}{m_1}$

$\Rightarrow v_2 = 2u_1 = 2\times3 = 6\ ms^{-1}$

∴ গতিশীল বস্তুর শেষবেগ সমান থাকলেও স্থির বস্তু দ্বিগুণ বেগে ছুটে যাবে।

04. 1000 kg ভরের একটি বাস 75000 J গতিশক্তি নিয়ে চলার সময় 100 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তার প্রস্থ 10 m এবং রাস্তার প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী উচ্চতার ব্যবধান 0.2 m। [DB'22]

(গ) বাসটির ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, গতিশক্তি, $E_k = 75000\ J$ এবং ভর,

$m = 1000\ kg$

আমরা জানি, $E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p^2 = 2E_km$

$p = \sqrt{2\times2E_K\times1000}$

∴ ভরবেগ, $p = 12247.5\ kg\ ms^{-1}$ (Ans.)

বিকল্প: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 75000$

$\Rightarrow v = \sqrt{2E_k\times\frac{1}{m}} = \sqrt{2\times75000\times\frac{1}{1000}}$

$= 12.247\ ms^{-1}$

আবার, $p = mv = 12.247\times1000 = 12247\ kg\ ms^{-1}$

05. $72\ kmh^{-1}$ বেগে চলমান 1800 kg ভরের একটি বড় গাড়ি সামনে দাঁড়িয়ে থাকা 1000 kg ভরের একটি ছোট গাড়িকে পিছন দিক থেকে সজোরে ধাক্কা দিলো। ধাক্কার পর গাড়ি দু'টি একত্রিত হয়ে 60 m গিয়ে থেমে গেলো। রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা বিজ্ঞানের ছাত্র মাহী, দুর্ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করে বলল এটি একটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ। [Ctg.B'22]

(গ) উদ্দীপকের গাড়ি দু'টি থামাতে যে বাধাদানকারী বল ক্রিয়াশীল ছিল তার মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) মাহীর মন্তব্যের সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

$m_1 = 1800\ kg$

$m_2 = 1000\ kg$

$v_1 = \frac{72\times1000}{3600} = 20\ ms^{-1}$

$v_2 = 0$

v = মিলিত বেগ

আমরা জানি, $m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)\ v$

$v = \frac{m_1v_1+m_2v_2}{m_1+m_2} = \frac{1800\times20+1000\times0}{1800+1000} \therefore v = 12.857\ ms^{-1}$

আবার, মিলিত আদিবেগ, $v = 12.837\ ms^{-1}$

মিলিত শেষবেগ, $v_f = 0\ ms^{-1}$ এবং দূরত্ব, s = 60m

তাহলে, $a = \frac{v_f^2-v^2}{2s} = \frac{0^2-(12.857)^2}{2\times60} = -1.378\ ms^{-2}$

∴ একত্রে মিলিতভাবে চলা গাড়ি দুটির মন্দন $1.378\ ms^{-2}$

গাড়ি দুটি থামাতে বাধাদানকারী বল, $F = (m_1 + m_2)\times a$

$= (1800 + 1000)\times1.378 = 3858.4\ N$ (Ans.)

(ঘ) উত্তর: সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তি,

$E_{k_i} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 1800 \times 20^2 = 360000$ J

সংঘর্ষের পরে গাড়ি দুটি একত্রে চলে। 'গ' হতে পাই তাদের মিলিত বেগ হলো, $v = 12.857\ ms^{-1}$

তাহলে সংঘর্ষের পরের গতিশক্তি,

$E_{k_f} \neq \frac{1}{2}(m_1 + m_2) v^2$

$= \frac{1}{2} \times 2800 \times (12.857)^2\ ms^{-1} = 231423.4$ J

অর্থাৎ, $E_{k_f} < E_{k_i}$ তাই মাহীর মন্তব্যটি সত্য। এটি একটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।

06. 30 gm ভরের একটি মার্বেল $10\ ms^{-1}$ বেগে সোজা গিয়ে একটি স্থির মার্বেলকে ধাক্কা দেয়। ধাক্কার পর মার্বেলটি তার 75% বেগ হারায় এবং স্থির মার্বেলটি $9\ ms^{-1}$ বেগ লাভ করে স্থির অবস্থান থেকে 3 m দূরে একটি মাটির দেয়ালকে ধাক্কা দেয়, মাটির দেয়ালের বাঁধাদানকারী বল 3 N। (বাতাসের বাঁধা উপেক্ষা করে)। [JB'17]

(গ) স্থির মার্বেলটির ভর নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

১ম মার্বেলের ভর, $m_1 = 30\ gm = 0.03\ kg$

১ম মার্বেলের আদিবেগ, $u_1 = 10\ ms^{-1}$

১ম মার্বেলের শেষবেগ,

$v_1 = u_1 \times 25\%$

$= \frac{10}{4}\ ms^{-1} = 2.5\ ms^{-1}$

২য় মার্বেলের আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$

২য় মার্বেলের শেষবেগ, $v_2 = 9\ ms^{-1}$

২য় মার্বেলের ভর, $m_2 = ?$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

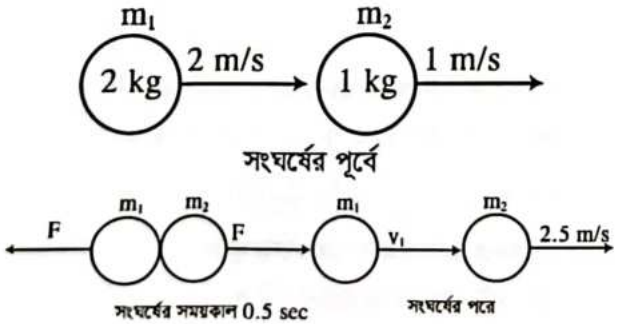
$m_1u_1 + m_2u_2$

$= m_1v_1 + m_2v_2$

$\Rightarrow 0.03 \times 10 + m_2 \times 0 = 0.03 \times 2.5 + m_2 \times 9$

$\Rightarrow m_2 = 0.025\ kg = 25\ gm$ (Ans.)

07. [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]



(গ) m_1 ভর দ্বারা m_2 ভরের বস্তুর উপর প্রয়োগকৃত বল কত? ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, m_1 এর ভর 2 kg

m_2 এর ভর 1 kg

m_2 এর আদিবেগে, $u_2 = 1 ms^{-1}$

শেষবেগ, $v_2 = 2.5\ ms^{-1}$

সময়, $t = 0.5$ s

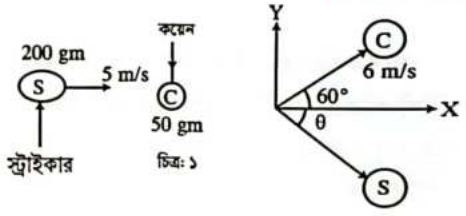
m_1 দ্বারা m_2 এর উপর প্রয়োগকৃত বল হবে m_2 এর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমান।

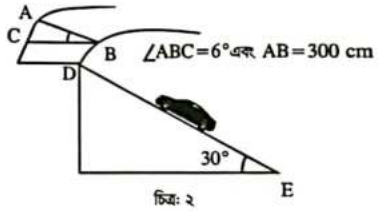
$\therefore F = \frac{m_2(v_2 - u_2)}{t} = \frac{1(2.5-1)}{0.5} N = 3$ N

08. চিত্র-১: 200 gm ভরের একটি ক্যারম স্ট্রাইকার 50 gm ভরের একটি স্থির কয়েনকে $5\ ms^{-1}$ বেগে আঘাত করে এবং কয়েন ও স্ট্রাইকার দুটি দুই পথে চলে যায়।

চিত্র-২: 10 টন ভরের একটি গাড়ি একটি ঢালু তল বেয়ে 20 উঠে 600 cm ব্যাসার্ধের একটি বক্র রাস্তায় উপনীত হয়।

[কুমিল্লা ক্যাডেট কলে





(গ) ১ নং চিত্রে θ এর মান নির্ণয় করো।

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, স্ট্রাইকারের ক্ষেত্রে,

$m_1 = 200\ g = 0.2\ kg; u_1 = 5\ ms^{-1}$

কয়েনের ক্ষেত্রে, $m_2 = 50\ g = 0.05\ kg;$

$u_2 = 0\ ms^{-1}, v_2 = 6 ms^{-1}$

x-অক্ষের ধনাত্মক দিকে বেগের উপাংশ নিয়ে পাই,

$m_1u_1 \cos 0° + m_2 \times 0 = m_1v_1 \cos\theta + m_2v_2 \cos\theta$

$\Rightarrow 0.2 \times 5 \times \cos 0° = 0.2 \times v_1 \sin\theta + 0.05 \times 6 \times \sin 60$

$\Rightarrow v_1 \sin\theta = \frac{1-0.15}{0.2} = 4.25 \ldots\ldots\ldots$ (i)

y অক্ষের ধনাত্মক দিকে বেগের উপাংশ নিয়ে পাই,

$m_1u_1 \sin 0° + m_2 \times 0 = m_1v_1 \sin\theta + m_2v_2 \sin 60°$

$\Rightarrow 0.2 \times 5 \times 0 = 0.2 \times v_1 \cos\theta + 0.05 \times 6 \times \cos 60$

$\Rightarrow v_1 \cos\theta = \frac{-0.2598}{0.2} = -0.299 \ldots\ldots\ldots$ (ii)

(ii) ÷ (i) $\Rightarrow \tan\theta = \frac{-1.299}{4.25} \Rightarrow \theta = -17°$ (Ans.)

CamScanner

নিজে করো

09. 2 kg এবং 3 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 8.8 ms^{-1} এবং 1.2 ms^{-1} বেগে বিপরীত দিক হতে এসে সংঘর্ষের পর বস্তু দুটি একত্রে মিলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে চলতে লাগল। [SB'23]

(গ) সংযুক্ত বস্তু দুটির চূড়ান্ত বেগ কত? [Ans: 2.8 ms^{-1}]

(ঘ) উক্ত সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক না অস্থিতিস্থাপক—গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমরা মতামত দাও।

[Ans: উক্ত সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক নয়]

10. 5 kg ও 7 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে 5 ms^{-1} এবং 6 ms^{-1} বেগে পরস্পর বিপরীত দিক হতে এসে সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয় একত্রে মিলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে চলতে শুরু করে। [BB'19]

(গ) উদ্দীপকের বস্তুদ্বয়ের চূড়ান্ত বেগ নির্ণয় কর।

[Ans: −1.41667 ms^{-1}; 7 kg ভরের বস্তুর দিকে]

(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক না অস্থিতিস্থাপক-গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[Ans: সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক]

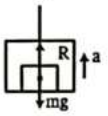
T-05: লিফট

Concept

ধরি, একটি লিফট a ত্বরণে গতিশীল এবং লিফটে অবস্থিত কোনো বস্তুর ভর m এবং উক্ত বস্তুর উপর লিফটের তল কর্তৃক প্রতিক্রিয়া বল R। এখন-

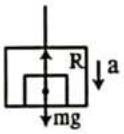
(i) যদি লিফট উপরে উঠে, বস্তুর উপর লব্ধি বল, $F = R - mg = ma$

$\Rightarrow R = m(g + a)$



(ii) যদি লিফট নিচে নামে, বস্তুর উপর লব্ধি বল, $F = mg - R = ma$

$\therefore R = mg - ma = m(g - a)$



(iii) যদি লিফট সমবেগে উপরে/নিচে গতিশীল হয়, তবে $a = 0$, সেক্ষেত্রে, $R = mg$

(iv) দড়ি ছিড়ে লিফট যখন মুক্তভাবে পড়ে তখন $a(\downarrow) = g \therefore R = m(g - g) = 0$

∴ অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়ার মান শূন্য হওয়ায় ওজনহীন মনে হয়।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি সুউচ্চ অফিস বিল্ডিং-এ আরোহীসহ সর্বোচ্চ 400 kg ভরের ধারণক্ষমতা সম্পন্ন একটি লিফট দুই তলা হতে সাত তলার মধ্যে ওঠা-নামা করে। বিল্ডিংটির প্রতিটি ফ্লোরের উচ্চতা 3 m। উক্ত অফিসের একজনের ভর 45 kg এবং তিনি একদিন লিফটটিতে চড়ে 2 ms^{-2} ত্বরণে উঠানামার সময় ওয়েট মেশিনে তার ওজন পরিমাপ করলেন। এক্ষেত্রে সর্বত্র অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 9.8 ms^{-2}। [DB'17]

(ঘ) উক্ত ব্যক্তির ওজন ওয়েট মেশিনের সাহায্যে সেদিন সঠিকভাবে নির্ণয় করা গেল কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। 8

(ঘ) উত্তর: লিফটটি যেহেতু $a = 2\ ms^{-2}$ ত্বরণে ওঠানামা করে, সেহেতু তিনি তার ওজন সঠিকভাবে পরিমাপ করতে পারবেন না।

তার প্রকৃত ওজন, $W = mg = (45 \times 9.8)N = 441\ N$

লিফটটি ওঠার সময় আপাত ওজন,

$W_{up} = m(g + a) = 45 \times (9.8 + 2)N = 531\ N$

লিফটটি নামার সময় আপাত ওজন,

$W_{down} = m(g - a) = 45 \times (9.8 - 2)N = 351\ N$

∴ লিফটটি সমত্বরণে গতিশীল থাকলে ওজন সঠিকভাবে নির্ণয় করা যাবে না।

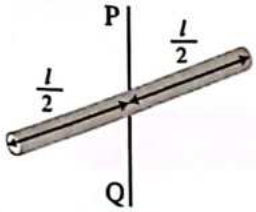
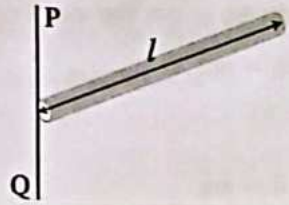
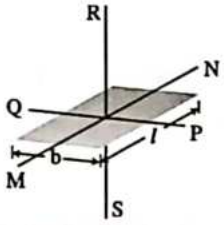
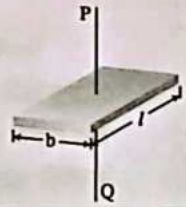
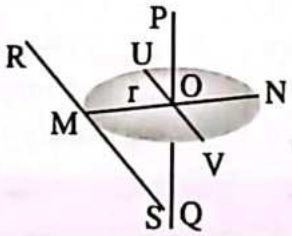
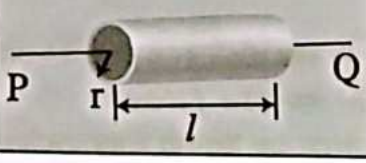
T-06: জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ

Concept

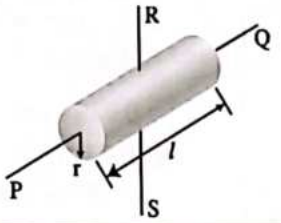
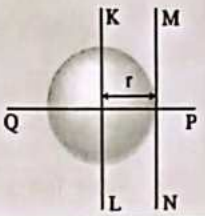
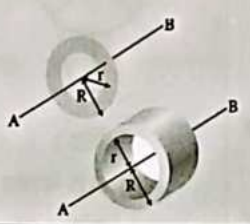
- জড়তার ভ্রামক: কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান দৃঢ় বস্তুর প্রতিটি কণার ভর ও অক্ষ থেকে কণাগুলোর লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিকে জড়তার ভ্রামক বলে। জড়তার ভ্রামক, $I = \sum mr^2$ অথবা, $I = \int r^2 dm$।

জড়তার ভ্রামক সংক্রান্ত দুইটি উপপাদ্য রয়েছে। যথা: সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য ও লম্ব অক্ষ উপপাদ্য।

- **সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য:** কোনো অক্ষের সাপেক্ষে একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক উক্ত অক্ষের সমান্তরাল ও বস্তুর ভরকেন্দ্রগামী অ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং বস্তুর ভর ও দুই অক্ষের মধ্যবর্তী লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টির সমান। $I = I_{COM} + Mh^2$; এখা COM = Center of Mass।
- **লম্ব অক্ষ উপপাদ্য:** কোনো সমতল পাতের তলে অবস্থিত পরস্পর লম্ব দুইটি অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I_x ও I_y হলে, এ অক্ষের ছেদবিন্দু দিয়ে এবং পাতের তলের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে, $I_z = I_x + I_y$।

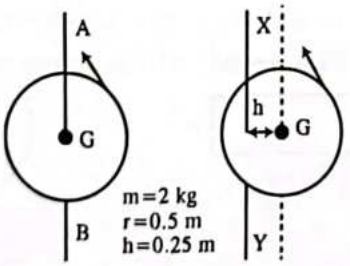
বস্তু	চিত্র	অক্ষ	জড়তার ভ্রামক
(i) সরু ও সুষম দণ্ড		ভরকেন্দ্রগামী ও দৈর্ঘ্যের সাথে লম্ব সরলরেখা	$\frac{1}{12}Ml^2$
(ii) সরু ও সুষম দণ্ড		এক প্রান্ত দিয়ে দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী সরলরেখা	$\frac{1}{3}Ml^2$
(iii) আয়তাকার পাতলা পাত		l এর সমান্তরাল ভরকেন্দ্রগামী MN	$\frac{1}{12}Mb^2$
		b এর সমান্তরাল ভরকেন্দ্রগামী PQ	$\frac{1}{12}Ml^2$
		ভরকেন্দ্রগামী ও পাতের উপর লম্ব RS	$\frac{M}{12}(l^2 + b^2)$
(iv) আয়তাকার দণ্ড		ভরকেন্দ্রগামী ও তলের উপর লম্ব PQ	$\frac{M}{12}(l^2 + b^2)$
(v) পাতলা বৃত্তাকার চাকতি		কেন্দ্রগামী ও তলের উপর লম্ব PQ	$\frac{1}{2}Mr^2$
		চাকতির যেকোন ব্যাস যেমন, UV বা MN	$\frac{1}{4}Mr^2$
		চাকতির তলে চাকতির যে কোন স্পর্শক যেমন, RS	$\frac{5}{4}Mr^2$
(vi) চোঙ		ভরকেন্দ্রগামী ও দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল PQ	$\frac{1}{2}Mr^2$

CamScanner

বস্তু	চিত্র	অক্ষ	জড়তার ভ্রামক
(vii) চোঙ		ভরকেন্দ্রগামী ও দৈর্ঘ্যের উপর লম্ব RS	$M\left(\frac{l^2}{12}+\frac{r^2}{4}\right)$
(viii) নিরেট গোলক		যেকোন ব্যাস যেমন, PQ বা KL	$\frac{2}{5}Mr^2$
		গোলকের যে কোন স্পর্শক যেমন, MN	$\frac{7}{5}Mr^2$
(ix) ফাঁপা গোলক		যেকোন ব্যাস বরাবর যেমন, KL বা QP	$\frac{2}{3}Mr^2$
(x) বৃত্তাকার চাকতি / সিলিন্ডার, বহিঃব্যাসার্ধ = R অন্তঃব্যাসার্ধ = r, ভর = m		ভরকেন্দ্রগামী ও দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল AB বরাবর অক্ষ	$I_z=\frac{1}{2}m(R^2+r^2)$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01 একটি বৃত্তাকার চাকতি এর তলের সাথে মধ্যবিন্দুগামী লম্ব অক্ষ AB সাপেক্ষে চিত্র-১ অনুযায়ী ঘুরছে। আবার, চিত্র-২ অনুযায়ী চাকতিটির সাথে লম্বভাবে স্থাপিত XY অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে। [RB'23]



(গ) ১ম চিত্রে চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরানো সহজ হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $m = 2\ kg, r = 0.5\ m$

জড়তার ভ্রামক $= \frac{1}{2}mr^2$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ k হলে, $mk^2 = \frac{1}{2}mr^2$

$\Rightarrow k = \frac{r}{\sqrt{2}} = 0.35\ m$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $h = 0.25\ m$

AB অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2}m\,r^2$

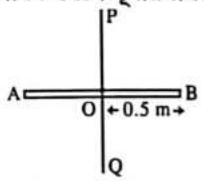
$= \frac{1}{2} \times 2 \times 0.5^2 = 0.25\ kg\ m^2$

XY অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,

$I' = I + mh^2 = 0.25 + 2 \times (0.25)^2 = 0.375\ kg\ m^2$

যেহেতু, $I < I'$; তাই বলা যায়, AB অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরানো সহজ হবে।

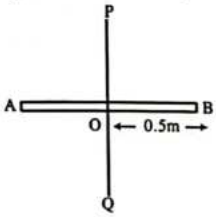
02. উপরের চিত্রের সরু ও সুষম দণ্ডের দৈর্ঘ্য AB = 1 m এবং ভর 2 kg। দণ্ডটি তার দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে গমনকারী PQ অক্ষের সাপেক্ষে সুষম কৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান। [JB'22]



(গ) উদ্দীপকের দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দণ্ডটির ঘূর্ণন অক্ষ মধ্যবিন্দু O থেকে প্রান্তের A বিন্দুতে স্থানান্তর করা হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** সরু ও সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান দণ্ডের জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{12} Ml^2$



এখানে, AB দণ্ডের দৈর্ঘ্য, $l = 1$ m

AB দণ্ডের ভর, $M = 2$ kg

∴ PQ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান AB দণ্ডের জড়তার ভ্রামক,

$I_{AB} = \frac{1}{12} Ml^2 = \frac{1}{12} \times 2 \times 1^2 = 0.167$ kgm^2

$= 0.167$ kgm^2 (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** PQ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান AB দণ্ডের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $k_{PQ} = \frac{l}{\sqrt{12}}$ m

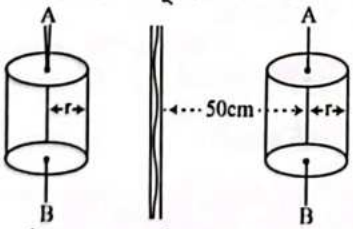
আবার, A বিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান AB দণ্ডের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $k_A = \frac{l}{\sqrt{3}}$ m

উভয় ক্ষেত্রের চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত $= \frac{k_{PQ}}{k_A}$

$= \frac{\frac{l}{\sqrt{12}}}{\frac{l}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$

∴ $k_A = 2k_{PQ}$ অর্থাৎ, ঘূর্ণন অক্ষ O বিন্দু থেকে A বিন্দুতে স্থানান্তরিত হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

03. চিত্রে সিলিন্ডার আকৃতির দণ্ডের ভর 5 kg এবং ব্যাসার্ধ 10 cm। উভয় চিত্রের দণ্ড ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 1 rads^{-1} বেগে ঘুরছে। [Ctg.B'21]



ঘূর্ণন অক্ষ চিত্র-১ ঘূর্ণনঅক্ষ ভারকেন্দ্রগামী অক্ষ চিত্র-২

(ঘ) উদ্দীপকের কোন দণ্ডটি থামাতে অধিক বাধার সম্মুখীন হতে হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** এখানে, m = 5 kg, r = 10 cm = 0.1 m; h = 0.5 m

প্রথম ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক,

$I_1 = \frac{1}{2} mr^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (0.1)^2 = 0.025$ kgm^2

২য় ক্ষেত্রে, $I_2 = 0.025$ kgm$^2 + mh^2$

$= 0.025$ kgm$^2 + 5$ kg $\times (0.5\text{m})^2 = 1.275$ kgm^2

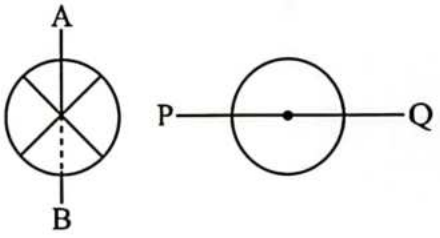
দেখা যায়, $I_2 > I_1$।

∴ ২য় ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ ($I\omega$), টর্ক ($I\alpha$) এবং কৌণিক গতিশক্তি $\left(\frac{1}{2} I\omega^2\right)$ অধিক হবে।

∴ ২য় ক্ষেত্রে দণ্ডটিকে থামাতে অধিক টর্ক প্রয়োগ ও অধিক কাজ করতে হবে।

অর্থাৎ, চিত্র-২ এর দণ্ডটি থামাতে অধিক বাধার সম্মুখীন হতে হবে।

04. নিচের চিত্র-১ এ একটি বৃত্তাকার চাকতির কেন্দ্র দিয়ে পাতে অভিলম্বভাবে AB অক্ষ দণ্ডটি এবং চিত্র-২ এ চাকতির পাতে সমতলে ব্যাসের মধ্য দিয়ে PQ অক্ষ দণ্ডটি আছে। প্রতি পাতের ভর m = 2 kg এবং ব্যাসার্ধ r = 1 m। [BB'



চিত্র-১ চিত্র-২

(গ) AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামকের মান কর।

(গ) **উত্তর:** ভরকেন্দ্রগামী এবং তলের লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে,

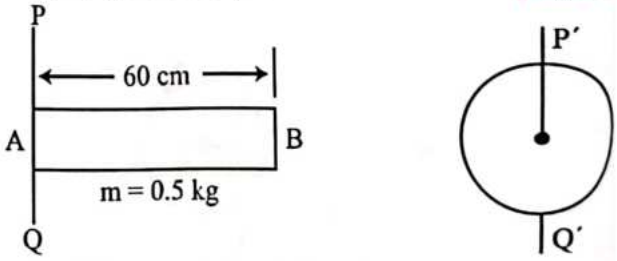
$I = \frac{1}{2} mr^2$

$= \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2$ kgm^2

$= 1$ kgm^2 (Ans.)

এখানে, m = 2 kg ; r = 1 m

05. একটি সুষম দণ্ডের [চিত্র-১] সাহায্যে একটি সুষম চাকতি [চিত্র-২] তৈরি করা হলো : [Din.B'



চিত্র-১ চিত্র-২

(গ) চিত্র-১-এর PQ-এর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক বের কর।

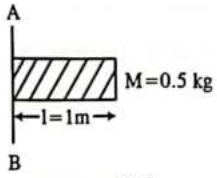
(ঘ) চাকতির পরিধি দণ্ডের দৈর্ঘ্যের সমান হলে উভয়ের জড়তা ভ্রামক ভিন্ন হবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

CamScanner

(গ) উত্তর: এখানে, দণ্ডের ভর, $m = 0.5$ kg
দৈর্ঘ্য, $l = 60$ cm $= 0.6$ m
∴ PQ অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,
$I = \frac{1}{3} ml^2 = \left\{\frac{1}{3} \times 0.5 \times (0.6)^2\right\} = 0.06$ kgm^2 (Ans.)

(ঘ) উত্তর: ধরি, চাকতির ব্যাসার্ধ = r।
প্রশ্নমতে, $2\pi r = 0.6 \Rightarrow r = 0.0955$ m
∴ P′Q′ অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক,
$I' = \frac{mr^2}{2} = \frac{0.5 \times (0.0955)^2}{2} = 2.2797 \times 10^{-3}$ kgm^2
'গ' হতে পাই, দণ্ডের জড়তার ভ্রামক 0.06 kgm^2; সুতরাং, চাকতি ও দণ্ডের ভর সমান হওয়ার শর্তে, চাকতিটির পরিধি দণ্ডের দৈর্ঘ্যের সমান হলে উভয়ের জড়তার ভ্রামক ভিন্ন হবে।

06. একটি আয়তাকার দণ্ড যার দৈর্ঘ্য $l = 1$m ও ভর $M = 0.5$kg। [DB'21]



(গ) দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) যদি দণ্ডটিকে 1m ব্যাসের পাতলা চাকতিতে পরিণত করা হয় তবে জড়তার ভ্রামকের কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) উত্তর: দণ্ডটি এক প্রান্ত দিয়ে দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী সরলরেখার সাপেক্ষে ঘুরছে।
এক্ষেত্রে, $I = \frac{1}{3} Ml^2 = \frac{1}{3} \times 0.5 \times (1)^2$
$= 0.1667$ kg m^2 (Ans.)

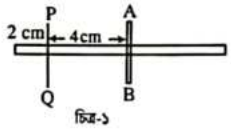
(ঘ) উত্তর: দণ্ডের ভর 0.5 kg ও ব্যাসার্ধ $= \frac{1m}{2} = 0.5$ m
এক্ষেত্রে ভরকেন্দ্রগামী ও তলের উপর লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I_g = \frac{1}{2} Mr^2 = \frac{1}{2} \times 0.5$kg $\times (0.5$m$)^2$
$= \frac{1}{16}$ kg m$^2 = 0.0625$kgm^2



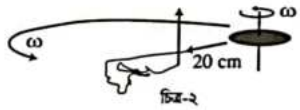
এখন, উদ্দীপকের ন্যায় এক প্রান্তে ঘূর্ণন অক্ষ রেখে ঘূর্ণায়মান হলে, $I = I_g + Mr^2 = \frac{1}{16}kgm^2 + 0.5 \times (0.5m)^2$
$= \frac{3}{16} = 0.1875$ kg m^2
দেখা যায়, এক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক দন্ডের জড়তার ভ্রামক হতে ভিন্ন। ∴ জড়তার ভ্রামক পরিবর্তিত হবে।



07. চিত্র-১: 1 kg ভরের একটি দন্ড PQ অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরছে এবং দন্ডটির অভিকর্ষকেন্দ্র AB অক্ষ বরাবর।
চিত্র-২: একজন লোক 200 gm ভর এবং 2 cm ব্যাসার্ধের একটি নিরেট গোলাকার বলকে 50 cm দৈর্ঘ্যের একটি দড়িতে বেঁধে ঘুরাচ্ছে। বলটি 1 min এ 50 বার তার হাতের চারপাশে এবং বলটির অভিকর্ষকেন্দ্র এর অক্ষের চারপাশে 1 min এ 10 বার ঘুরে। দড়িটি 2 N পর্যন্ত বল সহ্য করতে পারে।
[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]



চিত্র-১



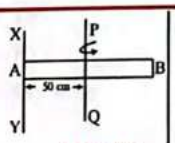
চিত্র-২

(গ) ১ নং চিত্রে, PQ অক্ষের সাপেক্ষে I বের করো। ৩

(গ) উত্তর: দণ্ডের দৈর্ঘ্য $l = 2 \times (4 + 2)$cm $= 12$ cm $= 0.12$ m
ভর, $m = 1$ kg
∴ PQ অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I = I_{AB} + m(0.04)^2$
$= \frac{1}{12} \times 1 \times (0.12)^2 + 1 \times (0.04)^2$ kgm^2
$= 2.8 \times 10^{-3}$ kgm^2 (Ans.)

নিজে করো

08. চিত্রে 500 gm ভরের AB সরু দণ্ডটি এর দৈর্ঘ্যের মধ্যবিন্দুতে লম্বভাবে গমনকারী অক্ষ PQ এর সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে 30 বার করে ঘুরছে। [JB'21]



(ঘ) XY অথবা PQ কোনো অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।
[Ans: XY অক্ষ সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক বেশি

T-07: দ্বন্দ্ব ও টর্ক

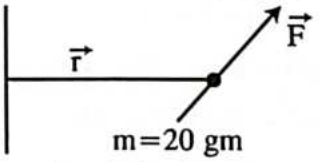
Concept

- টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \therefore \tau = rF \sin\theta$
- টর্ক, τ = জড়তার ভ্রামক (I) × কৌণিক ত্বরণ (α)
- সুষম কৌণিক বেগে (ω) ঘূর্ণনরত বস্তুতে $\alpha = 0$, অর্থাৎ, $\tau = 0$ হবে।

[Note: Clockwise ঘূর্ণনের জন্য τ এর মান (−)ve ধরব এবং Anti-clockwise এর জন্য (+)ve ধরব।]

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. ঘূর্ণনরত বস্তুর ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$m এবং বল, $\vec{F} = (\hat{i} + 4\hat{j} - 3\hat{k})$N. বস্তুটি শুরুতে 200 rpm এ ঘুরতে ছিল। অতপর উক্ত বল 3 s ব্যাপি প্রয়োগ করা হল। [Ctg.B'23]



(গ) বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্কের মান বের কর। ৩

(ঘ) বল প্রয়োগের পূর্বের ও পরের পর্যায়কালের তুলনা কর। ৪

(গ) উত্তর: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & -1 \\ 1 & 4 & -3 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(-6+4) - \hat{j}(-6+1) + \hat{k}(8-2)$

$= -2\hat{i} + 5\hat{j} + 6\hat{k}$

$\therefore |\vec{\tau}| = \sqrt{2^2 + 5^2 + 6^2} = 8.06$ Nm (Ans.)

(ঘ) উত্তর: বল প্রয়োগের পূর্বে পর্যায়কাল T হলে,

$\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\Rightarrow \frac{20\pi}{3} = \frac{2\pi}{T}$

$\Rightarrow T = 0.3$ s

এখানে,

$\omega = 200$ rpm

$= \frac{200\times2\pi}{60} = \frac{20}{3}\pi$ rads^{-1}

$m = 20$ gm $= 0.02$ kg

$|\vec{r}| = \sqrt{2^2 + 2^2 + (-1)^2} = 3$m

$\therefore$ জড়তার ভ্রামক, $I = mr^2 = 0.02 \times 3^2 = 0.18$ kgm^2

কৌণিক ত্বরণ α হলে,

$|\vec{\tau}| = I\alpha$ ['গ' হতে, $|\vec{\tau}| = 8.06$ Nm]

$\Rightarrow \alpha = \frac{8.06}{0.18} = 44.78$ rads^{-2}

$\therefore$ নতুন কৌণিক বেগ, $\omega' = \omega + \alpha t$ [$\because t = 3$ s]

$= \frac{20\pi}{3} + 44.78 \times 3 = 155.28$ rads^{-1}

$\therefore$ নতুন পর্যায়কাল T' হলে, $\omega' = \frac{2\pi}{T'}$

$\Rightarrow T' = \frac{2\pi}{\omega'} = \frac{2\pi}{155.28} = 0.04$ s $\therefore T' < T$

02. 0.5 kg ভরের কোনো বস্তুকে 80 cm লম্বা একটি সুতার সাহায্যে আনুভূমিক বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে সমকৌণিক ত্বরণে ঘুরা আরম্ভ করে 2 মিনিট পর থেকে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরছে। [BB'24]

(গ) 2 মিনিট পর বস্তুটির ওপর কী পরিমাণ টর্ক ক্রিয়া করছে তার মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 0.5$ kg

সুতার দৈর্ঘ্য, $r = 80$ cm $= 0.8$ m

আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 0$ rads^{-1}

শেষ কৌণিক বেগ,

$\omega = 120$ rpm $= \frac{120\times2\pi}{60}$ rads^{-1} $= 4\pi$ rads^{-1}

সময়, $t = 2$ min $= 120$ sec

কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $\omega = \omega_0 + \alpha t \Rightarrow \alpha = \frac{\omega-\omega_0}{t} = \frac{4\pi-0}{120}$

$\therefore \alpha = \frac{\pi}{30}$ rads^{-2}

বস্তুটির জড়তার ভ্রামক,

$I = mr^2 = 0.5 \times (0.8)^2 = 0.32$ kgm^2

আমরা জানি, টর্ক, $\tau = I\alpha = 0.32 \times \frac{\pi}{30} = 0.0335$ Nm

03. কোনো চাকার ভর 10 kg এবং ব্যাসার্ধ 0.5 m। চাকার ঘূর্ণন বেগ 500 rpm। চাকাটি ঘূর্ণনরত অবস্থায় 6855 N-m বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করা হল। [JB'24]

(ঘ) চাকাটি 10 সেকেন্ডে থামবে কি না? যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: এখানে, $m = 10$ kg, $r = 0.5$ m

চাকাটির জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.5^2$

$= 1.25$ kgm^2 এবং আদি কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{50\pi}{3}$ rads^{-1}

দেওয়া আছে, প্রযুক্ত বাধাদানকারী টর্ক, $\tau = 6855$ Nm

কৌণিক ত্বরণ, α হলে,

আমরা জানি, $\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{6855}{1.25} = 5484$ rads^{-2}

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega = 0$ rads^{-1} এবং সময়, t হলে,

$\omega = \omega_0 - \alpha t \Rightarrow t = \frac{\omega_0-\omega}{\alpha} = \frac{\frac{50\pi}{3}-0}{5484}$

$\Rightarrow t = 9.55 \times 10^{-3} < 10$ sec

সুতরাং, চাকাটি 10 sec এর পূর্বেই থেমে যাবে।

04. একটি বৈদ্যুতিক পাখার জড়তার ভ্রামক 100 kgm^2 । পাখাটি প্রতি মিনিটে 900 বার ঘোরে। পাখাটির সুইচ বন্ধ করার পরে ২ মিনিট পর পাখাটি থামে। [SB'24]

(গ) উদ্দীপকের বর্ণিত পাখায় প্রয়োগকৃত টর্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) থেমে যাওয়ার পূর্বে পাখাটির পক্ষে 1000 বার ঘোরা সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, পাখাটির জড়তার ভ্রামক, $I = 100$ kgm^2

আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 900$ rpm

$= \frac{900\times2\pi}{60}$ rads^{-1} $= 30\pi$ rads^{-1}

সময়, $t = 2$ min $= 120$ sec

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega = 0$ rads^{-1}

কৌণিক মন্দন, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $\omega = \omega_0 - \alpha t$

$\Rightarrow \alpha = \frac{\omega_0-\omega}{t} = \frac{30\pi-0}{120} = \frac{\pi}{4}$ rads^{-2}

আমরা জানি, টর্ক, $\tau = I\alpha = 100 \times \frac{\pi}{4}$

$= 25\pi$ Nm $= 78.54$ Nm (Ans.)

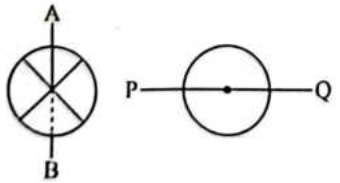
(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 900$ rpm
$= \frac{900\times2\pi}{60} = 30\pi$ rads^{-1}
শেষ কৌণিক বেগ, $\omega = 0$ rads^{-1}
সময়, $t = 2$ min $= 120$ sec
কৌণিক সরণ, $\theta = ?$
আমরা জানি, $\theta = \frac{\omega_0+\omega}{2}\times t = \frac{(30\pi+0)}{2}\times 120$
$= 1800\pi$ rad $= \frac{1800\pi}{2\pi}$ rev $= 900$ rev
সুতরাং, থেমে যাওয়ার পূর্বে পাখাটির 1000 বার ঘোরা সম্ভব নয়।

05. রহিম 200 gm ভরের একটি বস্তুকে সুতায় বেঁধে দুটি অবস্থান থেকে অনুভূমিকভাবে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। অবস্থান ভেক্টর দুটি যথাক্রমে $\vec{r}_1 = (3\hat{i}+2\hat{j}-\hat{k})$m এবং $\vec{r}_2 = (4\hat{i}+2\hat{j}-3\hat{k})$m। উভয় ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বলের পরিমাণ $\vec{F} = (5\hat{i}+4\hat{j}-3\hat{k})$N। [MB'24]

(ঘ) উদ্দীপকের দুটি অবস্থানে টর্ক সমান হবে কি-না- গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, প্রয়োগকৃত বল, $\vec{F} = (5\hat{i}+4\hat{j}-3\hat{k})$N
প্রথম ক্ষেত্রে অবস্থান ভেক্টর, $\vec{r}_1 = 3\hat{i}+2\hat{j}-\hat{k}$
দ্বিতীয় ক্ষেত্রে অবস্থান ভেক্টর, $\vec{r}_2 = 4\hat{i}+2\hat{j}-3\hat{k}$
আমরা জানি, টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F}$
প্রথম অবস্থানে প্রযুক্ত টর্ক, $\vec{\tau}_1 = \vec{r}_1\times\vec{F} = \begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\3&2&-1\\5&4&-3\end{vmatrix}$
$= \hat{i}(-6+4)-\hat{j}(-9+5)+\hat{k}(12-10)$
$= (-2\hat{i}+4\hat{j}+2\hat{k})$ Nm
আবার, দ্বিতীয় অবস্থানে প্রযুক্ত টর্ক,
$\vec{\tau}_1 = \vec{r}_2\times\vec{F} = \begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\4&2&-3\\5&4&-3\end{vmatrix}$
$= \hat{i}(-6+12)-\hat{j}(-12+15)+\hat{k}(16-10)$
$= (6\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k})$Nm
যেহেতু, $\vec{\tau}_1 \neq \vec{\tau}_2$; সুতরাং দুটি অবস্থানে প্রযুক্ত টর্ক সমান হবে না।

06. নিচের চিত্র-১ এ একটি বৃত্তাকার চাকতির কেন্দ্র দিয়ে পাতের অভিলম্বভাবে AB অক্ষ দণ্ডটি এবং চিত্র-২ এ চাকতির পাতের সমতলে ব্যাসের মধ্য দিয়ে PQ অক্ষ দণ্ডটি আছে। প্রতিটি পাতের ভর $m = 2$ kg এবং ব্যাসার্ধ $r = 1$ m। [BB'21]



চিত্র-১ চিত্র-২

(ঘ) পাত দুটিতে সমপরিমাণ টর্ক প্রয়োগ করলে এদের মধ্যে একই ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। 8

(ঘ) উত্তর: এখানে, $m = 2$kg, $r = 1$ m
প্রথম চিত্রে, $I_1 = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2}\times2\times1^2 = 1$ kgm^2
২য় চিত্রে, $I_2 = \frac{1}{4}mr^2 = \frac{1}{4}\times2\times1^2 = 0.5$ kgm^2
আমরা জানি, $\tau = I\alpha$
সমপরিমাণ টর্ক প্রয়োগে, $I_1\alpha_1 = I_2\alpha_2$
$\Rightarrow 1\times\alpha_1 = 0.5\times\alpha_2 \Rightarrow \alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = 2\alpha_1$
∴ এদের মধ্যে একই ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে না। দ্বিতীয়টির ঘূর্ণন বেশি হবে যেহেতু কৌণিক ত্বরণ প্রথমটির তুলনায় দ্বিগুণ।

07. একজন চালক গাড়ির চাকা খারাপ হলে, চাকা পরিবর্তন করার জন্য রেঞ্চ দিয়ে জ্যাক-স্ক্রুকে ঘুরানোর সময় কোনো এক মুহূর্তে প্রযুক্ত বলকে $\vec{F} = (8\hat{i}+5\hat{j}-5\hat{k})$N এবং ঘূর্ণন অক্ষ হতে বলের ক্রিয়া বিন্দুর দূরত্বকে $\vec{r} = (\hat{i}+\hat{j}-\hat{k})$m দ্বারা প্রকাশ করা হলো। গাড়ির ভর 2000 kg, ঘটনাস্থলে রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 5 m এবং রাস্তার প্রস্থ 3 m। রাস্তার সর্বোচ্চ ঘর্ষণ বল 40 Nkg^{-1}। [DB'19]

(গ) স্ক্রুটি ঘোরানোর সময়ে প্রযুক্ত টর্ক কত? ৩

(গ) উত্তর: এখানে, প্রযুক্ত বল, $\vec{F} = (8\hat{i}+5\hat{j}-5\hat{k})$ N
ঘূর্ণন অক্ষ হতে দূরত্ব, $\vec{r} = (\hat{i}+\hat{j}-\hat{k})$ m
টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F} = \begin{vmatrix}\hat{i}&\hat{j}&\hat{k}\\1&1&-1\\8&5&-5\end{vmatrix}$
$= \hat{i}(-5+5)-\hat{j}(-5+8)+\hat{k}(5-8)$
$= (-3\hat{j}-3\hat{k})$ Nm
$\therefore |\vec{\tau}| = \sqrt{(-3)^2+(-3)^2} = 3\sqrt{2}$ Nm।
অর্থাৎ, টর্কের মান $3\sqrt{2}$ Nm এবং ভেক্টররূপ $(-3\hat{j}-3\hat{k})$ Nm

08. 1 m এবং 0.707 m দৈর্ঘ্যের দুটি সরু সুষম দণ্ডের ভরদ্বয় যথাক্রমে 10 kg এবং 20 kg, এদের উভয়ই দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত এবং মধ্যবিন্দুগামী অক্ষের সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে যথাক্রমে 300 বার এবং 360 বার একটি মোটরের সাহায্যে সমকৌণিক বেগে ঘুরছে। মোটরটি বন্ধ হয়ে গেলে ১ম দণ্ডটি 20 s সময়ের মধ্যে থেমে যায়। [JB'19]

(গ) মোটরটি বন্ধ হয়ে যাবার পর ১ম দণ্ডটি কতটি পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করবে? ৩

(গ) উত্তর: ১ম দণ্ডের ক্ষেত্রে, $\omega_0 = 300$ rpm
$= \frac{300\times2\pi}{60} = 10\pi$ rads^{-1}; $\omega = 0$ rads^{-1}; $t = 20$ s
$\therefore \theta = \frac{\omega_0+\omega}{2}\times t = \frac{10\pi}{2}\times20$
$= 100\pi$ rad $= \frac{100\pi}{2\pi}$ rev $= 50$ rev (Ans.)

নিজে করো

09. একটি ভারী চাকার ভর 40 kg এবং জড়তার ভ্রামক 4000 kgm^2। চাকাটি প্রতি মিনিটে 100 বার ঘুরছে। রহমান সাহেব চাকাটিকে 2 মিনিটে থামানোর জন্য 300 Nm বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করল। [RB'22; Din.B'21]

(ঘ) উদ্দীপকে রহমান সাহেব নির্দিষ্ট সময়ে চাকাটি থামাতে সক্ষম হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। [Ans: 2 min এ চাকাটি থামাতে পারবেন না]

10. 5 kg ভর ও 30 cm ব্যাসার্ধের একটি চাকা মিনিটে 60 বার ঘুরছে। চাকাটিকে 5 sec এ থামানোর জন্য 0.45 N-m টর্ক প্রয়োগ করা হলো। [CB'21]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সময়ে চাকাটিকে থামানো যাবে কিনা যাচাই কর। [Ans: চাকাটিকে থামানো যাবে না]

11. একটি ভারি চাকার ভর 40 kg এবং জড়তার ভ্রামক 4000 kgm^2। চাকাটি মিনিটে 120 বার ঘুরছে। এক ব্যক্তি চাকাটিকে 1.5 মিনিটে থামানোর জন্য 400 Nm বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করলেন। [Din.B'21]

(ঘ) ঐ ব্যক্তি উদ্দীপকে উল্লিখিত নির্দিষ্ট সময়ে চাকাটি থামাতে সক্ষম হবেন কি? গাণিতিকভাবে যাচাই করে মতামত দাও। [Ans: উল্লিখিত সময়ে চাকাটি থামাতে পারবে না।]

T-08: কৌণিক ভরবেগ

Concept

- কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = I\vec{\omega}$
- $L = mvr\sin\theta$; $\theta = 90°$ হলে $L = mvr = m\omega r^2$ [$v = \omega r$]
- কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র: [বাহ্যিক টর্ক প্রযুক্ত না হলে অর্থাৎ, বাহ্যিক লব্ধি টর্ক শূন্য হলে]
  $I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow mv_1r_1 = mv_2r_2$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একজন সার্কাসের খেলোয়াড় 60 cm দীর্ঘ সুতার একপ্রান্তে 80 gm ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে উল্লম্বতলে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরাচ্ছেন। পরে তিনি সুতার দৈর্ঘ্য 10% কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 5% বৃদ্ধি করে বস্তুটিকে অনুভূমিক তলে ঘুরাতে থাকেন। [RB'24]

(ঘ) উল্লম্বতলে ও অনুভূমিকতলে ঘুরানোর সময় বস্তুর কৌণিক ভরবেগ সমান হবে না-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 80\ gm = 80 \times 10^{-3}\ kg$

উল্লম্বতলের ক্ষেত্রে, কৌণিক বেগ,

$\omega_1 = 120\ rpm = \frac{120\times2\pi}{60} rads^{-1} = 4\pi\ rads^{-1}$

সুতার দৈর্ঘ্য, $r_1 = 60\ cm = 60 \times 10^{-2}\ m$

সুতরাং, বস্তুটির জড়তার ভ্রামক, $I_1 = mr_1^2$

$= 80 \times 10^{-3} \times (60 \times 10^{-2})^2 = 0.0288\ kgm^2$

উল্লম্বতলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ, $L_1 = I_1\omega_1$

$= 0.0288 \times 4\pi = 0.362\ kgm^2s^{-1}$

অনুভূমিক তলের ক্ষেত্রে, কৌণিক বেগ,

$\omega_2 = 120 + 120 \times 5\% = 126\ rpm$

$= \frac{126\times2\pi}{60} rads^{-1} = \frac{21}{5}\pi\ rads^{-1}$

সুতার দৈর্ঘ্য, $r_2 = (60 - 60 \times 10\%)\ cm$

$= 54\ cm = 0.54\ m$

অনুভূমিক তলে জড়তার ভ্রামক, $I_2 = mr_2^2$

$= 80 \times 10^{-3} \times (0.54)^2 = 0.023328\ kgm^2$

∴ অনুভূমিক তলে কৌণিক ভরবেগ,

$L_2 = I_2\omega_2 = 0.023328 \times \frac{21}{5}\pi = 0.30781\ kgm^2s^{-1}$

∵ $L_1 \neq L_2$; সুতরাং, উল্লম্বতলে ও অনুভূমিকতলে ঘুরানোর সময় বস্তুর কৌণিক ভরবেগ সমান হবে না।

02. রহিম 200 gm ভরের একটি বস্তুকে সুতায় বেঁধে দুটি অবস্থান থেকে অনুভূমিকভাবে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। অবস্থান ভেক্টর দুটি যথাক্রমে $\vec{r}_1 = (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})m$ এবং $\vec{r}_2 = (4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k})m$। উভয় ক্ষেত্রে প্রয়োগকৃত বলের পরিমাণ $\vec{F} = (5\hat{i} + 4\hat{j} - 3\hat{k})N$। [MB'24]

(গ) ১ম ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 200\ gm = 0.2\ kg$

১ম ক্ষেত্রে অবস্থান ভেক্টর, $\vec{r}_1 = 3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$

কৌণিক বেগ, $\omega = 60\ rpm = \frac{60\times2\pi}{60} rads^{-1}$

$= 2\pi\ rads^{-1}$

$\therefore |\vec{r}_1| = \sqrt{3^2 + 2^2 + (-1)^2} = \sqrt{14}\ m$

বস্তুটির জড়তার ভ্রামক, $I = mr_1^2 = 0.2 \times (\sqrt{14})^2$

$= 2.8\ kgm^2$

∴ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = (2.8 \times 2\pi)\ kgm^2s^{-1}$

$= 5.6\pi\ kgm^2s^{-1}$ (Ans.)

CamScanner

03. একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনের চারপাশে 5.2×10^{-10}m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 6.977×10^{5}ms^{-1} বেগে আবর্তন করছে। ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31}kg। [JB'23]

(গ) উদ্দীপকের আলোকে ইলেকট্রনটির কৌণিক ভরবেগ কত? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ইলেকট্রনের ভর, $m = 9.1 \times 10^{-31}$kg

বেগ, $v = 6.977 \times 10^{5}$ ms^{-1}

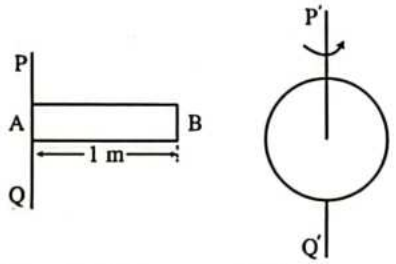
ব্যাসার্ধ, $r = 5.2 \times 10^{-10}$m

আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$

$= 9.1 \times 10^{-31} \times 6.977 \times 10^{5} \times 5.2 \times 10^{-10}$

$= 3.3 \times 10^{-34}$kg m^{2}s^{-1} (Ans.)

04. 0.5 kg ভরের AB দণ্ডটি PQ অক্ষ সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘোরানো হলো। পরবর্তীতে দণ্ডটিকে এর দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসের একটি পাতলা চাকতিতে পরিণত করে P′Q′ অক্ষ সাপেক্ষে মিনিটে 70 বার ঘোরানো হলো। [Din.B'23,19]



(গ) চাকতিটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

ভর, $m = 0.5$ kg

ব্যাস, $d =$ দৈর্ঘ্য $= 1$ m

চাকতির জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2}mr^2$

কৌণিক বেগ, $\omega = 70$ rpm $= \frac{70 \times 2\pi}{60}$ rads^{-1}

আমরা জানি,

কৌণিক ভরবেগ,

$L = I\omega = \frac{1}{2}mr^2 \times \omega = \frac{1}{2} \times 0.5 \times \left(\frac{d}{2}\right)^2 \times \omega$

$= \frac{1}{2} \times 0.5 \times \left(\frac{1}{2}\right)^2 \times \frac{2\pi \times 70}{60} = 0.458$ kgm^{2}s^{-1} (Ans.)

05. একজন ব্যক্তি 300 গ্রাম ভরের একটি বস্তুকে 70 cm দৈর্ঘ্যের একটি রশির এক প্রান্তে বেঁধে অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। হঠাৎ বস্তুটির এক-তৃতীয়াংশ খুলে পড়ে গেলে তিনি তাৎক্ষণিকভাবে রশির দৈর্ঘ্য 10 cm কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 10 বার বৃদ্ধি করে বস্তুর অবশিষ্টাংশকে ঘুরাতে থাকেন। [Din.B'22]

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ভর, $m = 300$ gm $= 0.3$ kg; ব্যাসার্ধ, $r =$ সুতার দৈর্ঘ্য $= 70$ cm $= 0.7$ m

কৌণিক বেগ, $\omega = 60$ rpm

$= \frac{60 \times 2\pi}{60}$ rads^{-1} $= 6.2832$ rads^{-1}

∴ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = mr^2\omega$

$= 0.3 \times (0.7)^2 \times 6.2832 = 0.9236$ kg m^{2}s^{-1} (Ans.)

06. আরিতার ভর 40 kg। সে একটি ঘর্ষণহীন উল্লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে অনুভূমিকভাবে ঘূর্ণায়মান নাগরদোলার প্রান্তবিন্দুতে চড়ে 25 m ব্যাসবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 10 বার ঘুরছে। আরিতা ধীরে ধীরে কেন্দ্রের দিকে আসতে থাকে এবং কেন্দ্র থেকে 6 m দূরে একটি বিন্দুতে পৌঁছায়। [RB'21]

(ঘ) আরিতা প্রান্তবিন্দু থেকে কেন্দ্রের দিকে আসলে তার কৌণিক ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে পর্যালোচনা কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 10}{60} = \frac{\pi}{3}$ rads^{-1}

ব্যাসার্ধ, $r_1 = \frac{d}{2} = \frac{25}{2}$ m; ব্যাসার্ধ, $r_2 = 6$ m

প্রান্তবিন্দুতে জড়তার ভ্রামক, $I_1 = mr_1^2 = 40 \times \left(\frac{25}{2}\right)^2$

$= 6250$ kgm^2

কেন্দ্র থেকে 6 m দূরে জড়তার ভ্রামক,

$I_2 = mr_2^2 = 40 \times 6^2 = 1440$ kgm^2

∴ পূর্বের কৌণিক ভরবেগ, $L_1 = I_1\omega = 6290 \times \frac{\pi}{3}$

$= 6545$ kgm^{2}s^{-1}

[নাগরদোলার কৌণিক বেগ মানুষের অবস্থানের উপর নির্ভর করে না, ধ্রুব থাকে।]

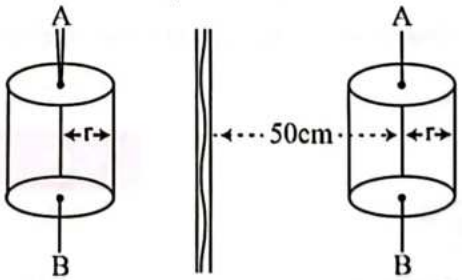
∴ পরের কৌণিক ভরবেগ, $L_2 = I_2\omega = 1440 \times \frac{\pi}{3}$

$= 1507.968$ kgm^{2}s^{-1}

∴ $L_1 > L_2$

∴ কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন হবে।

07. চিত্রে সিলিন্ডার আকৃতির দণ্ডের ভর 5 kg এবং ব্যাসার্ধ 10 cm। উভয় চিত্রের দণ্ড ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 1 rads^{-1} বেগে ঘুরছে। [Ctg.B'21]



ঘূর্ণন অক্ষ — ঘূর্ণনঅক্ষ — ভারকেন্দ্রগামী অক্ষ

চিত্র-১ চিত্র-২

(গ) চিত্র-১ এর দণ্ডের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** এখানে, $m = 5\ kg$; $r = 10\ cm = 0.1\ m$

সিলিন্ডারটি ভরকেন্দ্রগামী ও দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে।

$\therefore$ জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2}Mr^2$

$= \frac{1}{2} \times 5 \times (0.1)^2 = 0.025\ kgm^2$

$\therefore$ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = 0.025\ kgm^2 \times 1\ rads^{-1}$

$= 0.025\ kgm^2s^{-1}$ **(Ans.)**

08. 60 kg ভরের একজন নৃত্যশিল্পী দুহাত প্রসারিত করে মিনিটে 20 বার ঘুরতে পারেন। তিনি একটি সংগীত এর সাথে তাল মেলানোর চেষ্টা করছিলেন। **[BB'17]**

(গ) নৃত্যশিল্পীকে সংগীত এর সাথে ঐকতানিক হতে মিনিটে 30 বার ঘুরলে জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের তুলনা কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

আদি কৌণিক বেগ, $\omega_1 = 20\ rpm = 20 \times \frac{2\pi}{60}\ rads^{-1}$

$= \frac{2\pi}{3}\ rads^{-1}$ [rpm = rotation per minute]

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_2 = 30\ rpm$

$= 30 \times \frac{2\pi}{60}\ rads^{-1} = \pi\ rads^{-1}$

আদি ও শেষ জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I_1 ও I_2 হলে, $I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\pi}{\frac{2\pi}{3}} = \frac{3}{2} \therefore I_1 : I_2 = 3:2$ **(Ans.)**

09. নয়ন 25 g ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 1 m দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। পাথর খণ্ডটি প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরছে। পাথরের ঘূর্ণন সংখ্যা একই রেখে সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। সুতা সর্বাধিক 40 N বল সহ্য করতে পারে। **[Din.B'17]**

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে পাথরটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

(গ) **উত্তর:** ভর, $m = 25g = 0.025\ kg$

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{5 \times 2\pi}{1}\ rads^{-1} = 10\pi\ rads^{-1}$

ব্যাসার্ধ, $r = 1m$

$\therefore$ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = mr^2\omega$

$= 0.025 \times 10\pi \times (1)^2\ kgm^2s^{-1}$

$= 0.785\ kgm^2s^{-1}$ **(Ans.)**

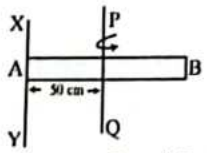
নিজে করো

10. P ও Q দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে 0.025 kg ও 0.05 kg। P ও Q গোলকদ্বয়কে 2 টি পৃথক সুতার সাহায্যে বেঁধে যথাক্রমে 0.909 m ও 0.709 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে অনুভূমিকভাবে মিনিটে 30 বার ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ 0.275 N বল সহ্য করতে পারে। **[CB'22]**

(গ) P গোলকের কৌণিক ভরবেগ কত?

[Ans: $0.065\ kgm^2s^{-1}$]

11. চিত্রে 500 gm ভরের AB সরু দণ্ডটি এর দৈর্ঘ্যের মধ্যবিন্দুতে লম্বভাবে গমনকারী অক্ষ PQ এর সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে 30 বার করে ঘুরছে। **[JB'21]**



(গ) PQ অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

[Ans: $0.131\ kgm^2s^{-1}$]

12. 5 kg ভর ও 30 cm ব্যাসার্ধের একটি চাকা মিনিটে 60 ব ঘুরছে। চাকাটিকে 5 sec এ থামানোর জন্য 0.45 N-m ট প্রয়োগ করা হলো। **[CB'2**

(গ) চাকাটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর।

[Ans: $2.8274\ kgm^2s^{-}$

13. একটি ভারি চাকার ভর 40 kg এবং জড়তার ভ্রাম $4000\ kgm^2$। চাকাটি মিনিটে 120 বার ঘুরছে। এক ব্যা চাকাটিকে 1.5 মিনিটে থামানোর জন্য 400 Nm বাধাদানকা টর্ক প্রয়োগ করলেন। **[Din.B'2**

(গ) চাকাটির কৌণিক ভরবেগ কত?

[Ans: $50265.48\ kgm^2s^{-}$

T-09: কৌণিক গতিশক্তি নির্ণয়

Concept

- কৌণিক গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$
- অক্ষ সাপেক্ষে গড়িয়ে চলা চাকা, সিলিন্ডার বা গোলকের মোট গতিশক্তি:

একটি বস্তু যখন স্লিপিং ছাড়া গড়িয়ে চলে, তখন মোট গতিশক্তি = রৈখিক গতিশক্তি + কৌণিক গতিশক্তি।

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. কোনো চাকার ভর 10 kg এবং ব্যাসার্ধ 0.5 m। চাকার ঘূর্ণন বেগ 500 rpm। চাকাটি ঘূর্ণনরত অবস্থায় 6855 N-m বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করা হল। [JB'24]

(গ) চাকার ঘূর্ণন গতিশক্তি কত? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, চাকার ভর, $m = 10$ kg

চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $r = 0.5$ m

কৌণিক বেগ, $\omega = 500$ rpm $= \frac{500\times2\pi}{60}$ rads^{-1}

$= \frac{50}{3}\pi$ rads^{-1}

চাকাটির জড়তার ভ্রামক,

$I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2}\times 10\times(0.5)^2$

$= 1.25$ kgm^2

চাকার ঘূর্ণন গতিশক্তি গতিশক্তি,

$E_2 = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\times 1.25\times\left(\frac{50\pi}{3}\right)^2$

$= 1713.473$ J **(Ans.)**

02. একটি ভারী চাকার ভর 40 kg এবং জড়তার ভ্রামক 4000 kgm^2। চাকাটি প্রতি মিনিটে 100 বার ঘুরছে। রহমান সাহেব চাকাটিকে 2 মিনিটে থামানোর জন্য 300 Nm বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করল। [RB'22; Din.B'21]

(গ) উদ্দীপকে চাকাটির ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** চাকাটি প্রতি মিনিটে 100 বার ঘুরে।

$\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi\times100}{60} = 10.472$ rads^{-1}

চাকার জড়তার ভ্রামক, $I = 4000$ kgm^2

চাকার ঘূর্ণন গতিশক্তি হবে, $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$

$= \frac{1}{2}\times 4000\times(10.472)^2 = 219325.568$ J **(Ans.)**

03. 1 m এবং 0.707 m দৈর্ঘ্যের দুটি সরু সুষম দণ্ডের ভরদ্বয় যথাক্রমে 10 kg এবং 20 kg, এদের উভয়ই দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত এবং মধ্যবিন্দুগামী অক্ষের সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে যথাক্রমে 300 বার এবং 360 বার একটি মোটরের সাহায্যে সমকৌণিক বেগে ঘুরছে। মোটরটি বন্ধ হয়ে গেলে ১ম দণ্ডটি 20 s সময়ের মধ্যে থেমে যায়। [JB'19]

(ঘ) ঘূর্ণনরত দণ্ডদ্বয়ের কৌণিক গতিশক্তির গাণিতিক তুলনা কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ১ম দণ্ডের, $I_1 = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{12}\times 10\times 1^2$

$= \frac{5}{6}$ kg m^2 [∴ ১ম দণ্ডের ভর = 10 kg]

$\therefore \omega_1 = 300$ rpm $= \frac{300\times2\pi}{60} = 10\pi$ rads^{-1}

তাহলে, $E_{k_1} = \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 = \frac{1}{2}\times\frac{5}{6}\times(10\pi)^2$

$= 411.23544$ J

২য় দণ্ডের, $I_2 = \frac{1}{12}ml^2 = \frac{1}{12}\times 20\times(0.707)^2$

$= 0.833$ kgm^2 [∴ ২য় দণ্ডের ভর = 20 kg]

$\therefore \omega_2 = 360$ rpm $= \frac{360}{60}\times 2\pi = 12\pi$ rads^{-1}

এখন, $E_{k_2} = \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 = \frac{1}{2}\times 0.833\times(12\pi)^2 = 591.94$ J

$\therefore \frac{E_{K_1}}{E_{k_2}} = \frac{411.23544}{591.94} \approx \frac{25}{36}$

$\therefore E_{k1} = \frac{25}{36}E_{k2}$

04. 10 m উঁচু হতে 5 kg ভরের একটি নিরেট গোলক একটি নতি তলে গড়াতে গড়াতে ভূমিতে এসে পড়ে। ($g = 9.8$ ms^2) গোলকের ব্যাসার্ধ 0.5 m ও অনুভূমিকের সাথে আনত তলের কোণ 30°। [বিসিআইসি কলেজ]

(ঘ) ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গোলকটির ভরকেন্দ্রের গতিশক্তি এর কৌণিক গতিশিক্তির সমান হবে কি না বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ধরি,

গোলকটি ভূমি স্পর্শ করার মূহূর্তে রৈখিক বেগ v ও কৌণিক বেগ ω

$\therefore$ রৈখিক গতিশক্তি, $E_1 = \frac{1}{2}mv^2$

কৌণিক গতিশক্তি,

$E_2 = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\times\frac{2}{5}\times mr^2\times\frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{5}mv^2$

শক্তির সরংক্ষণশীলতা অনুসারে 10 m উচ্চতায়, $E_P = E_K$

$\Rightarrow E_P = E_1 + E_2$

$\Rightarrow mg\times 10 = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}mv^2$

$\Rightarrow v\times\sqrt{\frac{10gh}{7}} = \sqrt{\frac{10\times9.8\times10}{7}}$ ms^{-1} $= 11.832$ ms^{-1}

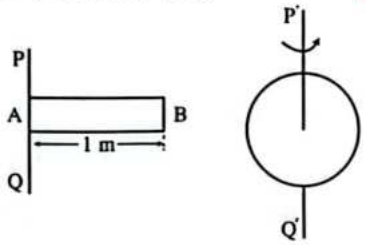
এখন, $E_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times 5\times(11.832)^2 = 350$ J

$E_2 = \frac{1}{5}mv^2 = \frac{1}{5}\times 5\times(11.832)^2 = 140$ J

অর্থাৎ, রৈখিক ও কৌণিক গতিশক্তি সমান হবে না।

নিজে করো

05. 0.5 kg ভরের AB দণ্ডটি PQ অক্ষ সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘোরানো হলো। পরবর্তীতে দণ্ডটিকে এর দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসের একটি পাতলা চাকতিতে পরিণত করে P′Q′ অক্ষ সাপেক্ষে মিনিটে 70 বার ঘোরানো হলো। [Din.B'23,19]



(ঘ) কোন ক্ষেত্রে ঘূর্ণনের জন্য কম শক্তির প্রয়োজন হবে- গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

[Ans: দ্বিতীয় ক্ষেত্রে কম শক্তির প্রয়োজন]

06. 60 kg ভরের একজন নৃত্যশিল্পী দুহাত প্রসারিত করে মিনিটে ২০ বার ঘুরতে পারেন। তিনি একটি সংগীত এর সাথে তাল মেলানোর চেষ্টা করছিলেন। [BB'17]

(ঘ) উদ্দীপকের নৃত্যশিল্পীর পরিবর্তিত কৌণিক গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে কি? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

[Ans: দ্বিগুণ হবে না।]

T-10: কেন্দ্রমুখী বল ও সুতার টান

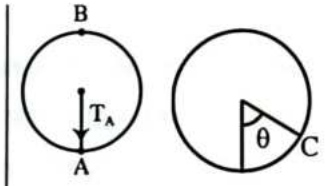
Concept

- বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল যেসকল বল বা বলের উপাংশ কেন্দ্র বরাবর ক্রিয়াশীল, তাদের সমষ্টি বা লব্ধিকে বলা হয় কেন্দ্রমুখী বল। এই বল শুধুমাত্র ঘূর্ণায়মান বস্তুর বেগের দিক পরিবর্তন ঘটানোর মাধ্যমে ত্বরণ তৈরি করে। বেগের মান পরিবর্তন করতে পারে না।
- কেন্দ্রমুখী বল, $F = \frac{mv^2}{r}$
- উল্লম্বতলে বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর ক্ষেত্রে,

A বিন্দুতে, $T_A = mg + \frac{mv^2}{r}$

B বিন্দুতে, $T_B = \frac{mv^2}{r} - mg$

C বিন্দুতে, $T_C = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta$



সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. বান্দরবানের পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে সুমন 200 kg ভরের একটি গাড়ি $60\ kmh^{-1}$ বেগে চালাচ্ছে। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 150 m। ঐ স্থানে রাস্তাটি 4m চওড়া এবং ভিতরের কিনারা থেকে বাইরের কিনারা 0.5 m উঁচু। [DB'24]

(গ) গাড়িটির কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, গাড়িটির ভর, $m = 200\ kg$

গাড়িটির বেগ, $v = 60\ kmh^{-1} = \frac{60\times1000}{3600}\ ms^{-1}$

$= 16.67\ ms^{-1}$; বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 150m$

সুতরাং কেন্দ্রমুখী বল, $F = \frac{mv^2}{r} = \frac{200\times(16.67)^2}{150} = 370.52\ N$

02. একজন সার্কাসের খেলোয়াড় 60 cm দীর্ঘ সুতার একপ্রান্তে 80 gm ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে উল্লম্বতলে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরাচ্ছেন। পরে তিনি সুতার দৈর্ঘ্য 10% কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 5% বৃদ্ধি করে বস্তুটিকে অনুভূমিক তলে ঘুরাতে থাকেন। [RB'24]

(গ) বস্তুটি যখন উল্লম্ব তলের সর্বোচ্চ বিন্দুতে অবস্থান করে তখন সুতার টান নির্ণয় করো। ৩

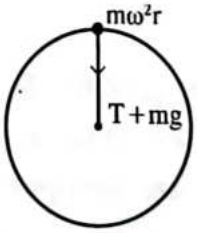
(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, বস্তুর ভর,

$m = 80\ gm = 80 \times 10^{-3}\ kg$

সুতার দৈর্ঘ্য, $r = 60\ cm = 0.6\ m$

কৌণিক বেগ, $\omega = 120\ rpm = \frac{120\times2\pi}{60} = 4\pi\ rads^{-1}$

সুতার টান, $T = ?$



আমরা জানি, বৃত্তাকার পথে বস্তুকে ঘোরাতে হলে প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান সুতার টান থেকে আসবে (অনুভূমিক পথে)।এখন, সর্বোচ্চ বিন্দুতে, $T + mg = m\omega^2 r$

$\Rightarrow T = m\omega^2 r - mg$

$= 80 \times 10^{-3}\{(4\pi)^2 \times 0.6 - 9.8\} = 6.796\ N$ **(Ans.)**

CamScanner

03. 0.5 kg ভরের কোনো বস্তুকে 80 cm লম্বা একটি সুতার সাহায্যে আনুভূমিক বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে সমকৌণিক ত্বরণে ঘুরা আরম্ভ করে 2 মিনিট পর থেকে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরছে। [BB'24]

(ঘ) বস্তুর ওপর টানের মান যদি পূর্বের টানের তিনগুণ করা হয় তাহলে কৌণিক বেগের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি, বৃত্তাকার পথে বস্তুকে ঘোরাতে হলে প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান সুতার টান থেকে আসবে (অনুভূমিক পথে)।

$T = \frac{mv^2}{r} = \frac{m(\omega r)^2}{r} = m\omega^2 r$

∵ ভর এবং ব্যাসার্ধ ধ্রুব থাকে,

$\therefore T \propto \omega^2 \therefore \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2$

এখানে, $\omega_1 = 120$ rpm

$= \frac{120\times 2\pi}{60}$ rads^{-1} $= 4\pi$ rads^{-1}

প্রশ্নমতে, $T_2 = 3T_1$

$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \Rightarrow 3 = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{\omega_2}{\omega_1} = \sqrt{3}$

$\therefore \omega_2 = \sqrt{3}\omega_1 = \sqrt{3}(4\pi)$

$= 21.766$ rads^{-1}

∴ কৌণিক বেগের পরিবর্তন,

$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = 21.766 - 4\pi = 6.1996$ rads^{-1}

04. 500 kg ভরের একটি গাড়ি 3900 J গতিশক্তি নিয়ে রাস্তায় চলছিল। হঠাৎ গাড়িটি 120 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তায় কোনো ব্যাংকিং ছিল না। রাস্তা ও গাড়ির চাকার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2। [CB'23]

(গ) রাস্তার বাঁকে গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ভর, m = 500 kg

গতিশক্তি, $E_k = 3910$ J; বেগ, v =?

বাঁকের ব্যাসার্ধ, r = 120 m

কেন্দ্রবিমুখী ত্বরণ, a =?

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 3910 = \frac{1}{2}\times 500 \times v^2$

$\Rightarrow v = 3.95$ ms^{-1}

আমরা জানি, $a = \frac{v^2}{r} = \frac{3.95^2}{120} = 0.13$ ms^{-2} (Ans.)

05. একটি ইলেকট্রন একটি প্রোটনের চারপাশে 5.2×10^{-10}m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 6.977×10^5ms^{-1} বেগে আবর্তন করছে। ইলেকট্রনের ভর 9.1×10^{-31}kg। [JB'23]

(ঘ) "উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি কক্ষপথে নিরাপদে ঘুরছে।"— উক্তিটি সঠিক কিনা তা যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ইলেকট্রন ও প্রোটনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল,

$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{q_1q_2}{r^2} = \frac{9\times10^9\times1.6\times10^{-19}\times1.6\times10^{-19}}{(5.2\times10^{-10})^2}$

$= 8.52 \times 10^{-10}$N

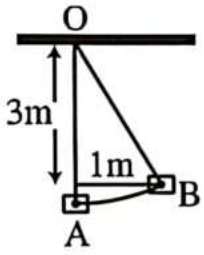
ইলেকট্রনের কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r}$

$= \frac{9.1\times10^{-31}\times(6.977\times10^5)^2}{5.2\times10^{-10}}$

$= 8.52 \times 10^{-10}$N

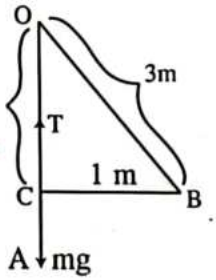
যেহেতু, $F_c = F_e$ তাই উদ্দীপকের ইলেকট্রনটি বৃত্তাকার কক্ষপথে নিরাপদে ঘুরছে-উক্তিটি সঠিক।

06. রনি ও বনি দুই ভাইয়ের ভর যথাক্রমে 32 kg এবং 40 kg। তারা দুজন একটি দোলনায় একই কৌণিক সরণে দোল খাচ্ছিল। দোলনাটির গড় কার্যকারী দৈর্ঘ্য 3 m এবং এর সাম্যাবস্থান A। [g = 9.8 ms^{-2}] [Din.B'23]



(গ) রনির উপর সুতার টান নির্ণয় করো। ৩

(গ) **উত্তর:**



$OC = \sqrt{3^2 - 1^2} = 2\sqrt{2}$ m

$AC = 3 - 2\sqrt{2} = 0.172$ m

A বিন্দুতে বেগ, $v_A^2 = u^2 + 2g \times AC$

$= 0^2 + 2 \times 9.8 \times 0.172 = 3.36$ ms^{-1}

$= v_a = \sqrt{3.36} = 1.83$ ms^{-1}

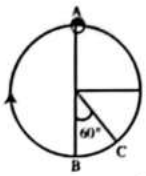
এখন, $T - mg = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow T = mg + \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow 3 = 32 \times 9.8 + \frac{32\times1.83^2}{3}$

$= 349.32$ N [রনির ভর, m = 32 kg] (Ans.)

07. 100 gm ভরের একটি পাথরখণ্ডকে 4 ms^{-1} বেগে উল্লম্বতলে উপরে বর্ণিত চিত্র মতে 1 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। [SB'22]



(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত A, B ও C বিন্দুগুলোর মধ্যে কোনটিতে সুতার টান সবচেয়ে বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ধারণ কর। 8

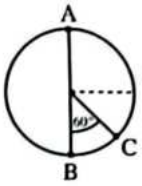
(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি, সুতার টান, $T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta$

[এখানে, θ সর্বনিম্ন অবস্থানের সাথে কোণ]

B বিন্দুর জন্য টান বল T_B হলে,

$T_B = mg + \frac{mv^2}{r}\cos 0° = 0.1 \times 9.8 + \frac{0.1\times4^2}{1}$

$\therefore T_B = 2.58$ N



A বিন্দুর জন্য টান বল $T_A = \frac{mv^2}{r} + mg\cos 180°$

$= \frac{0.1\times4^2}{1} - 0.1 \times 9.8 = 0.62$ N

C বিন্দুর জন্য টান বল $T_C = \frac{mv^2}{r} + mg\cos 60°$

$= \frac{0.1\times4^2}{1} + 0.1 \times 9.8 \times \cos 60° = 2.09$ N

সুতরাং, $T_B > T_C > T_A$

08. P ও Q দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে 0.025 kg ও 0.05 kg। P ও Q গোলকদ্বয়কে 2 টি পৃথক সুতার সাহায্যে বেঁধে যথাক্রমে 0.909 m ও 0.709 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে অনুভূমিকভাবে মিনিটে 30 বার ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ 0.275 N বল সহ্য করতে পারে। [CB'22]

(ঘ) P ও Q গোলকের সুতার মধ্যে কোন সুতাটি ছিঁড়ে যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক যুক্তি দাও। 8

(ঘ) **উত্তর:** সুতা সর্বোচ্চ টান সহ্য করতে পারে, F = 0.275 N

$\omega = 30$ rpm $= \frac{30\times2\pi}{60} = \pi$ $rads^{-1}$

$= 3.14$ $rads^{-1}$; $m_p = 0.025$ kg

$m_Q = 0.05$ kg ; $r_p = 0.909$ m ; $r_Q = 0.709$ m

P গোলক ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে সুতায় প্রযুক্ত টান, $T_p = m_p\omega^2 r_P$

$= 0.025 \times (3.14)^2 \times 0.909$N $= 0.224$N

Q গোলক ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে সুতায় প্রযুক্ত টান, $T_Q = m_Q\omega^2 r_Q$

$= 0.05 \times (3.14)^2 \times 0.709 = 0.3495$ N

$F < T_Q$ ও $F > T_P$। $\therefore$ Q গোলকের সুতাটি ছিঁড়ে যাবে।

09. একজন ব্যক্তি 300 গ্রাম ভরের একটি বস্তুকে 70 cm দৈর্ঘ্যে একটি রশির এক প্রান্তে বেঁধে অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার পথে ঘু মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। হঠাৎ বস্তুটির এক-তৃতীয়াংশ খুলে প গেলে তিনি তাৎক্ষণিকভাবে রশির দৈর্ঘ্য 10 cm কমিয়ে এ প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 10 বার বৃদ্ধি করে বস্তুর অবশিষ্টাংশ ঘুরাতে থাকেন। [Din.B'

(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় রশির উপর প্রযুক্ত টানের কী পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

(ঘ) **উত্তর:** পরিবর্তিত অবস্থায়,

$m' = \frac{2m}{3} = \frac{2}{3} \times 300 = 200$ gm $= 0.2$ kg

পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $r' = (70 - 10)$cm $= 60$ cm $= 0.6$ m

পরিবর্তিত কৌণিক বেগ, $\omega' = (60 + 10)$rpm

$= 70$ rpm $= \frac{70\times2\pi}{60}$ $rads^{-1} = 7.33$ $rads^{-1}$

পূর্বের অবস্থায় রশির টান,

$T = m\omega^2 r = 0.3 \times (6.2832)^2 \times 0.7$ N $= 8.29$ N

পরিবর্তিত অবস্থায় রশির টান,

$T' = m'\omega'^2 r' = 0.2 \times (7.33)^2 \times 0.6$ N $= 6.45$ N

$\therefore$ পূর্বে রশির টানের পরিমাণ ছিল 8.29 N। পরিবর্তিত অব রশিতে টানের পরিমাণ হলো 6.45 N। অর্থাৎ, টানের পরি কমে গেছে। পরিবর্তিত টানের পরিমাণ $(8.29 - 6.45)$ N $= 1.84$ N।

10. সুতার সাহায্যে 500 gm ভরের একটি বস্তুকে উল্লম্বত 5 ms^{-1} ধ্রুব বেগে 60 cm ব্যাসের বৃত্তাকার পথে ঘুরা হলো। [$g = 9.8$ ms^{-2}] [MB'

(গ) বস্তুটির উপর কেন্দ্রবিমুখী বলের মান নির্ণয় কর।

(ঘ) +x অক্ষ হতে 30° অবস্থানে এবং 90° অবস্থানে সুতার ট গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

(গ) **উত্তর:** এখানে,

$m = 0.5$ kg

$v = 5$ ms^{-1}

$r = \frac{60}{2}$cm $= 30$ cm $= 0.3$ m

কেন্দ্রবিমুখী বল $= \frac{mv^2}{r}$

$= \frac{0.5\times5^2}{0.3}$N $= 41.67$N (Ans.)

CamScanner

(ঘ) উত্তর: 30° অবস্থানে,

$T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta$

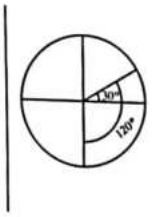
এখানে, সর্বনিম্ন বিন্দুর সাপেক্ষে+X এর সাথে 30° অবস্থানে $\theta = 120°$

∴ +X অক্ষের সাথে 30° অবস্থানে সুতার টানের পরিমাণ 90° অবস্থানে সুতার টান থেকে বেশি।

$\Rightarrow T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos 120°$

$= \frac{0.5\times5^2}{0.3} - 0.5 \times 9.8 \times \cos 60°$

$= 39.217\ N$



আমরা জানি,

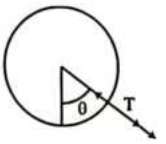
$T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos 180°$

+X অক্ষের সাথে 90° অবস্থানে,

$T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos 180°$

$= \left(\frac{0.5\times5^2}{0.3} - 0.5 \times 9.8\right) N$

$= 36.77N$



11. নয়ন 25 g ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 1 m দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। পাথর খণ্ডটি প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরছে। পাথরের ঘূর্ণন সংখ্যা একই রেখে সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। সুতা সর্বাধিক 40 N বল সহ্য করতে পারে।

[Din.B'17]

(ঘ) নয়ন সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে কিনা-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 8

(ঘ) উত্তর: সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করলে, ব্যাসার্ধ, r = 2 m

ভর, m = 25 gm = 0.025 kg

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{5\times2\pi}{1}\ rads^{-1} = 10\pi\ rads^{-1}$

∴ কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = m\omega^2 r$

$= 0.025 \times (10\pi)^2 \times 2 = 49.35\ N$

সর্বোচ্চ টান, $T_{max} = 40N$

$T_{max} < F_c$

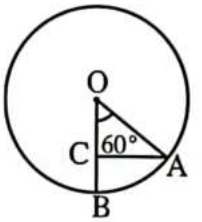
∴ সুতাটি ছিঁড়ে যাবে। নয়ন ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে না।

12. 100 kg ভর বিশিষ্ট একটি বস্তু কণাকে 100 cm দৈর্ঘ্যের একটি ভরহীন সুতোর প্রান্তে ঝুলিয়ে একটি উল্লম্ব তলে ঘোরানো হলো। সুতোটি উলম্ব তলের সাথে যখন 60° কোণ উৎপন্ন করে তখন তার বেগ পরিমাপ করা হয় 200 cm/s.

[বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ]

(ঘ) ঘূর্ণনরত বস্তুটির গতিপথের সর্বনিম্ন বিন্দুতে গতিবেগ নির্ণয় করা সম্ভব কি না, গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। 8

(ঘ) উত্তর:



চিত্রে, OA = OB = 100 cm = 1 m

এখানে, ∠AOB = 60°

$BC = OB - OC = OA - OA\cos 60°$

$= OA\left(1 - \frac{1}{2}\right) = 1 \times \frac{1}{2}\ m = 0.5\ m$

B বিন্দুতে বেগ v_B হলে, শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,

$U_A + K_A = U_B + K_B \Rightarrow U_B - U_A = K_A - K_B$

$\Rightarrow -mg \times BC = \frac{1}{2}m(2^2 - v_B^2)$

$\Rightarrow -2g \times 0.5 = 2^2 - v_b^2 \Rightarrow v_B^2 = 2^2 + 2 \times 9.8 \times 0.5 \Rightarrow v_B = 3.71\ ms^{-1}$

অর্থাৎ, B বিন্দুর বেগ নির্ণয় করা সম্ভব।

নিজে করো

13. 500 kg ভরের একটি গাড়ি 100 m ব্যাসার্ধের একটি রাস্তার মোড়ে 45 kmh^{-1} বেগে বাঁক নিচ্ছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি 8m চওড়া এবং ভিতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা 1m উঁচু। [Din.B'24]

(গ) গাড়িটির উপর কেন্দ্রমুখী বল কত নির্ণয় কর।

[Ans: 781.25 N]

14. রহিম 80 cm দৈর্ঘ্যের একখণ্ড সুতার এক প্রান্তে 200 g ভরের একটি বস্তু বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরাচ্ছে। অপরদিকে করিম 60 cm দৈর্ঘ্যের অপর একখণ্ড সুতার এক প্রান্তে 150 g ভরের একটি বস্তু বেঁধে একইভাবে প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরাচ্ছে। [Ctg.B'19]

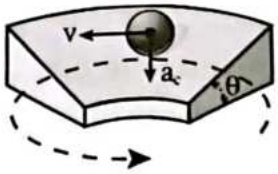
(ঘ) উদ্দীপকের ঘটনায় রহিম ও করিম সুতায় সমান টান পেয়েছিল কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: টান সমান।]

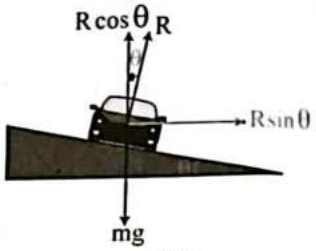
T-11: রাস্তার ব্যাংকিং

Concept

- কোনো বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘোরাতে হলে, বস্তুর বেগের দিকের পরিবর্তন করার জন্য বৃত্তপথের কেন্দ্রের দিকে কেন্দ্রমুখী বল $\left(F_c = \frac{mv^2}{r}\right)$ প্রয়োজন।
  একটি গাড়ি রাস্তার ঘর্ষণ বল অথবা ব্যাংকিং কোণের মাধ্যমে এই বলের যোগান পেয়ে থাকে।

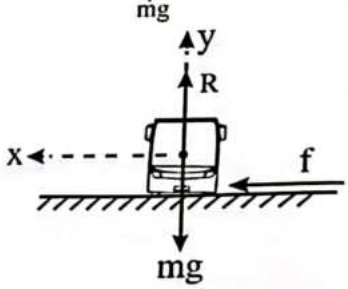


- $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$



- $\sin\theta = \frac{h}{d}$

- ঘর্ষণযুক্ত সমতল রাস্তায় গাড়ির বাঁক নেয়ার ক্ষেত্রে $v \le \sqrt{r\mu g}$
  অর্থাৎ, বেগের মান $\sqrt{r\mu g}$ হতে বেশি হলে দূর্ঘটনা ঘটবে।



- বৃত্তাকার পথে বাঁক নিতে উল্লম্বের সাথে সাইকেলের উৎপন্ন কোণ θ হলে, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. বান্দরবানের পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে সুমন 200 kg ভরের একটি গাড়ি $60\ kmh^{-1}$ বেগে চালাচ্ছে। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 150 m। ঐ স্থানে রাস্তাটি 4 m চওড়া এবং ভিতরের কিনারা থেকে বাইরের কিনারা 0.5 m উঁচু। [DB'24]

(ঘ) সুমন রাস্তার বাঁকটিতে নিরাপদে গাড়িটি চালাতে পারবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তর দাও। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, গাড়িটির বেগ,
$v = 60\ kmh^{-1} = 16.67 ms^{-1}$
বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 150$ m
রাস্তার প্রস্থ, $d = 4m$.
রাস্তাটির ভিতরের কিনারা থেকে বাইরের কিনারার উচ্চতা,
$h = 0.5m$
ব্যাংকিং কোণ, $\theta = ?$
আমরা জানি,
$\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{h}{d}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0.5}{4}\right) = 7.181°$
গাড়িটি সর্বোচ্চ v_{max} কোণে বাঁক নিতে পারলে,
আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg}$
$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\tan\theta \times r \times g}$
$= \sqrt{\tan(7.181) \times 150 \times 9.8} = 13.6\ ms^{-1}$
এখানে, $v > v_{max}$
সুতরাং, সুমন রাস্তার বাঁকটিতে নিরাপদে গাড়ি চালাতে পারবে

02. একটি রাস্তার প্রস্থ 3.65 m এবং বাঁকের ব্যাসার্ধ 170। একটি সতর্কতা বোর্ডে গাড়ির সর্বোচ্চ গতি $30\ km\ h^{-1}$ নির্দেশিত আছে। একজন বাইক চালক উক্ত বাঁ $60\ km\ h^{-1}$ বেগে মোটর বাইক চালাতে ইচ্ছুক। $(g = 9.81\ ms^{-2})$ [Ctg.B'2

(গ) রাস্তার ভিতর অপেক্ষা বাহিরের অংশের উচ্চতা নির্ণয় কর।

(ঘ) বাইক চালক তাৎক্ষণিকভাবে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করে নিরাপদে বাঁক আতিক্রম করতে পারবে? গাণিতিকভা বিশ্লেষণ কর।

CamScanner

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 170\ m$

রাস্তার প্রস্থ, $d = 3.65\ m$

সর্বোচ্চ গতিসীমা,

$v_{max} = 30\ kmh^{-1} = \frac{30\times1000}{3600}\ ms^{-1} = \frac{25}{3}\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81\ ms^{-1}$

রাস্তার ভিতর অপেক্ষা বাইরের প্রান্তের উচ্চতা, $h = ?$

ব্যাংকিং কোণ, θ হলে

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg} \Rightarrow \tan\theta = \frac{\left(\frac{25}{3}\right)^2}{170\times9.81}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}(0.041641) = 2.3845°$

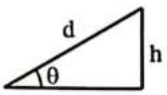
আবার, $\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow h = d \times \sin\theta$

$= 3.65 \times \sin(2.3845°) = 0.152\ m$

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 170\ m$

বাইকের বেগ, $v = 60\ kmh^{-1}$

$= \frac{60\times1000}{3600}\ ms^{-1} = \frac{50}{3}\ ms^{-1}$



অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.81\ ms^{-1}$

ব্যাংকিং কোণ, $\theta = ?$

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \tan\theta = \frac{\left(\frac{50}{3}\right)^2}{170\times9.81}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}(0.16656) \Rightarrow \theta = 9.456°$

সুতরাং, বাইকচালক তাৎক্ষণিকভাবে উল্লম্বের সাথে $9.456°$ কোণে হেলে থাকলে নিরাপদে বাঁক অতিক্রম করতে পারবে।

03. **5 m প্রস্থ বিশিষ্ট একটি রাস্তার একটি নির্দিষ্ট স্থানের বাঁকের বক্রতার ব্যাসার্ধ 80 m। রাস্তার উভয় পাশের উচ্চতার পার্থক্য 0.4 m। বাঁক অতিক্রমের পূর্বে একটি গাড়ি 54 kmh^{-1} বেগে চলছিল।** [DB'23]

(গ) বাঁকের স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী গাড়িটি উক্ত বেগে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

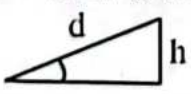
(গ) **উত্তর:** এখানে,

h = উচ্চতার পার্থক্য= $0.4m$

d = প্রস্থ= $5m$

v = সর্বোচ্চ বেগ

r = বক্রতার ব্যাসার্ধ = $80\ m$



প্রশ্নমতে, $\sin\theta = \frac{h}{d}$

$\theta = \sin^{-1}\frac{0.4}{5} = 4.580$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' থেকে $\theta = 4.58°$

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg}$

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{rg\tan\theta}$

$= \sqrt{(80 \times 9.8 \times \tan 4.58)} = 7.92\ ms^{-1}$

$\therefore$ গাড়ির সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = 7.92\ ms^{-1}$

গাড়ির বেগ, $v = 54\ kmh^{-1} = \frac{54000}{3600} = 15\ ms^{-1}$

$\because v > v_{max}$

$\therefore$ নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে না।

04. **2 m প্রশস্ত এবং 200 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি ব্যাংকিং যুক্ত বাঁকা পথে একটি গাড়ি 50.4 kmh^{-1} বেগে চলে নিরাপদে বাঁক নিতে পারে। [$g = 9.8\ ms^{-2}$ এবং রাস্তার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu = 0.5$]** [BB'23]

(গ) রাস্তার ব্যাংকিং উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের রাস্তাটি ব্যাংকিংহীন হলে তখন গাড়িটি নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই করে তোমার মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বেগ,

$v = 50.4\ kmh^{-1}$

$= \frac{50.4\times10^3}{3600} = 14\ ms^{-1}$

ব্যাসার্ধ, $r = 200\ m, g = 9.8\ ms^{-2}$

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{v^2}{rg} = \tan^{-1}\frac{14^2}{200\times9.8} = 5.711°$

আবার, $\sin\theta = \frac{h}{d}$

$\Rightarrow h = d\sin\theta = 2\sin(5.711) = 0.2\ m$**(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** গাড়ির প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল যদি ঘর্ষণ বল সরবরাহ করে তাহলে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে।

এখানে,

ব্যাসার্ধ = $200\ m$; সর্বোচ্চ বেগ = v_{max}

এখন, $\frac{mv_{max}^2}{r} = \mu mg = v_{max} = \sqrt{\mu rg}$

$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{0.5 \times 200 \times 9.8} = 31.3\ ms^{-1}$

$\therefore v_{max} > 14\ ms^{-1}$

$\therefore$ নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে।

05. **8 m প্রস্থের রাস্তা দিয়ে একটি গাড়ি যথাক্রমে 100 m ও 80 m ব্যাসার্ধের দুইটি বাঁক অতিক্রম করলো। রাস্তার ভিতরের ও বাইরের প্রান্তের উচ্চতার পার্থক্য 0.4 m।** [MB'23]

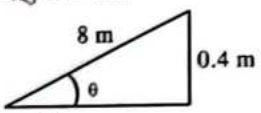
(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গাড়িটি উভয় বাঁক কি সমান বেগে অতিক্রম করতে পারবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, উচ্চতার পার্থক্য,

$h = 0 \cdot 4m$

প্রস্থ, $d = 8m$



ব্যাংকিং কোণ,

$\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\frac{0\cdot4}{8}$

$= 2.866$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta}$

ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 2.866$

ব্যাংকের ব্যাসার্ধ $= r$

$g = 9 \cdot 8ms^{-2}$

১ম ক্ষেত্রে:

$v_1 = \sqrt{r_1 g\tan\theta}$

$= \sqrt{100 \times 9.8 \times \tan 2.866°} = 7\ ms^{-1}$

২য় ক্ষেত্রে:

$v_2 = \sqrt{r_2 g\tan\theta}$

$= \sqrt{80 \times 9\cdot8 \times \tan 2.866°} = 6\cdot26\ ms^{-1}$

$v_1 \neq v_2$

∴ উভয় বাঁক অতিক্রম করার সর্বোচ্চ বেগ এক নয়। তাই সর্বোচ্চ বেগে অতিক্রম করতে চাইলে উভয়ক্ষেত্রে সমান বেগে নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে না। কিন্তু উভয়ক্ষেত্রে $6.26ms^{-1}$ বা তার থেকে কম বেগে অতিক্রম করতে চাইলে উভয়ক্ষেত্রে সমান বেগে অতিক্রম করতে পারবে।

06. গ্রামের একটি সমতল রাস্তার এক জায়গায় 3 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁক রয়েছে। একজন সাইকেল আরোহী 20 kmh^{-1} বেগে হেলে সাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করল। না হেলে একজন সাইকেল আরোহী যেন নিরাপদে বাঁক অতিক্রম করতে পারে সে ব্যাপারে বাঁকে একটি সতর্কীকরণ প্লেটে সর্বোচ্চ গতিসীমা 6 kmh^{-1} উল্লেখ আছে। [রাস্তার বাঁকে ব্যাংকিং করা ছিল না এবং টায়ার ও রাস্তার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.1 এবং $g = 10\ ms^{-2}$] **[BB'22]**

(গ) সাইকেল আরোহী কত কোণে হেলে সাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করেছিল? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমার যথার্থতা যাচাই কর। ৪

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{v^2}{rg} = \tan^{-1}\frac{5.56^2}{2\times9.8} = 57.63°$

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, গাড়ির সর্বোচ্চ গতিসীমা 'v' হলে দুর্ঘটনা ঘটবে না।

অর্থাৎ, $\frac{mv^2}{r} = \mu_s mg \Rightarrow v^2 = \mu_s rg \Rightarrow v = \sqrt{\mu_s rg}$

$\Rightarrow v = \sqrt{0.1 \times 3 \times 9.8} = 1.715\ ms^{-1} = 6.17\ kmh^{-1}$

অর্থাৎ, এটি সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমা থেকে বেশি।

সুতরাং, সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমা যথার্থ।

07. 60 kmh^{-1} গতিসম্পন্ন একটি ট্রেন 328 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বে লাইনে বাঁক নেয়ার সময় লাইনচ্যুত হয়ে বগিসহ উল্টে যা দুর্ঘটনাস্থলে লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 m এ ভেতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাতটির উচ্চতা ছিল 7 cm। **[MB'22]**

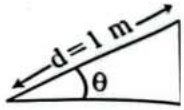
(গ) উক্ত স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর।

(ঘ) রেল দুর্ঘটনার কারণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1\ m$

ভেতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাতের উচ্চতা, $h = 7 \times 10^{-2}m$



$h = 7\ cm = 7 \times 10^{-2}m$

আমরা জানি, $\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \sin\theta = \frac{7\times10^{-2}}{1}$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}(7 \times 10^{-2}) \Rightarrow \theta = 4.014°$

উক্ত স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ $4.014°$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে প্রাপ্ত, ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 4.014°$

ধরি, নিরাপদ বাঁকের জন্য বেগ = v; ব্যাসার্ধ, $r = 328\ m$

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \tan(4.014°) = \frac{v^2}{328\times9.8}$

$\Rightarrow v = \sqrt{328 \times 9.8 \times \tan(4.014°)} = 15.0187\ ms^{-1}$

বাঁক অতিক্রমের সময় ট্রেনটির বেগ ছিল 60kmh^{-1} $16.67\ ms^{-1}$। কিন্তু ঐ ব্যাংকিং কোণে ট্রেনটি সর্বে $15.0187\ ms^{-1}$ বেগে বাঁক নিতে পারবে। ট্রেনের বেগ নিরা বেগ $15.0187\ ms^{-1}$ এর চেয়ে বেশি হওয়ায় ট্রেনটি দুর্ঘটন সম্মুখীন হয়।

08. 500 m ব্যাসার্ধের একটি রেললাইনের বাঁকে মিটারগেজ ব্রডগেজ উভয় ধরনের রেললাইন আছে। মিটারগে রেললাইনের দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1m, ভিতরের পা অপেক্ষা বাইরের পাত 6 cm উঁচু এবং ব্রডগেজ রেললাইনের দু পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.3m, ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরে পাত 11 cm উঁচু। **[Ctg.B'2**

(গ) উদ্দীপকের মিটারগেজ রেললাইনের ব্যাংকিং কোণ নির্ণ কর।

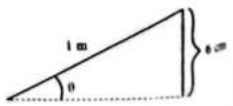
(ঘ) উদ্দীপকের বাঁকে কোন ধরনের লাইনে ট্রেন দ্রুত নিরাপ অতিক্রম করতে সক্ষম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

(গ) **উত্তর:** $\sin\theta = \frac{h}{d} = \frac{6\ cm}{1m} = \frac{0.06m}{1m}$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}(0.06)$

$= 3.44°$

∴ ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 3.44°$



CamScanner

(ঘ) উত্তর: 'গ' থেকে মিটারগেজ ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 3.44°$

ব্রডগেজে ব্যাংকিং কোণ,

$\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{h_2}{d_2}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{11\times10^{-2}m}{1.3m}\right) = 4.854°$

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta}$

এখন, মিটারগেজে সর্বোচ্চ বেগ, v_{max_1}

$= \sqrt{500m \times 9.8ms^{-2} \times \tan 3.44°} = 17.162363\ ms^{-1}$

ব্রডগেজে সর্বোচ্চ বেগ,

$v_{max_2} = \sqrt{500m \times 9.8ms^{-2} \times \tan(4.854°)}$

$= 20.399\ ms^{-1}$

$v_{max_2} > v_{max_1}$

∴ ব্রডগেজ রেললাইনে ট্রেন দ্রুত নিরাপদে অতিক্রম করতে সক্ষম হবে।

09. একটি রাস্তা 115 m ব্যাসার্ধে বাঁক নিয়েছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি 5 m চওড়া এবং ভেতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা 0.4 m উঁচু। রাস্তার ঘর্ষণ সহগ 0.2 এবং এ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$। [JB'21]

(গ) রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) যদি ঐ বাঁকে ব্যাংকিং না থাকে তবে সর্বোচ্চ কত বেগে ঐ স্থানে নিরাপদে বাঁক নেওয়া সম্ভব? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) উত্তর: এখানে,

$d = 5m$; $h = 0.4\ m$

রাস্তার ব্যাংকিং কোণ θ হলে, $\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \sin\theta = \frac{0.4}{5}$

$\Rightarrow \theta = 4.59°$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: এখানে, ব্যাংকিং না থাকলে,

$\mu = 0.2$

$g = 9.8\ ms^{-2}$

$r = 115\ m$

নিরাপদে বাঁক নেওয়ার জন্য সর্বোচ্চ বেগ v হলে,

$\frac{mv^2}{r} \le \mu mg \Rightarrow v \le \sqrt{\mu rg}$

$\Rightarrow v \le \sqrt{0.2 \times 115 \times 9.8} \Rightarrow v \le 15.013 ms^{-1}$

∴ সর্বোচ্চ নিরাপদ বেগ, $v = 15.013\ ms^{-1}$

10. 1400 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m প্রশস্ত কোনো বাঁকা রাস্তায় বাঁক নিচ্ছে। রাস্তার বাইরের প্রান্ত ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা 0.75 m উঁচু। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 100 m। যাত্রীরা চালককে $8\ ms^{-1}$ বেগে গাড়ি চালাতে অনুরোধ করে। [CB'21]

(ঘ) গাড়ি চালক যাত্রীদের অনুরোধ রক্ষা করতে পারবেন কিনা যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর:

$r = 100\ m$

$h = 0.75\ m$

$d = 20\ m$

বাঁকা রাস্তাটিতে নিরাপদে বাঁক নেওয়ার জন্য সর্বোচ্চ বেগ v_{max} হলে,

$\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg} \Rightarrow \tan(2.15°) = \frac{v_{max}^2}{100\times9.8}$

$\Rightarrow v_{max} = 6.06\ ms^{-1} < 8\ ms^{-1}$

∴ গাড়ির চালক যাত্রীদের অনুরোধ রাখতে পারবে না।

11. অপু 20 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার মাঠের চতুর্পার্শ্বে সর্বোচ্চ 30° কোণে কেন্দ্রের দিকে হেলানো অবস্থায় নিরাপদে সাইকেল চালাতে পারে। সে $20\ kmh^{-1}$ বেগে সাইকেল চালাচ্ছিল। [DB, SB, JB, Din.B'18]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মাঠে দ্বিগুণ বেগে অপু ঐ পথ নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে? সত্যতা যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: এখানে, সর্বোচ্চ বেগ = v

ব্যাসার্ধ, $r = 20\ m$

কোণ, $\theta = 30°$

আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta}$

$= \sqrt{20 \times 9.8 \times \tan 30°} = 10.64\ ms^{-1}$

এখন, $20 \times 2\ kmh^{-1} = \frac{20\times2}{3.6} = 11.11\ ms^{-1} > 10.64\ ms^{-1}$

∴ অপু দ্বিগুণ বেগে ঐ পথ নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে না।

12. আরিফ ও সুজন কক্সবাজার যাচ্ছিল। রাস্তা পাড় হবার সময় সুজন দেখল, সাইনবোর্ডে লেখা ছিল "সর্বোচ্চ গতিসীমা 40 km/h। কিন্তু স্পিডোমিটারে প্রদর্শিত বেগ দেখাচ্ছিল 40 km/h এর বেশি। সুজন আরিফকে জিজ্ঞাসা করল কিভাবে তারা ঐ বেগে নিরাপদে রাস্তা অতিক্রম করল। আরিফ সুজনকে রাস্তার ঘর্ষণ সম্পর্কে বলল। বাঁকের ব্যাসার্ধ ছিল 500 m

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

(ঘ) রাস্তার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2 হলে, গাড়ির সর্বোচ্চ বেগ কত ছিল বলে তুমি মনে করো? গাণিতিক যুক্তি দিয়ে বিশ্লেষণ করো। ৪

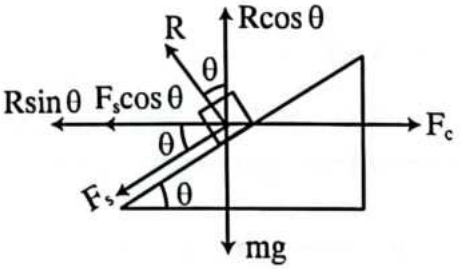
(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

$v = 40\ kmh^{-1} = 11.11\ ms^{-1}$

$r = 500\ m$

এখন, রাস্তার ব্যাংকিং কোণ θ হলে, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{(11.11)^2}{500\times9.8}\right) = 1.443°$



চিত্রানুসারে, $R\cos\theta = mg$

$F_c = F_s\cos\theta + R\sin\theta$

$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \mu_s mg\cos\theta + \frac{mg}{\cos\theta}\sin\theta$

$\Rightarrow \frac{v^2}{r} = \mu_s g\cos\theta + g\tan\theta$

$\Rightarrow v = \sqrt{rg(\mu_s\cos\theta + \tan\theta)} =$

$\sqrt{500\times9.8\times\{0.2\cos(1.443) + \tan(1.443)\}}$

$= 33.21\ ms^{-1} = 119.56\ kmh^{-1}$

ঘর্ষণ থাকার কারণে রাস্তায় সর্বোচ্চ $119.56\ kmh^{-1}$ বেগে নিরাপদে গাড়ি চালানো যাবে।

নিজে করো

13. 0413.500 kg ভরের একটি গাড়ি 100 m ব্যাসার্ধের একটি রাস্তার মোড়ে $45\ kmh^{-1}$ বেগে বাঁক নিচ্ছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি 8m চওড়া এবং ভিতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা 1m উঁচু। **[Din.B'24]**

(ঘ) রাস্তার মোড়ে গাড়িটি নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে না।**]**

14. 500 kg ভরের একটি গাড়ি 3900 J গতিশক্তি নিয়ে রাস্তায় চলছিল। হঠাৎ গাড়িটি 120 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তায় কোনো ব্যাংকিং ছিল না। রাস্তা ও গাড়ির চাকার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2। **[CB'23]**

(ঘ) সর্বোচ্চ বেগ নিয়ে বাঁক অতিক্রম করতে হলে চালককে তার গাড়ির বেগ কী পরিমাণ পরিবর্তন করতে হবে–গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর।

[Ans: $11.39\ ms^{-2}$ পরিমাণ বাড়াতে হবে**]**

15. 1000 kg ভরের একটি বাস 75000 J গতিশক্তি নিয়ে চলার সময় 100 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তার প্রস্থ 10 m এবং রাস্তার প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী উচ্চতার ব্যবধান 0.2 m। **[DB'22]**

(ঘ) গতিবেগ না কমিয়ে বাসটি নিরাপদে বাঁকটি অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: গতিবেগ না কমিয়ে বাঁক নেওয়া সম্ভব নয়।**]**

16. 4 m প্রস্থবিশিষ্ট একটি রাস্তার একটি স্থানের বাঁকের ব্যাসার্ধ 100 m এবং রাস্তার উভয় পাশের উচ্চতার পার্থক্য 0.5m। বাঁক অতিক্রমে পূর্বে একটি গাড়ি $60\ kmh^{-1}$ বেগে চলছিল। **[DB'21]**

(গ) বাঁকের স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর।

[Ans: 7.18°

(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী গাড়িটি উক্ত বেগে নিরাপদে চলতে পারবে কিনা–গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[Ans: নিরাপদে চলতে পারবে না।**]**

17. একজন চালক গাড়ির চাকা খারাপ হলে, চাকা পরিবর্তন করার জন্য রেঞ্চ দিয়ে জ্যাক-স্ক্রুকে ঘুরানোর সময় কোনো এক মুহূর্তে প্রযুক্ত বলকে $\vec{F} = (8\hat{i} + 5\hat{j} - 5\hat{k})N$ এবং ঘূর্ণন অক্ষ হতে বলের ক্রিয়া বিন্দুর দূরত্বকে $\vec{r} = (\hat{i} + \hat{j} - \hat{k})m$ দ্বারা প্রকাশ করা হলো। গাড়ির ভর 2000 kg, ঘটনাস্থলে রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 5 m এবং রাস্তার প্রস্থ 3 m। রাস্তার সর্বোচ্চ ঘর্ষণ বল $40\ Nkg^{-1}$।

(ঘ) উদ্দীপকের রাস্তাটির ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা বাহিরের প্রান্ত কত উঁচু হলে গাড়িটি সম্ভাব্য সর্বোচ্চ বেগে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

CamScanner

CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	নিউটনের সূত্র	2	13	35	DB'23, 22, 21; RB'24; Ctg.B'23,21; Din.B'23, 22, 21; SB'24, 21, 19; CB'24; BB'24, 21, 19; MB'21; JB'24.	DB'24, 23, 22, 18; RB'24, 23, 22, 17; Ctg.B'17; SB'24, 23, 21, 18; CB'23, 22, 18; Din.B'24, 23, 21,19, 18; BB'23, 22, 21; JB'23, 22, 21, 18; MB'23, 22, 21'
✪✪✪	T-02	বলের প্রকারভেদ	7	7	24	DB'18; Ctg.B'23, 21. BB'24, 23, 22.CB'23; Din.B'24, 18; SB'19, 18. JB'21, 18.	DB'23, 18; RB'24, 23, 22; BB'24, 23; JB'24, 23, 22, 21, 18; CB'24, 23, 22, 21; MB'23, 22, 21; SB'19, 18; Din.B'22, 18;
✪✪✪	T-03	বলের ঘাত ও ঘাত বল	6	-	21	DB'22, 21; JB'22, 17; Din.B'22; CB'19	DB'24, 23; Ctg.B'23, 19; RB'17; BB'24, 23, 17, 19; SB'24, 22, 17; CB'22, 19, 17; Din.B'21, 19; JB'23, 21, 17;
✪✪✪	T-04	ভরবেগ, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র ও সংঘর্ষ	10	6	25	RB'24; Ctg.B'23, 19; BB'23; DB'22, 17; Din.B'24, 22, 21, 19; JB'21, 17; MB'21; CB'19	DB'24; MB'23; RB'22, 19; SB'22, 21, 17; BB'23; JB'24, 21, 19; Ctg.B'24, 19, 17; Din. B'24, 23, 22; MB'23, 22.
✪	T-05	লিফট	-	3	2	Ctg.B'23; JB'22.	DB'23; SB'23.
✪✪✪	T-06	জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ	14	5	34	DB'24, 23, 21, 19; RB'23, 17; Ctg.B'24; SB'24, 23, 22; CB'24, 23, 17; BB'22; MB'23, 22; JB'23;	DB'24, 23, 22, 21, 19, 17; RB'24, 21; Ctg.B'24, 23, 22, 21, 17; BB'23; Din.B'23, 22; SB'24, 21, 19; JB'24, 19,21, 17; CB'24, 17; MB'24, 21.
✪✪✪	T-07	দ্বন্দ্ব ও টর্ক	22	6	19	DB'23, 19; Ctg.B'24, 23, 22, 17; JB'24, 23; MB'24, 23, 22, 21; RB'24, 22, 21; SB'22, 21, 19, 17, 16; CB'22, 21, 19, 17; Din.B'24, 21; DB, SB, JB, Din.B'18	DB'21, 19; SB'23, 22, 21; RB'22, 19; Ctg.B'24, MB'22; CB'21, 17; Din.B'21; BB'24, 22, 19. JB'23, 22.
✪✪✪	T-08	কৌণিক ভরবেগ	7	10	28	DB'23, 22, 17, 16; RB'24; JB'23, 21; Din.B'23, 21, 19; SB'24; CB'22, 21; Ctg.B'22, 21; BB'24, 19.	RB'23, 22, 21; BB'23, 22, 21; CB'23, 21, 17; Din.B'24, 23, 22, 21, 17; DB'22; Ctg.B'22, 19; MB'24, 22.
✪	T-09	কৌণিক গতিশক্তি নির্ণয়	-	-	6	-	DB'19; Ctg.B'19; BB'23; JB'23; MB'21; SB'21;
✪✪✪	T-10	কেন্দ্রমুখী ত্বরণ এবং বল	2	5	11	RB'23, 22; Ctg.B'22, 21; JB'24, 21; CB'21; DB'17.	DB'24; BB'23; JB'24, 22; RB'21; CB'23, 21; Din.B'22, 21; MB'22, 21;
✪✪✪	T-11	রাস্তার ব্যাংকিং	3	6	13	DB'23,; RB'23, 22; Ctg.B'22; SB'24; CB'21, 22; Din.B'23; MB'24.	RB'21; Ctg.B'24, 22, 21; SB'24, 23, 21, 19; BB'21; CB'21; Din.B'24, 21; JB'23;

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পরিবর্তনশীল বল কাকে বলে? [BB'24]

উত্তর: সময়ের সাথে সাথে কোনো সিস্টেমে ক্রিয়াশীল বলের মান যদি ক্রমান্বয়ে পরিবর্তিত হয়, তবে তাকে পরিবর্তনশীল বল বলে।

02. প্রত্যয়নী বল কাকে বলে? [DB'23]

উত্তর: কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুতে বিকৃতি সৃষ্টি করার পর যে বলের কারণে ঐ বস্তু তার আগের অবস্থায় ফিরে আসে, তাকে প্রত্যয়নী বল বলে।

03. সংঘর্ষ কাকে বলে? [Ctg.B'23]

উত্তর: অতি অল্প সময়ের জন্য বৃহৎ কোনো বল একটি বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে এর গতির হঠাৎ ও ব্যাপক পরিবর্তন করলে তাকে সংঘর্ষ বলে।

04. নিশ্চল কোণ কী? [BB'23]

উত্তর: অনুভূমিকের সাথে কোনো তল যে কোণ উৎপন্ন করলে তলের উপরস্থ কোনো বস্তু গতিশীল হওয়ার উপক্রম হয়, ঐ কোণকে ঐ তলের নিশ্চল কোণ বলে।

CamScanner

05. টেনশন বল কাকে বলে? [BB'23]

উত্তর: কোনো সুতা, শিকল, দণ্ড ইত্যাদি বস্তুকে তার অক্ষ বরাবর বল প্রয়োগে এটি তার অক্ষ বরাবর যে অন্তঃস্থ বল পাবে, তাকে টেনশন বল বলে।

06. এক নিউটন বল কী? [Din.B'23]

উত্তর: যে পরিমাণ বল প্রয়োগে 1 kg ভরের কোনো বস্তুতে $1\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি হয় তাকে এক নিউটন বল বলে।

07. কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল 12 N বলতে কী বোঝায়? [Din.B'23]

উত্তর: যে পরিমাণ বল প্রয়োগে 1 kg ভরের কোনো বস্তুতে $12\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি হয় বা 3 kg ভরের বস্তুতে $4\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি হয়, তাকে 12 N বল বলে।

08. জড়তার ভ্রামক কাকে বলে?

[CB'24; SB'24; Ctg.B'24; DB, RB' 23, MB'22]

উত্তর: একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ওই অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলতে অক্ষ হতে বস্তুটির প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

09. কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে?

[BB'24, 19; SB'24; DB'23, 22, 17; CB'21]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে। অথবা, ঘূর্ণায়মান বস্তুর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক বেগের গুণফলকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগ বলে।

10. টর্ক কী?

[Ctg.B'23, 22, 17; JB'23, SB'22, 21, 19, 17, 16; CB'22,17; MB'22, 21; RB'24, 21; Din.B'24, 21, DB, SB, JB, Din.B'18]

উত্তর: অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত বস্তুর উপর যে বিন্দুতে বল ক্রিয়াশীল ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে। অথবা, কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণন করতে সক্ষম এমন বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টিতে প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামককে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে।

11. ভারকেন্দ্র কী? [JB'23, SB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর প্রতিটি কণার উপর ক্রিয়াশীল মাধ্যাকর্ষণ বলের লব্ধি ঐ বস্তুর যে বিন্দু দিয়ে যায় তাকে ঐ বস্তুর ভারকেন্দ্র বলে।

12. চক্রগতির ব্যাসার্ধ কী?

[JB'24; CB'23; SB'23; MB'24, 23, BB'22]

উত্তর: কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামক, ঐ নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে।

13. বলের ঘাত কাকে বলে?

[DB'22, 21; JB, Din.B'22; CB'19; JB'17]

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল হলো বলের ঘাত।

14. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে?

[RB'24; DB'22; Din.B'22, 19; CB'19]

উত্তর: যেসব ধাক্কা বা সংঘর্ষে সংঘর্ষের পূর্বের গতিশক্তির সমষ্টি সংঘর্ষের পরের গতিশক্তির সমষ্টির সমান হয়, সেসব ধাক্কাকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

15. রাস্তার ব্যাংকিং কী? [RB'22; CB'21]

উত্তর: মোটর বা রেলগাড়ি চলার সময় বক্রপথে বাক নেওয়ার সময় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেওয়ার জন্য রাস্তার ভেতর থেকে বাইরে উঁচু রাখা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

16. কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে? [Ctg.B'21]

উত্তর: যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে থাকে এবং যে বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে, তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।

17. বল কী? [Din.B'24; BB'21]

উত্তর: যে বাহ্যিক কারণ স্থির বস্তুকে গতিশীল বা গতিশীল বস্তুর গতীয় অবস্থার পরিবর্তন করতে চায় তাকে বল বলে।

18. মৌলিক বলের সংজ্ঞা দাও। [JB'21]

উত্তর: যে সকল বল অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বরং অন্যান্য বলের এ সকল বলের মাধ্যমে প্রকাশ ঘটে তাকে মৌলিক বল বলে।

19. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। [DB'24; JB'21; Din.B'21]

উত্তর: যখন কোনো ব্যবস্থার উপর প্রযুক্ত বাহ্যিক বল শূন্য হয়, তখন ব্যবস্থাটির মোট ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

20. ব্যাংকিং কোণ কাকে বলে? [CB'21]

উত্তর: রাস্তার তল আনুভূমিক তলের সঙ্গে যে কোণ তৈরি করে তাকে ব্যাংকিং কোণ বলে।

CamScanner

21. কেন্দ্রবিমুখী বলের সংজ্ঞা দাও। [CB'21]
উত্তর: সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত বস্তুর উপর অভিকেন্দ্র বলের সমান ও বিপরীতমুখী অর্থাৎ কেন্দ্র থেকে বাইরের দিকে একটি অলীক বল ক্রিয়া করে। একে কেন্দ্রবিমুখী বল বলে।

22. দ্বন্দ্ব কী? [DB'19]
উত্তর: কোনো বস্তুর দুই প্রান্তে পরস্পর বিপরীতমুখী যে বলদ্বয় ক্রিয়া করে ঘূর্ণন সৃষ্টি করে তাদের দ্বন্দ্ব বলে।

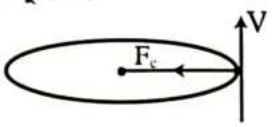
23. নিট বল কী? [SB'19]
উত্তর: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল সকল বলের লব্ধিই হল নিট বল।

24. নিউটনের তৃতীয় সূত্র বিবৃত কর। [ঢাকা সিটি কলেজ]
উত্তর: প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

25. ঘাতবল কাকে বলে? [মাইলস্টোন কলেজ]
উত্তর: কোনো বস্তুর উপর খুব অল্প সময়ের জন্য খুবই বড় মানের বল প্রয়োগ করা হলে, তাকে ঘাতবল বলে।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

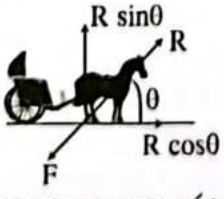
01. কেন্দ্রমুখী বল কোন কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে? [DB'24]
উত্তর: নির্দিষ্ট ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরতে যে বল সহায়তা করে তাই কেন্দ্রমুখী বল।



কেন্দ্রমুখী বল, $F_C = \frac{mv^2}{r}$
তাই কেন্দ্রমুখী বলের মান বস্তুর ভর, তার বেগ এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বস্তুর ভরকেন্দ্রের দূরত্বের উপর নিভর করে। নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর জন্য কেন্দ্রমুখী বল বস্তুর রৈখিক বেগ এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বস্তুর ভরকেন্দ্রের দূরত্বের উপর নির্ভর করে।

02. কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর জড়তার ভ্রামক $15\ kgm^2$ বলতে কী বুঝায়? [DB'24]
উত্তর: নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তুর প্রতিটি কণার ভর ও ঘূর্ণন অক্ষ থেকে আনুষঙ্গিক কণার লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিকে জড়তার ভ্রামক বলে। কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর জড়তার ভ্রামক $15\ kgm^2$ বলতে বোঝায় ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে প্রতিটি কণার ভর ও লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টির মান $15\ kgm^2$।

03. ঘোড়ার গাড়ি কীভাবে গতিপ্রাপ্ত হয়? ব্যাখ্যা করো। [RB'24]
উত্তর: ঘোড়া মাটিতে যে বল প্রয়োগ করে, নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুযায়ী, তার বিপরীতে প্রতিক্রিয়া বল পায়। যার আনুভূমিক উপাংশ যখন ঘর্ষণ বলের মানকে অতিক্রম করে, তখনই ঘোড়ার গাড়ি গতি প্রাপ্ত হয়।



এই $R\cos\theta$ উপাংশের মান যখন ঘর্ষণ বলকে অতিক্রম করে, তখনই গাড়ি গতিপ্রাপ্ত হয়।

04. সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমে গেলে বছরে দিনের সংখ্যা একই থাকে না– ব্যাখ্যা করো। [RB'24]
উত্তর: সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যকার দূরত্ব কমে গেলে কৌণিক ভরবেগের নিত্যতার সূত্রানুসারে বছরের দিনের সংখ্যা সমান থাকে না। কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা অনুযায়ী, $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$
$\Rightarrow mr_1^2\frac{2\pi}{T_1} = mr_2^2\frac{2\pi}{T_2} \therefore \frac{T_2}{T_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \because r_2 < r_1 \therefore T_2 < T_1$
$\therefore$ বছরের দিনের সংখ্যা হ্রাস পাবে।

05. বল ও টর্ক এক নয় কেন? ব্যাখ্যা করো। [Ctg.B'24]
উত্তর: বল: যার ক্রিয়ায় বস্তুর স্থিতি বা গতির পরিবর্তন ঘটে বা ঘটতে চায়, তাকে বল বলে।
বল, $\vec{F} = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt}$
টর্ক: অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত বস্তুর অবস্থান ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে। টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
বল হলো বস্তুর রৈখিক ভরবেগ পরিবর্তনের হার; আর টর্ক হলো কৌণিক ভরবেগ পরিবর্তনের হার। তাই বলা যায়, বল ও টর্ক এক নয়।

06. বাঁকা পথে অতি দ্রুতগামী গাড়ি উল্টে যায় কেন? ব্যাখ্যা করো। [SB'24]
উত্তর: বাঁকা পথে অতি দ্রুতগামী গাড়ি কেন্দ্রমুখী বলের অভাবের কারণে উল্টে যায়।
বাঁকা পথে গাড়ি বাঁক নেয়ার সময় তার জন্য যে কেন্দ্রমুখী বল প্রয়োজন তা মূলত লাভ করে রাস্তার ব্যাংকিং ও ঘর্ষণ বল থেকে। কিন্তু গাড়ি যদি অতি দ্রুতগামী হয় তবে তার প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বলের মান বেশি হয়ে যায়, যা ব্যাংকিং ও ঘর্ষণ বল থেকে যোগান দেওয়া সম্ভব হয় না। ফলে গাড়ি উল্টে যায়।

07. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার কারণে কোন বস্তুর সাম্যবস্থার সৃষ্টি হয় না কেন? ব্যাখ্যা করো। [BB'24]

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ভিন্ন ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে বিধায় তাদের কারণে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয় না।

কোনো বস্তু যখন অপর কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করে তখন নিউটনের ৩য় সূত্রানুযায়ী, ২য় বস্তুটিও ১ম বস্তুর উপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এক্ষেত্রে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করায় তাদের লব্ধি নির্ণয়ের কোনো সুযোগ নাই তথা তাদের কারণে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি হয় না।

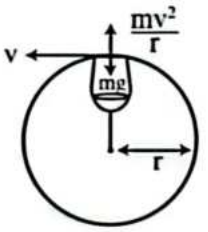
08. ভরকে অনেক সময় জড়তার ভর বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো? [JB'24]

উত্তর: বস্তুর যে ধর্মের কারণে তা তার গতি বা স্থিতির অবস্থা বজায় রাখে বা রাখতে চায় তাকে জড়তা বলে। জড়তার পরিমাপক হলো ভর।

যে বস্তুর ভর যত বেশি তার জড়তার মানও ততো বেশি। আর যার ভর কম,তার জড়তাও কম। মূলত এ কারণেই ভরকে অনেক সময় জড়তার ভর বলা হয়।

09. উল্লম্ব বৃত্তাকার তলে পানিভর্তি বালতিকে ঘুরালে পানি পড়ে না কেন? [JB'24; CB'21]

উত্তর: উল্লম্ব বৃত্তাকার তলে পানিভর্তি বালতি ঘুরানো হলে, পানির ওজনের চেয়ে কেন্দ্রবিমুখী বলের মান বেশি হওয়ার কারণে পানি পড়ে না।



এক্ষেত্রে উপরের দিকে ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী বলের মান ওজনের চেয়ে বেশি হওয়ায় পানি নিচের দিকে পড়ে যেতে পারে না।

10. নিউক্লিয়াসের ওপর ইলেকট্রনের দিকে প্রযুক্ত বল কী ধরনের বল? ব্যাখ্যা করো। [Din.B'24]

উত্তর: নিউক্লিয়াসের উপর ইলেকট্রনের দিকে প্রযুক্ত বল হলো তড়িৎচৌম্বক বলের উদাহরণ।

পরমাণুর নিউক্লিয়াসে থাকে ধনাত্মক চার্জে চার্জিত প্রোটন আর বাইরে কক্ষপথে ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত ইলেকট্রন থাকে। ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জের মধ্যে স্থির তড়িৎ আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে। তাই বলা যায়, নিউক্লিয়াসের উপর ইলেকট্রনের দিকে প্রযুক্ত বল হলো তড়িৎচৌম্বক বলের উদাহরণ।

11. দরজার হাতল মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয় কেন? [DB'23, RB'22]

উত্তর: কোনো দরজা কত সহজে খোলা যাবে তা নির্ভর করে প্রযুক্ত টর্কের উপর। টর্কের সূত্র হতে আমরা জানি,

$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$। নির্দিষ্ট কোণে বল প্রয়োগের ক্ষেত্রে, r তথা ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর দূরত্ব যত বেশি হবে, টর্কের পরিমাণ তত বেশি হবে। এজন্য টর্কের পরিমাণ বৃদ্ধিতে দরজার হাতল মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয়, যাতে কম বল প্রয়োগে দরজা খোলা যায়।

12. একজন নৃত্যশিল্পী ঘূর্ণনের সময় দুই হাত ভাঁজ করে নেয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB'23, Ctg.B'21]

উত্তর: হাত ভাঁজ করলে জড়তার ভ্রামক কমে কিন্তু কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণশীল থাকায় কৌণিক বেগ (ω) বৃদ্ধি পায়। ফলে দ্রুত ঘূর্ণন হয়। আমরা জানি, জড়তার ভ্রামক,

$I = \int dm\, r^2$। হাত ভাঁজ করলে ভর কণাসমূহ ঘূর্ণন অক্ষের নিকটে অবস্থান করে, ফলে জড়তার ভ্রামক কমে। কিন্তু

$L = I\omega = \text{constant}$ থাকে। I কমাতে $\omega\ (= 2\pi f)$ বেড়ে যায় অর্থাৎ ঘূর্ণন গতিবেগ ও কম্পাঙ্ক বাড়ে। ফলে দ্রুত ও সহজে ঘূর্ণন ঘটে।

13. গতিশীল লিফটে বস্তুর কার্যকর ওজনের তারতম্য ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'23]

উত্তর: ত্বরণে গতিশীল লিফটের ক্ষেত্রে প্রতিক্রিয়া বলের তারতম্যের জন্য বস্তুর ওজনের তারতম্য হয়। লিফট a ত্বরণে উপরে উঠলে প্রতিক্রিয়া বল বেড়ে যায়, ফলে ওজন বেড়ে যায়।

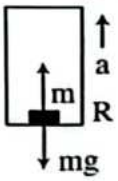
$R = m(g + a)$

লিফট a ত্বরণে নিচে নামলে প্রতিক্রিয়া বল কমে যায়, ফলে ওজন কমে যায়।

$R = m(g - a)$

14. একজন আরোহী লিফটে উপরে উঠার সময় নিজেকে ভারী মনে করে, ব্যাখ্যা কর। [CB'23]

উত্তর: ধরি, লিফটে বস্তুর ভর m kg এবং লিফট $a\ ms^{-2}$ ত্বরণে উপরে উঠছে। বস্তুর ওপর লিফটের প্রতিক্রিয়ায় লিফটের ভেতরের ব্যক্তির ওজন হবে বস্তু কর্তৃক লিফটে প্রদত্ত লম্ব প্রতিক্রিয়া (R) এর সমান।



এখন, $\sum F = ma \Rightarrow R - mg = ma$

$\Rightarrow R = mg + ma$

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, লিফট ত্বরণসহ উপরে উঠলে আরোহীর আপাত ওজন বৃদ্ধি পায়, ফলে আরোহী নিজেকে ভারী মনে করে।

15. রৈখিক ভর বেগের নিত্যতার নীতিতে দিকের গুরুত্ব আছে কি না? আলোচনা কর। [BB'23]

উত্তর: রৈখিক ভরবেগের নিত্যতার নীতিতে দিকের গুরুত্ব আছে। ভরবেগ একটি ভেক্টর রাশি। ভরবেগের নিত্যতা সংরক্ষিত থাকে। ভরবেগ ভেক্টর রাশি হওয়ায় এর সকল দিকের উপাংশগুলো সংরক্ষিত থাকে। অর্থাৎ, কোনো দিকের আদি ভরবেগের উপাংশ ও শেষ ভরবেগের উপাংশ সমান থাকে। তাই এরকম সকল দিকের উপাংশগুলো সংরক্ষিত থাকলেই মোট ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে।

16. "একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান কোনো দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামক সংখ্যাগতভাবে এর কৌণিক ভরবেগের সমান।"—ব্যাখ্যা কর। [JB'23]

উত্তর: আমরা জানি, $L = I\omega$, একক সমকৌণিক বেগে ঘুরলে, $\omega = 1\ rads^{-1}$ $\therefore L = I \times 1 = I$

তাই, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান কোনো দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামক সংখ্যাগতভাবে এর কৌণিক ভরবেগের সমান।

17. ব্যাংকিং কোণের মান বাড়ালে রাস্তার বাঁকে গাড়ি চালানোর গতিসীমা বাড়ে– ব্যাখ্যা করো। [Din.B'23]

উত্তর: আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{rg\tan\theta}$ [θ = ব্যাংকিং কোণ]

একটি নির্দিষ্ট স্থানে একটি নির্দিষ্ট বাঁকের ব্যাসার্ধবিশিষ্ট রাস্তায় বাঁক নেয়ার বেগ, $v_{max} \propto \sqrt{\tan\theta}$

আবার, θ এর মান বাড়লে $\tan\theta$ এর মান বাড়ে। ফলে সর্বোচ্চ গতিবেগও বৃদ্ধি পায়। তাই ব্যাংকিং কোণ বাড়ালে রাস্তার বাঁকে গাড়ি চালানোর গতিসীমা বাড়ে।

18. টর্কের দিক কীভাবে নির্ণয় করবে? [MB'23]

উত্তর: আমরা জানি, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

টর্ক একটি ভেক্টর রাশি। এর দিক $\vec{r} \times \vec{F}$ এর দিক। একটি ডানহাতি স্ক্রুকে $\vec{r}$ ও $\vec{F}$ এর সমতলে লম্বভাবে স্থাপন করে $\vec{r}$ থেকে $\vec{F}$ এর দিকে ক্ষুদ্রতর কোণে ঘোরালে যে দিকে অগ্রসর হয় সেই দিকই হলো টর্ক এর দিক। ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে (Anticlockwise) ঘূর্ণনে $\vec{\tau}$ এর দিক হয় ওপরের দিক এবং ঘড়ির কাঁটার দিকের ঘূর্ণনের জন্য দিক হয় নিচের দিকে।

19. রাস্তার বাঁকে সাইকেল আরোহীকে ভেতরের দিকে হেলে বাঁক নিতে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'23, Ctg.B'22]

উত্তর: বৃত্তাকার পথে বাঁক নেওয়ার জন্য অবশ্যই কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন। সাইকেল আরোহী ভেতরের দিকে হেলে থাকার কারণে ভূমির প্রতিক্রিয়া বলের একটি উপাংশ ($mg\sin\theta$) এই কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়। ফলে সাইকেল আরোহী সহজেই বাঁক নিতে পারে। সাইকেলের বেগ বেশি হলে বেশি কেন্দ্রমুখী বলের দরকার হয়। এ কারণে তখন বেশি কোণে আরোহীকে হেলতে হয়।

20. বালির উপর দিয়ে হাঁটা বা গাড়ি চালানো কষ্টসাধ্য কেন? [Ctg.B' 23, 21]

উত্তর: বালিতে প্রতিক্রিয়া বল ও ঘর্ষণ বল কম, তাই বালিতে হাঁটা বা গাড়ি চালানো কষ্টকর। বালিতে হাঁটলে বালির দানাও সরে যায়, তাই পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের বিপরীত প্রতিক্রিয়া বল খুবই কম পাওয়া যায়। ফলে একই বেগে চলতে বেশি বল প্রয়োগ করতে হয়। এছাড়াও বালি কণা সরে যাওয়ায় ঘর্ষণও কমে যায়, আর ঘর্ষণ রাস্তায় প্রতিক্রিয়া বলের যোগান দিয়ে সামনে হাঁটতে সাহায্য করে। তাই সামনের দিকে প্রতিক্রিয়া বল কম হওয়ায় এগিয়ে যেতে অধিক বল প্রয়োগ করতে হয়। তাই বালিতে হাঁটা বা গাড়ি চালানো কষ্টসাধ্য।

21. নরম মাটিতে লাফ দিলে আঘাত পাওয়ার সম্ভাবনা কম–ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: কোনো ব্যক্তি নরম মাটিতে লাফ দিলে মাটি ব্যক্তির উপর একটি প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। নরম মাটির দৃঢ়তা কম হওয়ায় প্রতিক্রিয়া বলের মান কম ও বলের ক্রিয়াকাল বেশি হয়। ফলে ঘাত বল (Impact) কম উৎপন্ন হয়। তাই নরম মাটিতে লাফ দিলে আঘাত পাওয়ার সম্ভাবনা কম।

22. কৌণিক ভরবেগের দিক কীভাবে পাওয়া যায়- ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে কোনো ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$; এখানে $\vec{r}$ ও $\vec{p}$ যে তলে অবস্থিত $\vec{L}$ এর দিক হবে ঐ তলের লম্ব বরাবর। একটি ডানহাতি স্ক্রুকে $\vec{r}$ হতে $\vec{p}$ এর দিকে ক্ষুদ্রতর কোণে ঘোরালে যেদিকে সরণ হয় কৌণিক ভরবেগের দিক সেদিকে।

23. ঘূর্ণনরত পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে গেলে এর বেগ কমে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22]

উত্তর: সূর্য থেকে দূরে গেলে পৃথিবীর বার্ষিক গতি বা সূর্যের চারদিকে ঘূর্ণন গতি কমতে থাকে। এর কারণ পৃথিবীর কৌণিক ভরবেগ সবসময় একই থাকে। তাই দূরত্ব বাড়তে থাকলে বেগ কমতে থাকবে। কারণ কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$ বা $v = \frac{L}{mr}$

অর্থাৎ, $v \propto \frac{1}{r}$। তাই দূরত্ব বাড়তে থাকলে বেগ কমতে থাকবে।

24. যে মৌলিক বল ঘর্ষণ বল সৃষ্টি করে তার সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। [BB'22]

উত্তর: ঘর্ষণ বল সৃষ্টির জন্য দায়ী মৌলিক বল হলো তাড়িতচৌম্বক বল। দুটি আহিত কণা তাদের আধানের কারণে একে অপরের ওপর যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল প্রয়োগ করে তাকে তাড়িতচৌম্বক বল বলে। সাধারণভাবে তড়িৎ প্রভাব ও চৌম্বক প্রভাব অবিচ্ছেদ্য হওয়ায় এটি তাড়িতচৌম্বক বল নামে পরিচিত। মহাকর্ষ বলের ন্যায় তাড়িতচৌম্বক বলের পাল্লাও অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত এবং এ বলের ক্রিয়ার জন্য কোনো মাধ্যমেরও প্রয়োজন হয় না।

25. সমবেগে উঠানামা করা লিফটের যাত্রীর ওজনের পরিবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: সমবেগে লিফট যখন ওঠানামা করে তখন লিফটে ত্বরণ থাকে না ফলে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ এর সাথে কোনো লব্ধি সৃষ্টি হয় না। এজন্য যাত্রীর ওজনের কোনো পরিবর্তন হয় না। আমরা জানি, লিফট-এ ওজন $W = m(g \pm a)$ লিফট সমবেগে চললে $a = 0$ তাহলে $W = m(g \pm 0) = mg$
অর্থাৎ, ওজনের কোনো পরিবর্তন হয় না।

26. রাস্তার ব্যাংকিং এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: বৃত্তাকার পথে বাঁক নেওয়ার জন্য কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন। সাইকেল ও মোটর সাইকেল বৃত্তাকার পথের কেন্দ্রের দিকে কিছুটা হেলে এই কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়। কিন্তু গাড়ি হেলে বাঁক নিতে পারে না। এ কারণে রাস্তা বাহিরের দিকে কিছুটা উচু রাখা হয় যেন গাড়ির প্রতিক্রিয়া বল কিছুটা হেলে গিয়ে কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়। যদি ব্যাংকিং না থাকত তাহলে গাড়ি বৃত্তাকার পথে বাঁক নেওয়ার সময় উল্টে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকত। এজন্যই রাস্তার ব্যাংকিং প্রয়োজন।

27. পৃথিবী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়—ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: পৃথিবী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়। সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর প্রদক্ষিণের কক্ষপথ উপবৃত্তাকার হওয়ায় সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব সর্বদা সমান থাকে না। কিন্তু পৃথিবীর কৌণিক ভরবেগ একই থাকে। তাই কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক রাখতে পৃথিবীর কৌণিক বেগ দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। এজন্য সূর্যের চারপাশে পৃথিবীর দ্রুতি সমান থাকে না।

28. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না—ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মান সমান ও দিক বিপরীত হওয়া সত্ত্বেও এরা একে অপরকে নিষ্ক্রিয় করে না। কেননা, নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুসারে, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সবসময়ই ভিন্ন ভিন্ন বস্তুর উপর কাজ করে। ফলে কোনো বস্তুর উপরই নিট বল শূন্য হয় না বা বল নিষ্ক্রিয় হয় না।

29. ঘূর্ণনক্ষম কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক বেশি হলে কী হয়? ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: ঘূর্ণনক্ষম কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক বেশি হলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ, ঘূর্ণন গতিশক্তি বেশি হবে। ফলে এই ঘূর্ণনক্ষম বস্তুকে থামাতে বা ত্বরণ/মন্দন ঘটাতে বেশি পরিমাণ বলের প্রয়োজন হবে।

30. "গাড়ির চাকার নাট-বল্টু খোলার ক্ষেত্রে লম্বা হাতলযুক্ত যন্ত্র ব্যবহার সুবিধাজনক"–ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: "গাড়ির চাকার নাট বল্টু খোলার ক্ষেত্রে লম্বা হাতলযুক্ত যন্ত্র ব্যবহার সুবিধাজনক"-বক্তব্যটি যথার্থ কারণ লম্বা হাতলে কম বল প্রয়োগে প্রয়োজনীয় টর্ক পাওয়া যায়, এখানে লিভারের নীতির প্রয়োগ দেখা যায়। $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow |\vec{\tau}| = rF\sin\theta = dF$।
অর্থাৎ, r বা d যত বেশি হবে, ততই বেশি টর্ক পাওয়া যাবে। চাকার নাট-বল্টুতে ঘূর্ণন সৃষ্টিতে যে ন্যূনতম টর্ক প্রয়োজন, তা পেতে খাটো হাতলের যন্ত্র (r বা d ছোট) তে অনেক বল (F) প্রয়োগ করতে হয়। কিন্তু লম্বা হাতল হলে কম F প্রয়োগে কাঙ্ক্ষিত টর্ক পাওয়া যায়। তাই লম্বা হাতল যুক্ত যন্ত্র ব্যবহার সুবিধাজনক।

31. উল্লম্ব তলে ঘূর্ণায়মান রোলার কোস্টারের যাত্রী নিচে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'21]

উত্তর: উল্লম্বতলে ঘূর্ণায়মান রোলার কোস্টারে যাত্রীর উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রমুখী ও কেন্দ্রবিমুখী বল সমান হয়ে ব্যাস বরাবর লব্ধি বল শূন্য হয়ে যায়, ফলে যাত্রী নিচে পড়ে যায় না। উল্লম্বতলে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় চেইনের টানবল, অতি উচ্চ অভিকর্ষজ বল কেন্দ্রমুখী এবং ঘূর্ণনের ফলে কেন্দ্রবিমুখী বল সৃষ্টি হয়, এ বলগুলো পরস্পর ক্রিয়া করে ব্যাসার্ধ বরাবর লব্ধি বল শূন্য হয়ে যায়। ফলে যাত্রী রোলার কোস্টারের সাপেক্ষে স্থিরভাবে থাকে, ছিটকে বা পড়ে যায় না।

32. বলের ব্যবহারিক একক 'নিউটন' একটি লব্ধ একক— ব্যাখ্যা কর। [SB'21]

উত্তর: মৌলিক একক হতে যে একক পাওয়া যায় তাকে বলে লব্ধ একক। বলের একক নিউটন (N)।
আমরা জানি, বল $F = ma$
বলের একক = ভরের একক × ত্বরণের একক
$\therefore N = kg \times ms^{-2} = kgms^{-2} = \frac{\text{ভরের একক} \times \text{দূরত্বের একক}}{(\text{সময়ের একক})^2}$
∴ বলের একক একটি লব্ধ একক।

33. হাত গুটানো বা প্রসারিত অবস্থায় ঘুরলে কোন ক্ষেত্রে কৌণিক বেগ বেশি হবে? ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে,
$Mr_1^2\omega_1 = Mr_2^2\omega_2 \Rightarrow \omega_1 r_1^2 = \omega_2 r_2^2$
হাত গুটানো অবস্থায় r কম থাকে এবং প্রসারিত অবস্থায় r বেশি থাকে। কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুযায়ী গুটানো অবস্থায় ω বেশি হয় এবং প্রসারিত অবস্থায় ω কম হয়। অর্থাৎ হাত গুটানো অবস্থায় কৌণিক বেগ বেশি হয়।

34. দেয়ালের সাথে ধাক্কা খেয়ে বল বিপরীত দিকে ফিরে আসে কেন? [SB'24; CB'24, 21]

উত্তর: নিউটনের ৩য় সূত্রানুসারে, প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া থাকে। $F_1 = -F_2$। দেয়ালের সাথে ধাক্কা খেলে বল দেয়ালের উপর ক্রিয়া বল দেয় এবং দেয়াল বলের উপর প্রতিক্রিয়া বল দেয়। এ প্রতিক্রিয়া বলের দরুন বলটি বিপরীত দিকে আসে।

35. টর্ক ও বলের মধ্যে পার্থক্য লিখ। [CB'21]

উত্তর: টর্ক ও বলের মধ্যে পার্থক্য:

বল	টর্ক
(i) বস্তুর ভর এবং ত্বরণের গুণফলকে বল বলে।	(i) ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে।
(ii) বলের একক নিউটন (N)	(ii) টর্কের একক নিউটন-মিটার (Nm)
(iii) বল দ্বারা বোঝা যায় রৈখিক বেগকে কত সহজে পরিবর্তন করা যায়।	(iii) টর্ক দ্বারা বোঝা যায় কত সহজে কৌণিক বেগ পরিবর্তন করা সম্ভব। অর্থাৎ, কত সহজে বস্তুটিকে ঘুরানো যাবে।

36. ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান কেন? [Din.B'21; DB'16]

উত্তর: ঘূর্ণায়মান বস্তুর কোনো কণার রৈখিক বেগ অক্ষ হতে ঐ কণার দূরত্বের উপর নির্ভরশীল হলেও কৌণিক বেগ শুধু একক সময়ে কৌণিক সরণের উপর নির্ভরশীল। তাই ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর দূরত্বের ভিন্নতা থাকা সত্ত্বেও কৌণিক বেগ সমান থাকে।

37. নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার সময় নৌকা পিছিয়ে যায় কেন? [Din.B'21]

উত্তর: নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার পূর্বে, নৌকা ও ব্যক্তির ভরবেগের সমষ্টি ধ্রুব থাকে। ব্যক্তি যখন নৌকা থেকে লাফ দেয়, তখন লাফ দেওয়ার দিকে ভরবেগের সমষ্টি বেড়ে যায়। তাই ভরবেগের সমষ্টি ধ্রুব রাখতে নৌকা ব্যক্তির ভরবেগের সমান ভরবেগে পিছনে সরে যায়।

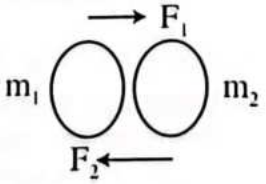
38. রকেটের গতি কীভাবে ভরবেগের সংরক্ষণনীতি মেনে চলে? [MB'21]

উত্তর: রকেট যখন উপরের দিকে ধাবিত হয় তখন পেছন দিয়ে গ্যাস নির্গত হয়। গ্যাস নির্গমনের ফলে গ্যাসের গতির বিপরীত দিকে রকেটের উপর একটি বল সৃষ্টি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের ফলে রকেট উপরের দিকে চলে। নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে, এই ক্রিয়া বল এবং প্রতিক্রিয়া বল সমান হয়। ফলে, Δt সময়ে গ্যাসের ভরবেগের পরিবর্তন = রকেটের উপর প্রযুক্ত বলের ঘাত সমান হয়। এভাবে রকেটের গতি ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে।

39. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া একই বস্তুর উপর কীভাবে কাজ করে? [MB'21]

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সর্বদাই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর কাজ করে। একই বস্তুর উপর কাজ করতে পারে না।

দুটি বস্তু m_1 এবং m_2 । m_1 বস্তুটি যদি m_2 এর উপর F_1 বল প্রয়োগ করে, তবে m_2 বস্তুটি m_1 এর উপর F_2 বল



প্রয়োগ করে। এক্ষেত্রে $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ এবং $|F_1| = |\vec{F}_2|$। এরা দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে।

40. কোনো অক্ষের সাপেক্ষে একটি বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.9 m বলতে কী বোঝায়? [DB'19]

উত্তর: কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামক, ঐ নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে। চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.9 m এর অর্থ বস্তুটির সমগ্র ভর অক্ষ থেকে 0.9 m দূরে একটি বিন্দুতে কল্পনা করলে যে জড়তার ভ্রামক পাওয়া যাবে তা বস্তুটির প্রকৃত জড়তার ভ্রামকের সমান হবে।

41. দুটি বস্তু সংঘর্ষের পর একসাথে আটকে গেলে সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক হবে কি? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'19]

উত্তর: দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটলে, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার আপেক্ষিক বেগ ধ্রুব থাকে। আবার, দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটার ক্ষেত্রে সংঘর্ষের পরের আপেক্ষিক বেগ অশূন্য হওয়া অত্যাবশ্যক। যদি দুটি বস্তু সংঘর্ষের পর একসাথে আটকে যায়, তবে তাদের আপেক্ষিক বেগ হবে শূন্য। ফলে সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক হবে না।

42. ভরকে জাড্যভর বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: কোনো জড় বস্তুর ভরই হলো জাড্যের পরিমাপ। এই ভরকে জাড্যভর বলে।

নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী, $F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a}$।

এখানে, m হলো বস্তুর জাড্য ভর।

43. জড়তা হতে বলের ধারণা পাওয়া যায় কি? আলোচনা কর। [BB'19]

উত্তর: কোনো বস্তু যে অবস্থানে আছে তার সে অবস্থানে বজায় থাকার প্রবণতাই হলো জড়তা। আর বল হলো যা বস্তুর এই প্রবণতাকে বাধা দেয়, বস্তুর আপেক্ষিক অবস্থার পরিবর্তন ঘটায়। বল স্থির বস্তুকে গতিশীল করে বা করতে চায় এবং গতিশীল বস্তুর গতীয় অবস্থার পরিবর্তন করে বা বস্তুকে স্থির করে। তাই বলা যায়, জড়তা হতে বলের ধারণা পাওয়া যায়।

44. কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল টর্ক কখন শূন্য হয়? ব্যাখ্যা কর। [CB'19]

উত্তর: ক্রিয়াশীল টর্কের মান শূন্য হয় যখন বস্তু সমকৌণিক বেগে চলতে থাকে। $\tau = I\alpha$। এখানে, α তথা কৌণিক ত্বরণ = 0 হলে টর্ক 0 হয়। এছাড়াও $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$। তাই ব্যাসার্ধ বরাবর বল ক্রিয়াশীল হলেও টর্ক শূন্য হয়।

45. ঘূর্ণনরত বস্তুর কৌণিক ভরবেগ কোনো শর্তে শূন্য হয়-ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: কোনো বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে ঐ বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে কণাটির কৌণিক ভরবেগ বলে। যদি কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r}$ এবং ভরবেগ $\vec{p}$ হয় তবে কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \therefore L = rp \sin\theta$। এখানে, $\theta = 0°$ হলে $L = 0$ হয়। অর্থাৎ, ভরবেগ যদি ব্যাসার্ধ ভেক্টরের দিকেই হয়, যেমন: সরলরৈখিক গতি, তবে সে ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ শূন্য হয়।

46. ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল- ব্যাখ্যা কর। [CB'23, DB, SB, JB, Din.B'18]

উত্তর: ঘর্ষণ বলের ক্ষেত্রে এক বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে যে কোনো পথ ঘুরে আবার ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে কৃত কাজ শূন্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কাজ আদি ও চূড়ান্ত বিন্দুর উপর নির্ভর করে না, গতিপথের উপর নির্ভর করে। ঘর্ষণ বল কর্তৃক কাজ পুনরুদ্ধার করা যায় না। তাই ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল।

47. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ও অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের মধ্যে পার্থক্য লিখ। [DB'17]

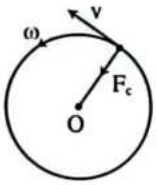
উত্তর:

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ	অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ
(i) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগ একই থাকে।	(i) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগ একই থাকে না।
(ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে।	(ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না।
(iii) তাপ উৎপন্ন হয় না।	(iii) তাপ উৎপন্ন হয়।
(iv) বস্তু বিকৃত হবে না।	(iv) বস্তু বিকৃত হয়ে যায় বা যেতে পারে।

48. বল কীভাবে ক্রিয়াশীল থাকলে একটি বস্তু সমদ্রুতিতে গতিশীল থাকবে তা ব্যাখ্যা কর। [DB'17]

উত্তর:

বল বেগের সাথে সমকোণে ক্রিয়া করলেই বস্তু সমদ্রুতিতে থাকতে পারে। কেননা সমকোণ ছাড়া অন্য কোনো কোণে বল ক্রিয়া করলে বেগের দিক বরাবর বলের একটি উপাংশ থাকবে।

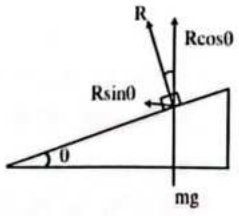


এই উপাংশ বস্তুর দ্রুতি পরিবর্তন করে ফেলবে। একটি বস্তু সমদ্রুতিতে ঘুরানো হলে বিষয়টি আরো স্পষ্ট হয়। কেন্দ্রমুখী বল বেগের সমকোণে ক্রিয়া করে। ফলে দ্রুতি পরিবর্তিত হয় না।

49. রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশ কোনদিকে কত কোণে ঢালু রাখা হয় তা কারণসহ ব্যাখ্যা কর। [MB'24; DB'17]

উত্তর:

রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশ বাঁকের কেন্দ্রের দিকে ঢালু রাখা হয়। কেননা বৃত্তাকার পথে চলতে হলে সর্বদা কেন্দ্রের দিকে কেন্দ্রমুখী বল প্রয়োজন হয়।



ব্যাংকিং অবস্থায় মাটির প্রতিক্রিয়া বলের একটি উপাংশ এই বলের যোগান দেয়। $R\cos\theta = mg$ ও $R\sin\theta = \frac{mv^2}{r}$

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

রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ ও বেগ হিসেব করে ব্যাংকিং কোণ নির্ধারণ করা হয়।

50. "জড়তার ভ্রামক 50 kgm^2" বলতে কী বোঝ? [RB'17]

উত্তর: জড়তার ভ্রামক 50 kgm^2 বলতে বুঝায়-বস্তুটিকে ঐ অক্ষের চারদিকে 1 $rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণে ঘুরাতে হলে 50 Nm পরিমাণ টর্ক প্রয়োজন। অন্যভাবে বলা যায় যে, বস্তুটির উপর 50 Nm টর্ক প্রয়োগ করা হলে, তা 1 $rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণে ঘুরবে।

51. একটি ভারী স্থির বস্তু ও হালকা গতিশীল বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে তাদের বেগের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর: m_1 ও m_2 ভরের স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে তাদের সংঘর্ষের পূর্বে বেগ u_1, u_2 এবং পরে বেগ v_1, v_2 হলে,

আমরা জানি, $v_1 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)u_2$

এবং $v_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}u_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}u_2$

ভারী বস্তুটি m_1 ভরের ও হালকা বস্তুটি m_2 ভরের হলে, $u_1 = 0$।

$\therefore v_1 = \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)u_2$, কিন্তু $m_1 \gg m_2$

$\therefore v_1 \approx 0$ এবং $v_2 = \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}u_2 = \frac{\frac{m_2}{m_1}-1}{\frac{m_2}{m_1}+1}u_2$

$\frac{m_2}{m_1} \ll 1 \approx 0 \therefore v_2 \approx -u_2$

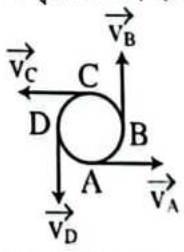
সুতরাং, ভারী বস্তুটি স্থির থাকবে এবং হালকা বস্তুটি একই বেগে বিপরীত দিকে চলতে শুরু করবে।

52. ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য– ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

উত্তর: আমরা জানি, কোনো বস্তুর গতির তথা বেগের পরিবর্তনে বাধা দেয়ার প্রয়াসই হচ্ছে জড়তা। রৈখিক গতির ক্ষেত্রে জড়তার পরিমাপ হচ্ছে ভর। আবার, কোনো একটি অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত একটি বস্তুর ঘূর্ণন গতির পরিবর্তনকে বাধা দেওয়ার প্রয়াসই হচ্ছে জড়তার ভ্রামক। টর্কের সূত্র হতে আমরা জানি $\tau = I\alpha$। এই সমীকরণ থেকেও বোঝা যায় জড়তার ভ্রামক ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে বস্তুর ভরের সমতুল্য।

53. সুষম দ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে চলন্ত কোনো বস্তুর ত্বরণ থাকে কেন? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]

উত্তর: বেগ ভেক্টর রাশি হওয়ায় এর মান অথবা দিক যেকোনো একটির পরিবর্তন হলেই ত্বরণ উৎপন্ন হয়। সুষম দ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে চলন্ত বস্তুর বেগের মান একই থাকলেও এর দিক ভিন্ন হওয়াতে বস্তুটির ত্বরণ উৎপন্ন হয়েছে।



উপরের চিত্রে বৃত্তাকার পথে চলমান একটি বস্তুর A, B, C, D বিন্দুতে বেগের মান সমান। কিন্তু চিত্র হতে স্পষ্টত দেখা যায় যে, A, B, C ও D অবস্থানের বেগের দিক সম্পূর্ণ ভিন্ন। দিকের ভিন্নতার কারণে এখানে ত্বরণের সৃষ্টি হয়েছে, কারণ ত্বরণ বেগের মান ও দিক উভয়ের পরিবর্তনের উপরই নির্ভরশীল। এই ত্বরণকে বলে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ। এর দিক সর্বদা কেন্দ্রের অভিমুখে।

CamScanner

54. জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধের মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো। [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

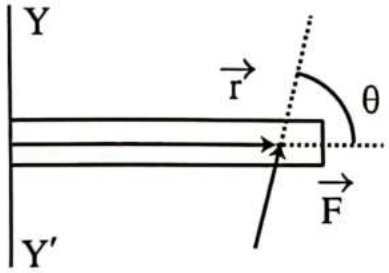
উত্তর: কোনো দৃঢ় বস্তুর ভর M। অক্ষ হতে ভরকেন্দ্রের দূরত্ব r এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ k হলে, $I = Mr^2 = Mk^2$

$\Rightarrow k = \sqrt{\frac{I}{M}} \Rightarrow k \propto \sqrt{I}$

অর্থাৎ, চক্রগতির ব্যাসার্ধ জড়তার ভ্রামকের বর্গমূলের সমানুপাতিক।

55. বলের ভ্রামক ব্যাখ্যা করো। [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

উত্তর: কোনো অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুর ওপর যে বিন্দুতে বল ক্রিয়াশীল, ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে।



অর্থাৎ, বলের ভ্রামক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow \tau = rF\sin\theta$ [মান বিবেচনায়]

56. ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়ার তাঁর হাতকে পিছনে টেনে নেয় কেন? [ঢাকা কলেজ]

উত্তর: হাত স্পর্শ করার আগে বলের বেগ u এবং শেষবেগ v হলে, m ভরের বলের জন্য $F = \frac{m(v-u)}{t}$ [t = সংস্পর্শকাল]। এখানে, দেখা যায়, একই বেগের বলের জন্য $F \propto \frac{1}{t}$ অর্থাৎ, বলের সাথে হাতের সংস্পর্শকাল যত বেশি হবে, তত কম বল অনুভূত হবে। তাই হাতের সাথে বলের সংস্পর্শ কাল বাড়ানোর জন্য খেলোয়াড় তার হাতকে পিছনে টেনে আনে।

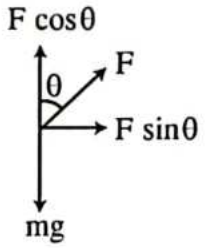
57. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি বিবৃত করো। [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]

উত্তর: রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসারে দুই বা ততোধিক বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষ ঘটলে সিস্টেমের পূর্ববর্তী ও পরবর্তী ভরবেগের সমষ্টি সংরক্ষিত থাকে।

যদি দুটি বস্তুর ভর m_1 ও m_2। এদের আদি বেগ u_1 ও u_2 এবং শেষ বেগ v_1 ও v_2 হলে, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

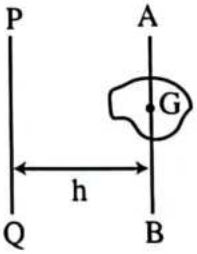
58. দ্রুত সাইকেল চালানোর সময় খাড়াভাবে বাঁক নেওয়ার সময় আরোহীর উল্টে পড়ার সম্ভাবনা থাকে কেন? [হলি ক্রস কলেজ]

উত্তর: কোনো ব্যক্তি সাইকেল চালানোর সময়, তার উপর ভূমি কর্তৃক প্রতিক্রিয়া বল দুটি অংশে বিভক্ত হয়। $F\cos\theta$ এর ওজন প্রশমিত করে এবং $F\sin\theta$ প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়। θ এর মান যত ছোট হবে, কেন্দ্রমুখী বল ততোকম যোগান দিতে পারবে। এভাবে θ এর মান শূন্য (0) হয়ে গেলে প্রতিক্রিয়া বলের উপাংশ আর কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দিতে পারে না। তখন কেন্দ্রমুখী বলের অভাবে সাইকেল উল্টে যেতে পারে।



59. জড়তার ভ্রামকের সমান্তরাল ও লম্ব-অক্ষ উপপাদ্য বিবৃত করো। [পিরোজপুর সরকারি মহিলা কলেজ]

উত্তর: জড়তার ভ্রামকের সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য: যেকোনো অক্ষের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক হবে ঐ অক্ষের সমান্তরাল ও বস্তুর ভরকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং ঐ বস্তুর ভর ও দুই অক্ষের মধ্যবর্তী লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টির সমান। বস্তুর ভর M এবং AB অক্ষটি বস্তুর ভরকেন্দ্র দিয়ে গমন করে।



AB এবং PQ অক্ষদ্বয় সমান্তরাল ও তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব h, AB অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক I_G হলে, PQ অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I_{PQ} = I_G + Mh^2$

লম্ব অক্ষ উপপাদ্য: কোনো বস্তুর পরস্পর লম্ব দুটি অক্ষের সাপেক্ষে

জড়তার ভ্রামকের সমষ্টি হবে ঐ অক্ষদ্বয়ের প্রত্যেকের সাথে লম্ব অপর একটি অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের সমান। X অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক I_X এবং Y অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক I_Y জানা থাকলে Z অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে, $I_Z = I_X + I_Y$

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. 10 gm ভরের একটি বল 100 cms^{-1} বেগে একটি উল্লম্ব দেয়ালে অনুভূমিকভাবে আঘাত করে একই বেগে ফিরে গেলো। দেয়াল কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত কত dyne-sec? [DB'24]
(a) 0 (b) 100 (c) 1000 (d) 2000

02. একটি রকেট উড্ডয়নের ১ম সেকেন্ডে এর ভরের $\frac{1}{60}$ ভাগ গ্যাস 2400 ms^{-1} বেগে নির্গমন করে। রকেটটির ত্বরণ কত ms^{-2}? [DB'24]
(a) 49.8 (b) 40.0 (c) 30.2 (d) 4.08

03. একটি গাড়ি 10 ms^{-1} সমবেগে চলছে। নিচের কোনটি সত্য? [DB'24]
(a) গাড়িটির উপর কোনো বলই ক্রিয়া করছে না
(b) গাড়ি দ্বারা প্রযুক্ত বল ঘর্ষণ বলের সমান
(c) গাড়ি দ্বারা প্রযুক্ত বল ঘর্ষণ বলের চেয়ে বেশি
(d) গাড়ি দ্বারা প্রযুক্ত বল ঘর্ষণ বলের চেয়ে কম

04. বস্তুর গতি জড়তা কোনটির সমানুপাতিক? [DB'24]
(a) ভর (b) বেগ (c) ভরবেগ (d) বল

05. একজন ব্যক্তি লিফটে ওজনহীনতা অনুভব করবে, যখন লিফটটি- [DB'24]
(a) সমবেগে উপরে উঠে (b) সমবেগে নিচে নামে
(c) g ত্বরণে উপরে উঠে (d) g ত্বরণে নিচে নামে

06. 0.1 kg ভরের স্থির বস্তুর উপর সমবল প্রয়োগ করায় বস্তুটি 10ms^{-2} সমত্বরণে চলতে থাকে। বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? [RB'24]
(a) 0.1 N (b) 1 N (c) 10 N (d) 100 N

07. যে বলের কারণে বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরে সেই বল যদি প্রত্যাহার করে নেওয়া হয় তা হলে বস্তুটি গতিজড়তার কারণে- [RB'24]
(i) স্পর্শক বরাবর ছুটে যাবে
(ii) ঐ মুহূর্তে বেগের দিক বরাবর ছুটে যাবে
(iii) ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রের দিকে ছুটে যাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

08. কোন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের ফলে দুর্বল নিউক্লীয় বল কার্যকর হয়? [RB'24]
(a) ফোটন (b) গ্রাভিটন (c) মেসন (d) বোসন

09. দুটি বস্তুর নিজ ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I এবং 2I। যদি তাদের ঘূর্ণন গতিশক্তি সমান হয়, তবে তাদের কৌণিক ভরবেগের অনুপাত কত? [RB'24]
(a) 1:2 (b) $1:\sqrt{2}$ (c) $\sqrt{2}:1$ (d) 2:1

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি চাকার ভর 10 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5m। টর্ক প্রয়োগ করে চাকটিতে 2$rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করা হয়।

10. চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত? [Ctg.B'24]
(a) 0.25 kgm^2 (b) 2.5 kgm^2
(c) 25 kgm^2 (d) 50 kgm^2

11. কত মানের টর্ক প্রয়োগ করা হয়েছিল? [Ctg.B'24]
(a) 100 Nm (b) 50 Nm (c) 5 Nm (d) 0.5 Nm

12. একটি গাড়ির নিরাপদে বাঁক নেওয়ার শর্ত কোনটি? [Ctg.B'24]
(a) $v \le (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$ (b) $v \le (rg\tan\theta)$
(c) $v > (rg\tan\theta)^{\frac{1}{2}}$ (d) $v > (rg\tan\theta)$

13. টর্কের মাত্রা কোনটি? [Ctg.B'24]
(a) ML^2T^{-1} (b) ML^2T^{-2} (c) MLT^{-1} (d) MLT^{-2}

14. কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার নিচের কোনটি? [Ctg.B'24]
(a) টর্কের (b) বলের
(c) জড়তার ভ্রামকের (d) কৌণিক ত্বরণের

15. নিজ অক্ষের চতুর্দিকে ঘূর্ণায়মান একটি চোঙের ভর 5 kg এবং অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক 0.1 kgm^2। ঘূর্ণায়মান চোঙটির ব্যাসার্ধ কত? [CB'24]
(a) 0.24 m (b) 0.22 m (c) 0.20 m (d) 0.14 m

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. d	02. c	03. b	04. c	05. d	06. b	07. a	08. d	09. b	10. b	11. c	12. a	13. b	14. a	15. c

01. $J = \Delta P = m(v-u)$
$= 0.01 \times (1+1) = 0.02$ Ns
$= (0.02 \times 10^5)$ dyne.sec $= 2000$ dyne.sec.

02. $a = \frac{1}{M}.\left(\frac{dm}{dt}\right).v - g$
$= \frac{1}{M}.\frac{M}{60} \times 2400 - 9.8 = 30.2\ ms^{-2}$

05. নিকট নিচে নামার সময়, $w' = m(g-a)$
$\Rightarrow 0 = m(g-a) \Rightarrow a = g$

06. $F = ma = (0.1 \times 10)N = 1$ N

09. $E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{L_1^2}{2I_1} = \frac{L_2^2}{2I_2} \Rightarrow \frac{L_1^2}{L_2^2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{I}{2I} = \frac{1}{2} \therefore L_1 : L_2 = 1:\sqrt{2}$

10. $I = MK^2 = 10 \times (0.5)^2 = 2.5\ kgm^2$

11. $\tau = I\alpha = (2.5 \times 2) = 5$ Nm

12. $\tan\theta \ge \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v \le \sqrt{rg\tan\theta}$

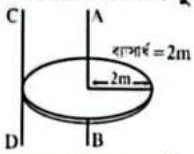
13. $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \therefore [\tau] = [ML^2T^{-2}]$

14. $\tau = \frac{dL}{dt}$

15. $I = \frac{1}{2}Mr^2 \Rightarrow 0.1 = \frac{5}{2} \times r^2 \Rightarrow r = 0.2$ m [চোঙটিকে নিরেট ধরে নিয়ে]

16. দুর্বল নিউক্লিয় বলের জন্য দায়ী কোন কণা? [CB'24]
(a) মেসন (b) গ্রাভিটন (c) ফোটন (d) বোসন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



17. AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? [CB'24]
(a) 1 m (b) 2m (c) $\sqrt{2}$ m (d) $\sqrt{6}$ m

18. AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক CD অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের কতগুণ? [CB'24]
(a) 3 (b) 2 (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{3}$

19. কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল $F(t) = t^2 + t + 2$ হলে, $t_i = 1s$ হতে $t_f = 2s$ সময়ের মধ্যে প্রযুক্ত বলের ঘাত- [BB'24]
(a) 4 Ns (b) 5.83 Ns (c) 8 Ns (d) 12 Ns

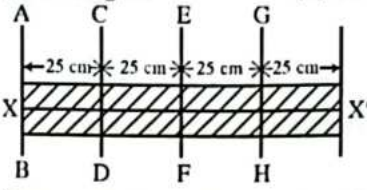
20. কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক শূন্য হবে যদি- [BB'24]
(i) ঘূর্ণন কেন্দ্রের সাপেক্ষে অবস্থান ভেক্টরের মান শূন্য হয়।
(ii) বলের মান শূন্য হয়
(iii) অবস্থান ভেক্টর ও বলের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়।
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

21. নিচের কোন মৌলিক বলের পাল্লা সবচেয়ে কম? [BB'24]
(a) মহাকর্ষ বল (b) তাড়িতচুম্বক বল
(c) সবল নিউক্লীয় বল (d) দুর্বল নিউক্লীয় বল

22. নিউক্লীয় বিটা ক্ষয়ের জন্য দায়ী মৌলিক বল কোনটি? [JB'24]
(a) মহাকর্ষ বল (b) তাড়িত চৌম্বক বল
(c) সবল নিউক্লীয় বল (d) দুর্বল নিউক্লীয় বল

23. কেন্দ্রবিমুখী বলের উদাহরণ- [JB'24]
(i) বৃষ্টিভেজা রাস্তায় বাইসাইকেলের চাকা থেকে পানি ছিটকে পড়া
(ii) পৃথিবীকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান কৃত্রিম উপগ্রহ
(iii) বক্রপথে দ্রুতগতিতে চলন্ত গাড়ি দুর্ঘটনায় পতিত হওয়া
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. একটি বস্তুর উপর 600 N বল 1 মিনিট ক্রিয়া করে। ভরবেগের পরিবর্তন কত? [JB'24]
(a) 3.6×10^4 kg ms^{-1} (b) 3.6×10^3 kg ms^{-1}
(c) 600 kg ms^{-1} (d) 10 kg ms^{-1}

25. 

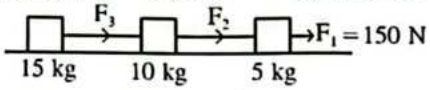
[JB'24]
চিত্রের আলোকে কোন অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটিকে ঘুরানো সবচেয়ে কঠিন হবে?
(a) AB (b) CD (c) EF (d) GH

26. কোনো বস্তুর উপর একই সময় একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি লব্ধি শূন্য হয় তবে স্থির থাকবে- [SB'24]
(i) ত্বরণ (ii) গতিশক্তি (iii) ভরবেগ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

27. বলের ঘাত J এর একক কোনটি? [SB'24]
(a) N (b) $N^{-1}s$ (c) Ns^{-1} (d) Ns

28. 100 m ব্যাসার্ধের রাস্তার বাঁকে 4.9 ms^{-1}বেগে সাইকেল চালাতে হলে আরোহীকে উল্লম্বের সাথে কত কোণে নত হতে হবে? [SB'24]
(a) 0.286° (b) 1.4° (c) 13.76° (d) 26.76°

29. নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত একটি নিরেট সিলিন্ডারের ভর 500 gm এবং জড়তার ভ্রামক 0.25 kgm^2 সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ কত? [SB'24]
(a) 7.07 m (b) 5 m (c) 0.707 m (d) 0.5 m

30. 

[SB'24]
বস্তুসমূহ সমত্বরণে গতিশীল হলে 15 kg ভরের বস্তুর উপর কার্যকর বল F_3 এর মান কত?
(a) 50 N (b) 75 N (c) 125 N (d) 150 N

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

16. d	17. c	18. d	19. b	20. a	21. d	22. d	23. d	24. a	25. a	26. d	27. d	28. b	29. -	30. b

17. $I = \frac{1}{2}Mr^2 = Mk^2 \Rightarrow k = \frac{r}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$ m

18. $\frac{I_{AB}}{I_{CD}} = \frac{\frac{1}{2}Mr^2}{\frac{1}{2}Mr^2 + Mr^2} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{2}} = \frac{1}{3}$

19. $F = \frac{dp}{dt} \Rightarrow dp = F\,dt \Rightarrow J = \int_1^2 (t^2 + t + 2)\,dt = 5.833$ Ns

20. $\tau = rF\sin\theta$
$\therefore \theta = 90°$ হলে, টর্ক শূন্য হবে না।

24. ভরবেগের পরিবর্তন = বলের ঘাত
$= (600 \times 60) = 3.6 \times 10^4$ kg ms^{-1}

25. প্রান্তবিন্দুগামী অক্ষ AB এর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক সর্বোচ্চ; তাই ঘুরানো সবচেয়ে কঠিন।

26. লব্ধি বল শূন্য হলে; ত্বরণ শূন্য; সমবেগে চলবে। তাই ত্বরণের মান শূন্যতে স্থির থাকবে, ভরবেগ ও গতিশক্তি স্থির।

28. $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4.9^2}{100 \times 9.8}\right) = 1.4°$

29. $\frac{1}{2}Mr^2 = 0.25 \Rightarrow 0.5\,r^2 = 0.5 \therefore r = 1$m

30. $a = \frac{F_1}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{150}{5+10+15} = 5$ ms^{-2}
$\therefore F_3 = m_3 a = (15 \times 5)$ N $= 75$ N

31. রৈখিক ভরবেগের মাত্রা কোনটি? [Din.B'24]
(a) MLT^{-2} (b) MLT^{-1} (c) ML^2T^{-1} (d) ML^2T^{-2}

32. একটি বস্তুর ত্বরণ থাকবে কখন? [Din.B'24]
(a) বেগ থাকলে (b) গতিশক্তি থাকলে
(c) বল প্রযুক্ত থাকলে (d) ভরবেগ থাকলে

33. ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক $2\ kgm^2$। বস্তুটিকে 10^2 J ঘূর্ণন গতিশক্তিতে ঘুরাতে কত কৌণিক বেগের প্রয়োজন? [Din.B'24]
(a) $10\ rads^{-1}$ (b) $1 \times 10^2\ rads^{-1}$
(c) $2 \times 10^2\ rads^{-1}$ (d) $4 \times 10^2\ rads^{-1}$

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
P ও Q স্থানে যথাক্রমে 9m এবং 16m ব্যাসার্ধের দুটি বাঁকের রাস্তা আছে। প্রত্যেকটি বাঁকের ব্যাংকিং কোণ 3°। (উভয় স্থানে রাস্তার প্রস্থ 5m)

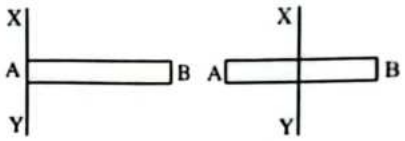
34. Q স্থানে রাস্তার ভিতরের পার্শ্ব অপেক্ষা বাইরের পার্শ্ব কত উঁচু? [Din.B'24]
(a) 0.003 m (b) 0.011 m (c) 0.262 m (d) 0.837 m

35. P ও Q স্থানের রাস্তা দুটিতে কোনো গাড়ির সর্বোচ্চ গতিবেগের অনুপাত হবে- [Din.B'24]
(a) $\sqrt{3}:\sqrt{4}$ (b) 3:4 (c) 9:16 (d) 81:256

36. কোনো বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে কোনো বলের ভ্রামককে কী বলে? [MB'24]
(a) চক্রগতির ব্যাসার্ধ (b) জড়তার ভ্রামক
(c) দ্বন্দ্ব (d) টর্ক

37. কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়? [MB'24]
(a) $L = mvr$ (b) $L = mr\omega^2$
(c) $L = \frac{mv^2}{\omega}$ (d) $L = mr^2\omega$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
নিম্নের চিত্র দুটিতে 1 kg ভর এবং 1 m দৈর্ঘ্যের একটি সুষম দণ্ড AB-এর লম্বগামী অক্ষ XY সাপেক্ষে ঘুরছে।



চিত্র-১ চিত্র-২

38. চিত্র-১ ও চিত্র-২ উল্লিখিত দণ্ডের জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের অনুপাত হলো– [DB'23, JB'19]
(a) 1 : 1 (b) 1 : 2 (c) 1 : 4 (d) 4 : 1

39. চিত্র-১ অনুযায়ী দণ্ডটির চক্রগতির ব্যাসার্ধের মান– [DB'23, JB'19]
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ m (b) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ m (c) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ m (d) $\frac{1}{3\sqrt{2}}$ m

40. বস্তুর গতি জড়তা নিচের কোনটির সমানুপাতিক? [DB'23]
(a) ভর (b) ভরবেগ (c) আয়তন (d) বেগ

41. বলের ঘাত দ্বারা বুঝায়- [DB'23]
(a) টর্ক (b) জড়তার ভ্রামক
(c) রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন (d) কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন

42. ঘর্ষণ বল ও বস্তুর বেগের মধ্যবর্তী কোণ হলো- [DB'23, CB'19]
(a) 0° (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) π

43. একজন ব্যক্তি লিফটে ওজনহীনতা অনুভব করে, যখন- [DB'23]
(a) লিফটি সমবেগে উপরে উঠে
(b) লিফটি সমবেগে নিচে নামে
(c) লিফটি 'g' ত্বরণে উপরে উঠে
(d) লিফটি 'g' ত্বরণে নীচে নামে

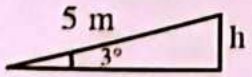
44. কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি? [RB'23; Ctg.''22, CB, BB'21]
(a) kgm^2s^{-2} (b) kgm^1s^{-1}
(c) $kgm^{-1}s^{-2}$ (d) kgm^2s^{-1}

45. একটি বৈদ্যুতিক পাখা প্রতি মিনিটে ৯০ বার ঘুরছে। এর কৌণিক বেগ কত? [RB, JB'23]
(a) $\frac{\pi}{3}$ (b) $3\pi\ rads^{-1}$
(c) $90\pi\ rads^{-1}$ (d) $180\pi\ rads^{-1}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

31. b	32. c	33. a	34. c	35. b	36. d	37. b	38. d	39. b	40. b	41. c	42. d	43. d	44. d	45. b

33. $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow 100 = \frac{1}{2} \times 2 \times \omega^2$
$\Rightarrow \omega = 10\ rad\ s^{-1}$

34.


$\therefore h = (5.\sin 3°)m$
$= 0.262\ m$

35. $\frac{V_P^2}{V_Q^2} = \frac{\tan\theta\, r_P\, g}{\tan\theta\, r_Q\, g} = \frac{r_P}{r_Q} = \frac{9}{16}$
$\therefore \frac{V_P}{V_Q} = \frac{3}{4}$

37. $L = mvr = m\omega r^2 = \frac{mv^2}{\omega}$

38. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{1}{3}ml^2}{\frac{1}{12}ml^2} = \frac{12}{3} = 4 : 1$

39. $I = \frac{1}{3} \times 1 \times 1^2 = 1 \times k^2$
$\Rightarrow k = \frac{1}{\sqrt{3}}$ m

44. $L = mvr = kgms^{-1} \times m = kgm^2s^{-1}$

45. $\omega = \frac{2\pi N}{T} = \frac{2\pi \times 90}{60} = 3\pi\ rads^{-1}$

46. কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার নিচের কোনটির সমান? [RB, BB'23]
(a) বল (b) কৌণিক ত্বরণ
(c) টর্ক (d) জড়তায় ভ্রামক

47. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বলের মধ্যে কোণের মান কত? [RB'23, DB'22]
(a) 0 rad (b) π rad (c) 2π rad (d) 3π rad

48. কোনটি বলের ঘাতের মাত্রা সমীকরণ? [Ctg.B'23]
(a) MLT^{-1} (b) MLT^{-2} (c) MLT (d) ML^2T^{-1}

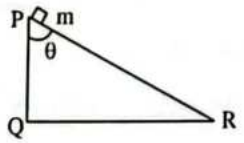
49. জড়তার ভ্রামকের একক কোনটি? [Ctg.B'23]
(a) kgm (b) kgm^{-1} (c) kgm^2 (d) kgm^{-2}

50. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক নয়- [CB'23]
(a) $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$ (b) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$
(c) $\vec{L} = \frac{d\vec{\tau}}{dt}$ (d) $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$

51. ফোটন কণার বিনিময়ের মাধ্যমে কোন বল কার্যকর হয়?
(a) মহাকর্ষ (b) তাড়িতচুম্বক [CB'23]
(c) সবল নিউক্লিয় (d) দুর্বল নিউক্লিয়

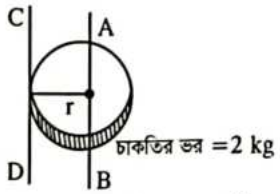
52. কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলসমূহের লব্ধি শূন্য হলে–
(i) বস্তুর বেগ ধ্রুব [CB'23; RB'22]
(ii) বস্তুর ত্বরণ শূন্য (iii) বস্তুর ভরবেগ ধ্রুব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

53. একটি গাড়ি 400 m ব্যাসার্ধের একটি সমতল বৃত্তাকার পথে 40 ms^{-1} বেগে চলছে। গাড়ির ভর 1100 kg হলে ঘর্ষণ বল- [CB'23]
(a) 4400 N (b) 440 N (c) 110 N (d) 11 N
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
P বিন্দুতে রাখা m ভরের বস্তুটি P বিন্দু হতে PR বরাবর R বিন্দুতে আসে।



54. P হতে R এ বস্তুটি পৌঁছায়— [BB'23]
(a) সমমন্দনে (b) সমত্বরণে
(c) সমবেগে (d) অসম ত্বরণে

55. PR তলে নামার সময় বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল- [BB'23]
(a) $mg\cos\theta$ (b) $mg\sin\theta$
(c) $mg\cot\theta$ (d) $mg\tan\theta$
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



56. AB-অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি? [BB'23; Ctg.B'17]
(a) $\frac{r}{2}$ (b) $\frac{r}{\sqrt{2}}$ (c) r (d) $\sqrt{2r}$

57. CD-অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? [BB'23; Ctg.B'17]
(a) $\frac{r^2}{2}$ (b) r^2 (c) $2r^2$ (d) $3r^2$

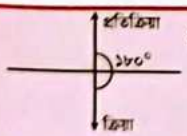
58. বলের ঘাত হচ্ছে— [BB'23, CB, SB'22, RB'17]
(i) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
(ii) বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল
(iii) ভরবেগের পরিবর্তন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

59. বৃত্তাকার পথে 72 km/h সমদ্রুতিতে চলমান একটি গাড়ির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ $2ms^{-2}$। বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ কত? [BB'23]
(a) 10 m (b) 144 m
(c) 200 m (d) 3592 m

60. বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে কী বলা হয়? [JB'23]
(a) বলের ঘাত (b) ঘাত বল
(c) টর্ক (d) কাজ

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

46. c	47. b	48. a	49. c	50. c	51. b	52. d	53. a	54. b	55. a	56. b	57. d	58. c	59. c	60. a

47. 

$১৮০° = \pi$ rad

48. বলের ঘাত = বল × ক্রিয়াকাল = F × t
∴ [বলের ঘাত] = $[MLT^{-2}] \times [T] = [MLT^{-1}]$

53. $f_s = F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{1100 \times 40^2}{400} = 4400$ N

55. $mg\sin(90° - \theta) = mg\cos\theta$

56. $\frac{1}{2}mr^2 = mk^2 \Rightarrow k = \frac{r}{\sqrt{2}}$

57. $I_{CD} = I_G + mr^2$
$= \frac{1}{2}mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2}mr^2$
$= \frac{3}{2} \times 2 \times r^2$ [m = 2kg]
$= 3r^2$

59. $a = \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{a} = \frac{\left(\frac{72}{3.6}\right)^2}{2} = 200$ m

61. রাস্তার ব্যাংকিং কোণ কীসের ওপর নির্ভরশীল নয়? [JB'23]
(a) বস্তুর বেগ (b) বস্তুর ভর
(c) অভিকর্ষজ ত্বরণ (d) রাস্তার ব্যাসার্ধ

62. 1 N ঘর্ষণজনিত বাধাবিশিষ্ট রাস্তার ওপর 2 kg ভরের বস্তুতে $5\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে হলে কত বলের প্রয়োজন? [JB'23]
(a) 8N (b) 9N (c) 10N (d) 11N

63. 2 kg ভরের একটি চাকার ব্যাস 50 cm, এতে $2 rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত টর্ক প্রয়োগ করতে হবে? [JB'23]
(a) 2 Nm (b) 1 Nm (c) 0.25 Nm (d) 0.125 Nm

64. 100 kg ভরের একটি পাথরকে 200 m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। বাতাসের বাধা অগ্রাহ্য করা হলে এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$ হলে 3 s পর পাথরটি মাটি থেকে কত উঁচুতে থাকবে? [JB'23]
(a) 14.7 m (b) 44.1 m (c) 155.9 m (d) 185.3 m

65. কোন ধরনের গতির ক্ষেত্রে বল ও বলের দিকে বস্তুর সরণের মধ্যবর্তী কোণ 0° হয়? [SB'23]
(a) একমাত্রিক গতি (b) দ্বিমাত্রিক গতি
(c) ত্রিমাত্রিক গতি (d) বহুমাত্রিক গতি

66. টর্কের মাত্রা কোনটি? [SB'23,22]
(a) MLT^{-2} (b) ML^2T^{-2} (c) ML^2T^{-1} (d) $ML^{-1}T^{-2}$

67. W ওজনের এক ব্যক্তি লিফটে a ত্বরণে ঊর্ধ্বগামী হলে ব্যক্তির ওজন কত হবে? [SB'23]
(a) $W\left(1+\frac{g}{a}\right)$ (b) $W\left(1+\frac{a}{g}\right)$
(c) $W\left(1-\frac{a}{g}\right)$ (d) $W\left(1-\frac{g}{a}\right)$

68. ব্যাংকিংহীন অনুভূমিক সমতল রাস্তায় নিরাপদে যানবাহনের বাঁক নেওয়ার শর্ত হলো– [SB'23]
[এখানে F_{cp} = কেন্দ্রমুখী বল, f = রাস্তার ঘর্ষণ বল]
(i) $F_{cp} > f$ (ii) $F_{cp} \le f$ (iii) $F_{cp} = f$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

69. নিউটনিয়ান বলবিদ্যা অনুসারে কোনটি ধ্রুব নয়? [Din.B'23]
(a) ভর (b) স্থান (c) কাল (d) ভরবেগ

70. কোনো বস্তুর ওপর বাহ্যিক নিট টর্ক শূন্য হলে কোনটি ধ্রুব থাকবে? [Din.B'23]
(a) রৈখিক বেগ (b) রৈখিক ভরবেগ
(c) কৌণিক ভরবেগ (d) ভরবেগের পরিবর্তন

71. 1,000 kg ভরের একটি গাড়ী 300 N ঘর্ষণ বলযুক্ত সোজা রাস্তায় $4\ ms^{-2}$ সমত্বরণে চলে। গাড়ীর ইঞ্জিন কর্তৃক প্রযুক্ত বল– [MB'23]
(a) 3,700 N (b) 4,300 N (c) 4,000 N (d) 10,100 N

নিচের তথ্যগুলোর আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
3 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 5 gm ভরের একটি বুলেট $150\ ms^{-1}$ বেগে বের হয়ে গেল। বুলেটটি বের হওয়ার সময় একটি বল পেছনের দিকে ধাক্কা দিল।

72. বন্দুকের আদি ভরবেগ কত? [MB'23]
(a) $0.75\ kgms^{-1}$ (b) $-0.75\ kgms^{-1}$
(c) $3\ kgms^{-1}$ (d) $0\ kgms^{-1}$

73. বন্দুকটি কত বেগে পেছনে সরে আসবে? [MB'23]
(a) $0\ ms^{-1}$ (b) $0.25\ ms^{-1}$
(c) $2.5\ ms^{-1}$ (d) $150\ ms^{-1}$

74. কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r}$, রৈখিক ভরবেগ $\vec{p}$, কৌণিক ভরবেগ $\vec{L}$, প্রযুক্ত বল $\vec{F}$ এবং ক্রিয়াশীল টর্ক $\vec{\tau}$ হলে $\vec{\tau}$ ও $\vec{L}$ যথাক্রমে নিচের কোনটির সমান? [DB'22; Din.B'22]
(a) $\vec{r}\times\vec{F}, \vec{r}\times\vec{P}$ (b) $\vec{r}\times\vec{P}, \vec{r}\times\vec{F}$
(c) $\vec{F}\times\vec{r}, \vec{r}\times\vec{P}$ (d) $\vec{r}\times\vec{P}, \vec{F}\times\vec{r}$

75. একই ভর ও ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার চাকতি এবং একটি রিং এর কেন্দ্র দিয়ে অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত- [DB'22]
(a) $\sqrt{2}:1$ (b) $1:1$ (c) $1:\sqrt{2}$ (d) $\sqrt{3}:\sqrt{2}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

61. b	62. d	63. d	64. c	65. a	66. b	67. b	68. b	69. d	70. c	71. b	72. d	73. b	74. a	75. c

62. $F - f = ma$
$F = ma + f = 2\times5 + 1 = 11N$

63. $\tau = I\alpha = \frac{1}{2}mr^2\alpha$
$= \frac{1}{2}\times2\times(0.25)^2\times2 = 0.125\ m$

64. 3 s পর বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব,
$x = ut + \frac{1}{2}gt^2 = 0\times3 + \frac{1}{2}\times9.8\times3^2 = 44.1m$
∴ মাটি হতে $(200 - 44.1)m$ বা 155.9 m উঁচুতে থাকবে।

67. $W' = m(g+a) = mg\left(1+\frac{a}{g}\right)$
$= W\left(1+\frac{a}{g}\right)$

71. $F - f = ma \Rightarrow F = 1000\times4 + 300 = 4300\ N$

72. $P_i = m\times0 = 0\ kgms^{-1}$

75. চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত
$= \frac{K_{disc}}{K_{ring}} = \frac{\frac{R}{\sqrt{2}}}{R} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 1:\sqrt{2}$

76. ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও বলের ভেক্টর গুণফল হচ্ছে-[RB'22; CB'17]
(a) কাজ (b) জড়তার ভ্রামক
(c) টর্ক (d) কৌণিক ভরবেগ

77. কোন বস্তুর উপর লব্ধি বল শূন্য হলে – [RB'22]
(i) সমবেগে চলে (ii) সমত্বরণে চলে
(iii) গতিশক্তির পরিবর্তন হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

78. কোন কণার বিনিময়ে নিউক্লিয় সবল কাজ করে? [RB'22; CB'21; BB'17]
(a) ফোটন (b) গ্র্যাভিটন (c) বোসন (d) মেসন

79. কোন ভৌত রাশিটি যেকোনো সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়? [RB'22]
(a) গতিশক্তি (b) স্থিতিশক্তি
(c) মোটশক্তি (d) কৌণিক ভরবেগ

80. আবর্ত ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে ক্ষমতা – [RB'22]
(a) টর্ক × সময় (b) টর্ক × কৌণিক সরণ
(c) টর্ক × কৌণিক বেগ (d) টর্ক × কৌণিক ত্বরণ

81. টর্কের একক – [RB'22]
(i) Nm (ii) dyne-cm (iii) ft-poundal
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 gm, 6 gm ও 4 gm ভরের তিনটি বস্তুকণা যথাক্রমে A, B ও C কোনো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 5 সেকেন্ডে 20 বার করে ঘুরে। বস্তুকণাগুলোর কৌণিক ভরবেগ যথাক্রমে L_A, L_B ও L_C। অক্ষ থেকে কণাগুলোর দূরত্ব যথাক্রমে 5 cm, 4 cm ও 3 cm।

82. উদ্দীপকের A বস্তুকণার রৈখিক বেগ কত? [Din.B'22; RB'22]
(a) 1.256 ms^{-1} (b) 6.283 ms^{-1}
(c) 9.283 ms^{-1} (d) 125.60 ms^{-1}

83. কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [Din.B'22; RB'22]
(a) $L_A > L_B > L_C$ (b) $L_A > L_C > L_B$
(c) $L_B > L_A > L_C$ (d) $L_B > L_C > L_A$

84. একটি পাতলা বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে- [Ctg.B'22]
(a) $\frac{1}{4}Mr^2$ (b) $\frac{1}{2}Mr^2$ (c) $\frac{3}{2}Mr^2$ (d) $\frac{2}{3}Mr^2$

85. রাস্তার বাঁকে গাড়ির নিরাপদ সর্বোচ্চ বেগ নির্ভর করে–
(i) বাঁকের ব্যাসার্ধের উপর [Ctg.B'22, 21; RB'21]
(ii) গাড়ির ভরের উপর (iii) ব্যাংকিং কোণের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :
একটি চাকার জড়তার ভ্রামক 2 kgm^2 । চাকাটি মিনিটে 30 বার ঘুরছে।

86. চাকাটির কৌণিক বেগ কত? [Ctg.B'22]
(a) 2 rpm (b) 15 rpm (c) 30 rpm (d) 60 rpm

87. চাকাটির কৌণিক ভরবেগ কত? [Ctg.B'22]
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) 2π (d) 4π

88. কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি? [Ctg.B'22; CB'21; BB'21]
(a) kgm^2s^{-2} (b) $kgms^{-2}$
(c) $kgms^{-1}$ (d) kgm^2s^{-1}

89. টর্কের অপর নাম কী? [SB'22; BB'19]
(a) ঘর্ষণ বল (b) জড়তার ভ্রামক
(c) ঘূর্ণন বল (d) কেন্দ্রমুখী বল

90. 4 N বল একটি বস্তুর উপর 1 sec ব্যাপী ক্রিয়া করলে ভরবেগের পরিবর্তন কত ? [SB'22]
(a) 2 $kgms^{-1}$ (b) 4 $kgms^{-1}$ (c) 8 $kgms^{-1}$ (d) 16 $kgms^{-1}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

76. c	77. b	78. d	79. c	80. c	81. d	82. a	83. c	84. a	85. b	86. c	87. c	88. d	89. c	90. b

77. $F_{net.} = 0$ হলে, $ma = F_{net.} = 0 \Rightarrow a = 0$
অর্থাৎ সমবেগ হবে; কোনো ত্বরণ থাকবে না।
আর সমবেগ হলে গতিশক্তির পরিবর্তন হবে না।

82. $v = r\omega = r\left(\frac{2\pi N}{t}\right)$
$= 0.05 \times \left(\frac{2\pi \times 20}{5}\right) ms^{-1} = 1.256\ ms^{-1}$

83. $L_A : L_B : L_C = m_Ar_A^2\omega : m_Br_B^2\omega : m_Cr_C^2\omega$
$= m_Ar_A^2 : m_Br_B^2 : m_Cr_C^2 = 2 \times 5^2 : 6 \times 4^2 : 4 \times 3^2$
$= 50 : 96 : 36 = 25 : 48 : 18 \therefore L_B > L_A > L_C$

85. $v_{max} = \sqrt{rg\tan\theta}$

86. rpm = একটি বস্তু মিনিটে যতবার ঘুরে।

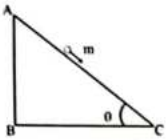
87. $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 30}{60} = \pi\ rads^{-1}$
$\therefore L = I\omega = 2 \times \pi$
$= 2\pi\ kg\ m^2s^{-1}$

90. ভরবেগের পরিবর্তন $= m(v - u)$
$= Ft = (4 \times 1)kgms^{-1}$
$= 4\ kgms^{-1}$

91. কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ কোনটি? [BB'22; RB'21; Ctg.B'21; Din.B'21]
(a) $[M^2L^2T^{-1}]$ (b) $[M^{-2}LT^{-1}]$
(c) $[ML^{-2}T]$ (d) $[ML^2T^{-1}]$

92. টর্ক (τ), জড়তার ভ্রামক (I) এবং কৌণিক ত্বরণের (α) মধ্যে সম্পর্ক কী? [BB'22]
(a) $\tau = \frac{I}{\alpha}$ (b) $\tau = \sqrt{I\alpha}$ (c) $\tau = I^2\alpha$ (d) $\tau = I\alpha$

93. AC ঘর্ষণহীন তলে m ভরের বস্তুটি নিচে নামার সময় এর উপর তলের প্রতিক্রিয়া বল কত? [BB'22]



(a) 0 (b) mg (c) $mg\cos\theta$ (d) $mg\sin\theta$

94. তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের বেলায় কোন বল ক্রিয়াশীল? [JB'22,21, MB'21]
(a) মহাকর্ষ বল (b) তড়িৎ চৌম্বক বল
(c) শক্তিশালী নিউক্লীয় বল (d) দুর্বল নিউক্লীয় বল

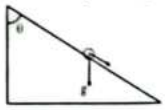
95. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের উদাহরণের ক্ষেত্রে – [JB'22]
(i) ঘোড়ার গাড়ি টানা (ii) বন্দুকের গুলি ছোঁড়া
(iii) মহাশূন্যে গতিশীল মহাকাশযান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

96. 0.1 kg ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 0.5 m লম্বা একটি সুতার একপ্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরালে সুতার টান কত হবে? [JB'22]
(a) 0.471 N (b) 0.21 N (c) 4.44 N (d) 41.79 N

97. কোনো অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুতে প্রযুক্ত বলের মান এবং অক্ষের লম্ব দূরত্বের গুণফলকে কী বলে? [JB'22]
(a) জড়তার ভ্রামক (b) টর্ক
(c) চক্রগতির ব্যাসার্ধ (d) রৈখিক ভরবেগ

98. মৌলিক বলকে কয় ভাগে ভাগ করা যায়? [JB'22]
(a) ২ (b) ৩ (c) ৪ (d) ৯

99. চিত্রে মসৃণ আনত তল বেয়ে গড়িয়ে পড়া বস্তুর ত্বরণ- [CB'22]



(a) g (b) $g\cos\theta$ (c) $g\sin\theta$ (d) $g\tan\theta$

100. একটি দেয়াল ঘড়ির ঘণ্টা, মিনিট ও সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক বেগের অনুপাত কত? [Din.B'22]
(a) 1: 12 : 720 (b) 2 : 12 : 720
(c) 12 : 1 : 720 (d) 720 : 12 : 1

101. বিটা ক্ষয়ের জন্য কোনো বল দায়ী? [Din.B'22]
(a) মহাকর্ষ বল (b) দুর্বল নিউক্লিয় বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) তাড়িত চৌম্বক বল

102. একটি বন্দুকের গুলির ভর ও বেগ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তি কত গুণ হবে? [Din.B'22]
(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 8 গুণ (d) 16 গুণ

103. গোলাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি? [Din.B'22; Ctg.B'21]
(a) $\frac{1}{2}r$ (b) $\sqrt{\frac{2}{3}}r$ (c) $\sqrt{\frac{3}{2}}r$ (d) $\sqrt{\frac{2}{5}}r$

104. পৃথিবীর নিজ অক্ষের ঘূর্ণনের জন্য জাতীয় স্মৃতিসৌধের কৌণিক বেগ কত? [Din.B'22]
(a) 7.27×10^5 rads^{-1} (b) 0.2681 rads^{-1}
(c) 1.818×10^{-4} rads^{-1} (d) 7.27×10^{-5} rads^{-1}

105. বস্তুর আণবিক গঠন ও রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য দায়ী কোনো বল? [MB'22]
(a) মহাকর্ষ বল (b) তাড়িতচৌম্বক বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) দুর্বল নিউক্লিয় বল

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.1 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 1 N বল 1 s ক্রিয়া করে –

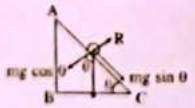
106. বস্তুটির ত্বরণ কত? [MB'22]
(a) 0.1 ms^{-2} (b) 5 ms^{-2} (c) 10 ms^{-2} (d) 100 ms^{-2}

107. প্রযুক্ত বল অপসারিত হলে গতিশীল বস্তুটির পরিণতি কী হবে? [MB'22]
(a) থেমে যাবে (b) সমবেগে চলবে
(c) সমত্বরণে চলবে (d) সমমন্দনে চলবে

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

91. d	92. d	93. c	94. d	95. d	96. c	97. b	98. c	99. b	100. a
101. b	102. c	103. c	104. d	105. d	106. c	107. b			

93. তলের প্রতিক্রিয়া বল = $mg\cos\theta$



96. $T = m\omega^2 r = 0.1 \times \left(\frac{2\pi\times90}{60}\right)^2 \times 0.5 = 4.44$

99.



∴ গড়িয়ে পড়া বস্তুর ত্বরণ, $= g\sin(90° - \theta) = g\cos\theta$

100. $\omega_{hour} : \omega_{min} : \omega_{sec}$
$= \frac{1}{T_{hour}} : \frac{1}{T_{min}} : \frac{1}{T_{sec}} = \frac{1}{12\times60\times60} : \frac{1}{60\times60} : \frac{1}{60} = 1 : 12 : 720$

102. $E_{k_f} = \frac{1}{2} \times (2m) \times (2v)^2$
$= \frac{1}{2} \times 2m \times 4v^2 = 8 \times \frac{1}{2}mv^2 = 8 \times E_{k_i}$

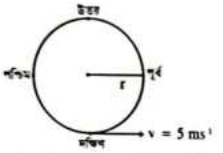
103. $I = I_G + Mh^2 = \frac{1}{2}Mr^2 + Mr^2 = \frac{3}{2}Mr^2$
$\therefore \frac{3}{2}Mr^2; K = \sqrt{\frac{3}{2}}r$

104. $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24\times60\times60} = 7.27 \times 10^{-5}$ rads^{-1}

108. কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক টর্কের লব্ধি শূন্য হলে– [MB'22]
(i) স্থির বস্তু স্থির থাকে (ii) ঘূর্ণায়মান বস্তু থেমে যাবে
(iii) ঘূর্ণায়মান বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, iii

109. 1 rps =? [MB'22]
(a) $\frac{\pi}{2}$ rad s^{-1} (b) π rad s^{-1}
(c) 2π rad s^{-1} (d) 4π rad s^{-1}

110. 5 kg ভরের একটি বস্তু 5 ms^{-1} সমদ্রুতিতে 5 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে চিত্রানুযায়ী ঘুরছে। কেন্দ্রমুখী বলের দিক কোনো দিকে হবে– [MB'22]



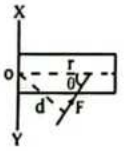
(a) উত্তর (b) দক্ষিণ (c) পূর্ব (d) পশ্চিম

111. 7 kg ভরের একটি বস্তু একটি স্থির বস্তুর সাথে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হলো। সংঘর্ষের পর বস্তু একই দিকে আদি বেগের এক-চতুর্থাংশ বেগ নিয়ে চলতে থাকে। স্থির বস্তুর ভর কত? [MB'22]
(a) 2.2 kg (b) 4.2 kg (c) 8.2 kg (d) 14.2 kg

112. ঘূর্ণনরত বস্তুর ক্ষেত্রে, প্রযুক্ত বল ও অবস্থান ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে– [DB'21]
(i) $\theta = 180°$ হলে, ঘূর্ণন বল সর্বোচ্চ হবে
(ii) $\theta = 0°$ হলে, ঘূর্ণন বল সর্বনিম্ন হবে
(iii) $\theta = 90°$ হলে, ঘূর্ণন বল সর্বোচ্চ হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

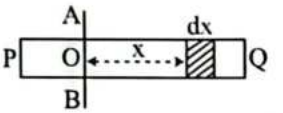
113. জড়তার ভ্রামকের একক কোনটি? [DB'21]
(a) kgm (b) kgm^{-1} (c) kgm^2 (d) kgm^{-2}

114. চিত্রে বলের ভ্রামক τ হলে কোনটি সঠিক? [DB'21]



(a) $\tau = r \times F$ (b) $\tau = d \times F$
(c) $\tau = \vec{r} \cdot \vec{F} \sin\theta$ (d) $\tau = \vec{d} F \sin\theta$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে সরু ও সুষম দণ্ডের ভর M এবং দৈর্ঘ্য L।

115. দণ্ডটির dx অংশের ভর কোনটি? [DB'21; JB'17]
(a) $ML^{-1}dx$ (b) $LM^{-1}dx$
(c) MLx (d) $Mx^{-1}dx$

116. AB ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামকের সমাকলিতরূপ কোনটি? [DB'21; JB'17]
(a) $\frac{M}{L}\int_0^L x^2\,dx$ (b) $\frac{M}{L}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 dx$
(c) $\frac{L}{M}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^3\,dx$ (d) $\frac{M}{L}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{x^2}{2} dx$

117. একজন সাইকেল আরোহী 500 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 5 ms^{-1} বেগে ঘুরতে গেলে উল্লম্ব তলের সাথে কত কোণে আনত থাকবে? [RB'21]
(a) 0.27° (b) 0.28°C (c) 0.29° (d) 0.30

118. M ভরের ও l দৈর্ঘ্যের সরু সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে দৈর্ঘ্যের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? [RB'21]
(a) $\frac{Ml^2}{12}$ (b) $\frac{Ml^2}{3}$ (c) $\frac{Ml^2}{2}$ (d) Ml^2

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 50 m। রাস্তার প্রস্থ 5 m এবং বাহিরের প্রান্ত ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা 0.25 m উঁচু।

119. রাস্তাটির প্রকৃত ব্যাংকিং কোণ কত? [RB'21]
(a) 1.86° (b) 2.86° (c) 3.86° (d) 5.86°

120. রাস্তার ব্যাংকিং নির্ভর করে– [RB'21; Ctg.B'21]
(i) গাড়ির ভরের উপর (ii) বাঁকের বক্রতার ব্যাসার্ধের উপর
(iii) গাড়ির বেগের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

108. d	109. c	110. a	111. b	112. c	113. c	114. b	115. a	116. b	117. c
118. b	119. b	120. c							

106. $a = \frac{F}{m} = \frac{1}{0.1} ms^{-2} = 10\ ms^{-2}$

109. $1\ rads^{-1} = \frac{60}{2\pi} rpm = \frac{1}{2\pi} rpm \therefore 1\ rps = 2\pi rads^{-1}$

111. $v_1 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)u_2$
$\Rightarrow \frac{1}{4}u_1 = \left(\frac{7-m_2}{7+m_2}\right)u_1 \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{7-m_2}{7+m_2}$
$\Rightarrow 28 - 4m_2 = 7 + m_2 \Rightarrow 21 = 5m_2$
$\therefore m_2 = \frac{21}{5} = 4.2$ kg

114. $\tau = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow |\vec{\tau}| = (r\sin\theta) \times F = d \times F$

115. $\frac{M}{L}dx = ML^{-1}\,dx$-

116. $I = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} dm\ x^2 \Rightarrow I = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \left(\frac{M}{L}dx\right)\cdot x^2 = \frac{M}{L}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2\,dx$

117. $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{5^2}{500\times 9.8}\right) = 0.29°$

119. $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{h}{d}\right) = \sin^{-1}\frac{0.25}{5} = 2.86°$

121. বৃত্তাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক নিচের কোনটি? [Ctg.B'21]
(a) $I = \frac{3}{2} Mr^2$ (b) $I = Mr^2$
(c) $I = \frac{Mr^2}{2}$ (d) $I = \frac{Mr^2}{4}$

122. কোনো একটি বস্তুকে অমসৃণ তলে স্থির অবস্থায় রাখা হলে এর উপর মোট কয়টি বল ক্রিয়া করে? [SB'21]
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

123. টর্কের একক কোনটি? [SB'21]
(a) $N^{-1} m$ (b) Nm^{-2} (c) Nm (d) Nm^{-1}

124. ভরবেগের মাত্রা কোনটি? [SB'21]
(a) MLT^{-1} (b) MLT^{-2} (c) ML^2T^{-1} (d) ML^2T^{-2}

125. একটি বৈদ্যুতিক পাখার ভর 10 kg এবং কোনো অক্ষ সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 2 m। পাখাটিতে 3 rad s^{-2} কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে? [SB'21]
(a) 40 Nm (b) 20 Nm (c) 30 Nm (d) 120 Nm

126. গোলাকার চাকতি বা পাতের পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [SB'21]
(a) $2 Mr^2$ (b) Mr^2 (c) $\frac{Mr^2}{2}$ (d) $\frac{Mr^2}{4}$

127. স্থিতি জড়তার উদাহরণ কোনটি? [SB'21]
(a) ঘোড়ার গাড়ি টানা
(b) ধূলিময় পোশাকে আঘাত করা
(c) বড় নৌকার গুণ টানা
(d) বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়া

128. রাস্তার বাঁকে ঢাল দিলে – [SB'21]
(i) যানবাহন চলাচল অধিকতর নিরাপদ হয়
(ii) কেন্দ্রমুখী বল পাওয়া যায়
(iii) সাইকেল আরোহী বক্রপথের কেন্দ্রের দিকে হেলে থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

129. ব্যাংকিং কোণ পরিমাপ করা হয় কোনটির সাপেক্ষে? [BB'21]
(a) অনুভূমিক দিকের সাপেক্ষে (b) উল্লম্ব দিকের সাপেক্ষে
(c) বৃত্তের কেন্দ্র হতে বাইরের দিকের সাপেক্ষে
(d) বৃত্তের কেন্দ্রের দিকের সাপেক্ষে

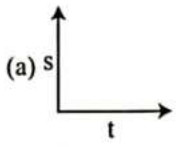
130. সাঁতার কাটার ভিত্তি হলো নিউটনের– [BB'21]
(a) ১ম সূত্র (b) ২য় সূত্র (c) ৩য় সূত্র (d) ৪র্থ সূত্র

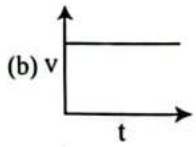
131. বলের ঘাতের একক ও নিম্নের কোনো রাশির একক একই? [JB'21; BB'17]
(a) বল (b) কাজ (c) ভরবেগ (d) টর্ক

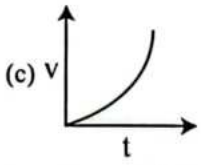
132. একটি বুলেট ঘর্ষণহীন সমতলে অবস্থিত ব্লকে আঘাত করে এর ভেতর রয়ে গেল। এক্ষেত্রে সংরক্ষিত হবে– [JB'21]
(i) ভরবেগ (ii) গতিশক্তি (iii) আপেক্ষিক বেগ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

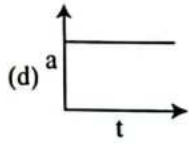
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
10N বল 2kg ভরের স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এবং 4s পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে গেল। (এখানে ঘর্ষণ বল উপেক্ষা করা হয়েছে।)

133. বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে গেলে বস্তুটি– [JB'21]
(a) সুষম ত্বরণে চলে (b) সুষম বেগে চলে
(c) বেগ হ্রাসপ্রাপ্ত হয় (d) বেগ শূন্য হয়

134. উদ্দীপকের প্রথম 4 s এর জন্য নিচের কোনো লেখটি সঠিক? [JB'21]
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

135. 2 kg ভরের একটি বস্তুর গতিশক্তি 1 J হলে এর ভরবেগ কত? [JB'21]
(a) 2 $kgms^{-1}$ (b) 2.53 $kgms^{-1}$
(c) 3 $kgms^{-1}$ (d) 4 $kgms^{-1}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

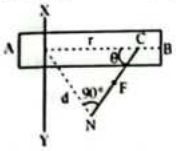
121. a	122. b	123. c	124. a	125. d	126. c	127. b	128. d	129. b	130. c
131. c	132. a	133. b	134. d	135. a					

121. $I = I_G + Md^2 = \frac{1}{2}Mr^2 + M(r)^2 = \frac{3}{2}Mr^2$

125. $I = mk^2 = 10 \times 2^2 = 1$
$= 40 \text{ kgm}^2$
$\tau = I\alpha = 40 \times 3 = 120 \text{ Nm}$

135. $E_k = \frac{p^2}{2m}$
$\therefore p = \sqrt{2mE_k} = \sqrt{2 \times 2 \times 1}$
$= 2 \text{ kgms}^{-1}$

136. বলের ভ্রামকের সমীকরণ– [CB'21]
(i) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ (ii) $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ (iii) $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

137. 

চিত্রে AB বস্তুটি O কে কেন্দ্র করে XY অক্ষের চতুর্দিকে ঘুরতে পারে। তাহলে– [CB'21]
(i) $\tau = d \times F$ (ii) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ (iii) $\vec{\tau} = \hat{n} r F \sin\theta$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

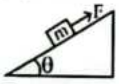
138. একটি গাড়ির নিরাপদে বাঁক নেওয়ার শর্ত হলো– [CB'21]
(a) $v \le (\mu rg)^{\frac{1}{2}}$ (b) $v \le \mu rg$
(c) $v > \mu rg$ (d) $v > (\mu rg)^{\frac{1}{2}}$

139. কেন্দ্রমুখী বলের সঠিক রাশিমালা কোনটি? [Din.B'21]
(a) mv^2r (b) $m\omega^2r$ (c) $m\omega^2r^2$ (d) $\frac{mv}{r^2}$

140. একটি চাকার ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 2.5 kg এবং 2m। চাকাটিতে $10\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে প্রয়োজনীয় টর্ক– [Din.B'21]
(a) 10 Nm (b) 25 Nm (c) 50 Nm (d) 100 Nm
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
A ও B দুটি স্থানে যথাক্রমে 25 m ও 36 m ব্যাসার্ধের বাঁকের রাস্তার প্রত্যেকটির ব্যাংকিং কোণ 2.5°। (উভয় রাস্তার প্রস্থ 5 m)

141. A স্থানের বাঁকের রাস্তার ভেতরের পার্শ্ব অপেক্ষা বাইরের পার্শ্ব কত উঁচু হবে? [Din.B'21]
(a) 0.109m (b) 0.218m (c) 2.498m (d) 4.995m

142. বাঁকের রাস্তা দুটিতে কোনো গাড়ির সর্বোচ্চ গতিবেগের অনুপাত– [Din.B'21]
(a) 5:6 (b) 16:15 (c) 25:48 (d) 36:65

143. 

চিত্রে, F বলের প্রভাবে ব্লকটিতে আনত ঘর্ষণমুক্ত তলে ওপরের দিকে নেয়া হচ্ছে। নিচের কোনো বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়েছে? [Din.B'21]
(a) mg (b) $mg\sin\theta$
(c) $mg\cos\theta$ (d) $mg\tan\theta$

144. কোনো বস্তুর উপর নিট বল শূন্য হলে স্থির থাকবে- [MB'21]
(i) বেগ (ii) ত্বরণ (iii) গতিশক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

145. একটি চাকার জড়তার ভ্রামক $5\ kgm^2$। চাকাটিকে 10^5 J গতিশক্তিতে ঘুরতে কত কৌণিক বেগের প্রয়োজন হবে? [MB'21]
(a) $20\ rads^{-1}$ (b) $89.44\ rads^{-1}$
(c) $141.42\ rads^{-1}$ (d) $200\ rads^{-1}$

146. একটি বালতিতে কিছু পরিমাণ পানি নিয়ে r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে উল্লম্ব তলে ঘুরানো হচ্ছে। ঘূর্ণনের কৌণিক গতি কত হলে বালতির পানি বাইরে বের হবে না? [MB'21]
(a) $\sqrt{r/g}$ (b) $\sqrt{g/r}$ (c) $\sqrt{rg}$ (d) rg

147. তিনটি সমমানের বল একটি বিন্দুতে ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি করলে তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণের অনুপাত কত? [MB'21]
(a) 60°: 60°: 240° (b) 90°: 90°: 180°
(c) 120°: 120°: 120° (d) 150°: 150°: 60°

148. কোনটি জড়তার ভ্রামক সংক্রান্ত সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য?
(a) $I_z = I_x + I_y$ (b) $I = I_G + MK^2$ [DB'19]
(c) $I = I_G + MK$ (d) $I = I_G + Mh^2$

149. 2400 J গতিশক্তিবিশিষ্ট একটি চাকা প্রতি মিনিটে 602 বার ঘুরে। চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত? [DB'19]
(a) $0.605\ kg\ m^2$ (b) $0.828\ kg\ m^2$
(c) $1.21\ kg\ m^2$ (d) $76.14\ kg\ m^2$

150. টর্কের একক- [DB'19]
(i) Nm (ii) kgm^2s^{-2} (iii) Js^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) ii, iii

151. দুটি সমান ভরের বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটলে- [RB'19]
(i) সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের মোট ভরবেগ একই থাকবে
(ii) সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের মোট গতিশক্তি একই থাকবে
(iii) সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয় বেগ বিনিময় করবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

136. d	137. d	138. a	139. b	140. d	141. b	142. a	143. b	144. b	145. d
146. b	147. c	148. d	149. c	150. b	151. d				

140. $\tau = I\alpha = mr^2\alpha = 2.5 \times 2^2 \times 10\ Nm = 100\ Nm$

141. $\sin 2.5° = \frac{h}{d} \Rightarrow h = 5\sin 2.5° = 0.218m$

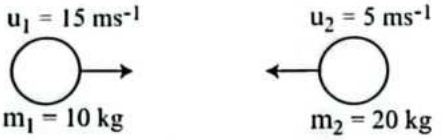
142. $\frac{v_{1max}}{v_{2max}} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \sqrt{\frac{25}{36}} = \frac{5}{6} = 5:6$

145. $E = \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow 10^5 = \frac{1}{2} \times 5 \times \omega^2 \Rightarrow \omega = 200\ rads^{-1}$

149. $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$ [এখানে, $\omega = \frac{2\pi N}{t}$]
$\Rightarrow 2400 = \frac{1}{2} \times I \times \left(\frac{2\pi \times 602}{60}\right)^2 \Rightarrow I = 1.21\ kg\ m^2$

151. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে ভরবেগ ও গতিশক্তি উভয়ই সংরক্ষিত থাকে।
$\therefore u_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}u_2 [m_1 = m_2]$
$u_1 = \frac{2m_1}{2m_1}u_2 \therefore u_1 = u_2$

নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



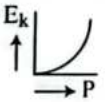
152. সংঘর্ষের ফলে বস্তুদ্বয় মিলিত হলে মিলিত বেগ কত হবে? [RB'19]
(a) $\frac{5}{3} ms^{-1}$ (b) $\frac{7}{3} ms^{-1}$ (c) $\frac{8}{3} ms^{-1}$ (d) $\frac{10}{3} ms^{-1}$

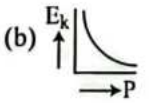
153. সমকৌণিক বেগে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর গতিশক্তি ও জড়তার ভ্রামকের অনুপাত- [Ctg.B'19]
(a) কৌণিক বেগের সমানুপাতিক
(b) কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক
(c) রৈখিক বেগের সমানুপাতিক
(d) রৈখিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক

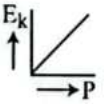
154. বলের ঘাতের সাথে কোন রাশিটির সাংখ্যিক মান সমান? [Ctg.B'19]
(a) কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন
(b) রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন
(c) জড়তার ভ্রামক (d) টর্ক

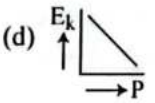
155. রৈখিক ভরবেগ (p) ও গতিশক্তির (k) মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [এখানে m = ভর] [Ctg.B'19]
(a) $p = \frac{km}{2}$ (b) $p = 2km$
(c) $p = \sqrt{2km}$ (d) $p = \sqrt{\frac{km}{2}}$

156. কোনো স্প্রিংকে 5 N বল দ্বারা টেনে 10 cm প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে? [Ctg.B'19]
(a) $0.5\ Nm^{-1}$ (b) $2\ Nm^{-1}$
(c) $50\ Nm^{-1}$ (d) $250\ Nm^{-1}$

157. বস্তুর ভর ধ্রুবক হলে, রৈখিক ভরবেগ (p) বনাম গতিশক্তি (E_k) লেখচিত্রটি হবে- [Ctg.B'19]
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

158. রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ভর করে- [SB'19]
(i) গাড়ির বেগের ওপর (ii) বাঁকের ব্যাসার্ধের ওপর
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

159. নিচের বলগুলোর মধ্যে কোনটি সবচেয়ে শক্তিশালী বল? [SB'19]
(a) দুর্বল নিউক্লিয় বল (b) সবল নিউক্লীয় বল
(c) মহাকর্ষ বল (d) তড়িৎ চুম্বকীয় বল

160. খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের বল প্রযুক্ত হলে তাকে বলে- [BB'19]
(a) সংশক্তি বল (b) ঘূর্ণন বল
(c) তড়িৎ বল (d) ঘাত বল

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
6 kg ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে 10 m উচ্চতায় উঠিয়ে অতঃপর একে অনুভূমিক বরাবর 5 m সরানো হলো। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

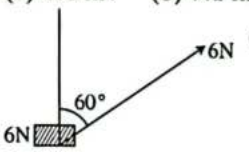
161. অভিকর্ষ বলের দিকে সরণ কত? [BB'19]
(a) −10 m (b) −5 m (c) 10 m (d) 5 m

162. 1 kg ও 4 kg ভরের দুটি বস্তু একই গতিশক্তি নিয়ে চলছে। এদের রৈখিক ভরবেগের অনুপাত হবে- [JB'19]
(a) 4 : 1 (b) $\sqrt{2}$: 1 (c) 1 : 2 (d) 1 : 16

163. বলের ঘাতের একক- [CB'19; Din.B'19; RB'17]
(a) N (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) $kg\ ms^{-1}$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
1500 kg ভরের একটি গাড়ি 400 N ঘর্ষণ বলযুক্ত সোজা রাস্তায় $5\ ms^{-2}$ সমত্বরণে চলে।

164. গাড়ির ইঞ্জিন কর্তৃক প্রযুক্ত বল- [Din.B'19]
(a) 0.4 kN (b) 7.1 kN (c) 7.5 kN (d) 7.9 kN

165. 

6 N ওজনের একটি বস্তুকে 6 N বল দ্বারা চিত্রানুযায়ী টানা হচ্ছে। বস্তুটির আপাত ওজন- [DB, SB, JB, Din.B'18]
(a) 0.8 N (b) 3 N (c) 9 N (d) 11.2 N

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

152. a	153. b	154. b	155. c	156. c	157. a	158. d	159. b	160. d	161. a
162. c	163. d	164. d	165. b						

152. মিলিত হলে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।
$\therefore v = \frac{m_1u_1 + m_2(-u_2)}{m_1 + m_2} = \frac{5}{3} ms^{-1}$

153. $E_k = \frac{1}{2} I\omega^2 \Rightarrow \frac{E_k}{I} \propto \omega^2$

154. $Ft = mv - mu$ = রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন

156. $k = \frac{F}{x} = \frac{5}{0.1} = 50\ Nm^{-1}$

157. $E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow E_k \propto p^2$

161. অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়াশীল। আর বস্তুকে উপর দিকে 10 m উঠানো হয়েছে। তাই অভিকর্ষ বলের দিকে সরণ −10 m

162. $\frac{p_1^2}{2m_1} = \frac{p_2^2}{2m_2} \Rightarrow p_1^2 = \frac{p_2^2}{4} \Rightarrow 2p_1 = p_2$
$\therefore p_1 : p_2 = 1 : 2$

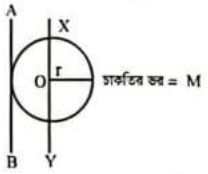
164. $F - f = ma \therefore F = (1500 \times 5) + 400 = 7.9\ kN$

165. $W = 6 - 6\cos 60° = 3\ N$

166. নির্দিষ্ট ভরের কোনো চাকতির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কতগুণ হবে?
(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক [DB'17]
(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

167. 0.25 kg ভরের একটি ক্রিকেট বল 40 ms^{-1} বেগে আসছিল। একজন খেলোয়াড় বলটিকে 0.2 সেকেন্ডে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত? [RB'17]
(a) 20 N (b) 10 N (c) −20 N (d) −50 N

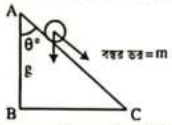
উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



168. নিরেট চাকতির XY অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ– [Ctg.B'17]
(a) $\frac{r}{2}$ (b) $\frac{r}{\sqrt{2}}$ (c) r (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot r$

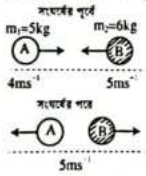
169. AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক কত হবে? [Ctg.B'17]
(a) $\frac{1}{4}Mr^2$ (b) $\frac{1}{2}Mr^2$ (c) Mr^2 (d) $\frac{3}{2}Mr^2$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



170. AC তলে নামার সময় বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল কত? [Ctg.B'17]
(a) mg (b) mg cosθ (c) mgsinθ (d) শূন্য

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



A ও B বস্তুদ্বয় পরস্পরের বিপরীত দিকে একই রেখা বরাবর চলে সংঘর্ষ ঘটায়। সংঘর্ষের পর তারা নিজ নিজ গতিপথের বিপরীত দিকে চলছে।

171. সংঘর্ষের পর B বস্তুর বেগ কত? [SB'17]
(a) 2.50 ms^{-1} (b) 4.17 ms^{-1}
(c) 5.83 ms^{-1} (d) 12.50 ms^{-1}

172. উপরোক্ত সংঘর্ষের ক্ষেত্রে – [SB'17]
(i) ভরবেগ সংরক্ষিত হবে (ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত হবে
(iii) সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

173. কোনটি বলের ঘাতের মাত্রা সমীকরণ? [JB'17]
(a) $ML^{-1}T^{-2}$ (b) MLT^{-1} (c) MLT^{-2} (d) $ML^{-1}LT^{-2}$

174. 2 g ভরের একটি বস্তুকে 10 cm একটি সুতার সাহায্যে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটির জড়তার ভ্রামক কত ? [CB'17]
(a) 0.00002kgm^2 (b) 0.02kgm^2
(c) 0.2kgm^2 (d) 100 kgm^2

175. ভরবেগের ভ্রামকের মাত্রা কোনটি ? [CB'17]
(a) ML^2T^{-2} (b) MLT^{-2} (c) ML^2T^{-1} (d) $M^0L^2T^{-2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও :
"একটি হাতুড়ির ভর 1kg । এটি 10 ms^{-1} বেগে চলে একটি পেরেকের মাথায় আঘাত করল । এতে পেরেকটির সরণ হল 2cm"।

176. কতক্ষণ হাতুড়িটি পেরেকটির সংস্পর্শে ছিল ? [CB'17]
(a) 4×10^{-3} sec (b) 2×10^{-3} sec
(c) 1×10^{-3} sec (d) 0.25×10^{-3} sec

177. কৌণিক ভরবেগ হলো– [Din.B'17]
(a) ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণনের সমান
(b) জড়তার ভ্রামক ও রৈখিক বেগের গুণনের সমান
(c) রৈখিক ভরবেগ ও কৌণিক ভরবেগের ভেক্টর গুণনের সমান
(d) রৈখিক বেগ ও ব্যাসার্ধ ভেক্টরের গুণনের সমান

178. কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার– [Din.B'17]
(a) বলের সমান (b) কৌণিক ত্বরণের সমান
(c) টর্কের সমান (d) জড়তার ভ্রামকের সমান

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

166. a	167. d	168. b	169. d	170. b	171. a	172. b	173. b	174. a	175. c	176. a	177. a	178. c

166.  $I=\frac{1}{2}mR^2 \Rightarrow I\propto R^2$

$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1}=\frac{R_2^2}{R_1^2}=\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2=\left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow I_2=\frac{I_1}{4}$

167. $Ft=-mv \Rightarrow F=\frac{-mv}{t}=\frac{-0.25\times40}{0.2}=-50$ N

168. $I=\frac{1}{2}Mr^2=MK^2 \Rightarrow K=\frac{r}{\sqrt{2}}$

169. $I'=I_{com}+Mr^2=\frac{1}{2}Mr^2+Mr^2=\frac{3}{2}Mr^2$

171. $m_1u_1+m_2u_2=m_1v_1+m_2v_2$
$5\times4-6\times5=-5\times5+6\times v_2 \Rightarrow v_2=2.5\ ms^{-1}$

172. সংঘর্ষের পূর্বে আপেক্ষিক বেগ = 9 ms^{-1}
সংঘর্ষের পরে আপেক্ষিক বেগ = (5 + 2.5) = 7.5 ms^{-1}
∴ সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক।

174. $I=mr^2=2\times10^{-5}\ kgm^2$

175. ভরবেগের ভ্রামক = ভরবেগ × দূরত্ব

176. $s=\left(\frac{u+v}{2}\right)t \Rightarrow t=\frac{2S}{u+v}=\frac{2\times2\times10^{-2}}{10+0}=4\times10^{-3}s$

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

179. 10 kg ভরের চাকার চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m হলে জড়তার ভ্রামক কত? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) 1.25 kgm^2 (b) 2.5 kgm^2
(c) 0.625 kgm^2 (d) 2 kgm^2

180. বলের ঘাতের সাথে কোন রাশিটির সাংখ্যিক মান সমান? [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ, মতিঝিল]
(a) টর্ক
(b) জড়তার ভ্রামক
(c) কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন
(d) রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন

181. টর্কের মাত্রা কোনটি? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]
(a) ML^2T^{-2} (b) MLT^{-2} (c) $ML^{-1}T^3$ (d) ML^3T^{-1}

182. টর্কের ক্ষেত্রে- [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]
(i) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ (ii) $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ (iii) $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dr}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

183. কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [ঢাকা কলেজ]
(i) $\vec{L} = \vec{P} \times \vec{r}$ (ii) $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$
(iii) $L = Pr$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

184. একটি দৃঢ় বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) $k = \frac{I}{m}$ (b) $k = \frac{m}{I}$
(c) $k = \sqrt{\frac{I}{m}}$ (d) $k = \sqrt{\frac{m}{I}}$

185. একজন সাইকেল চালকের বক্রপথে ব্যাংকিং কোণ কত হবে? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(i) $\theta = \tan^{-1}\frac{v}{rg}$ (ii) $\theta = \tan^{-1}\frac{g}{r}$
(iii) $\theta = \tan^{-1}\frac{v^2}{rg}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i,ii, iii (d) iii

186. যদি বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ধ্রুব হয়, তাহলে ভর ও ত্বরণের প্রকৃতি কেমন হবে? [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(i) ভর যত বেশি; ত্বরণ তত কম
(ii) ভর যত কম, ত্বরণ তত বেশি
(iii) ভর ও ত্বরণ সমান হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

187. কোণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(i) $L = I\omega$ (ii) $\vec{L} = \vec{P} \times \vec{r}$
(iii) একক kgm^2s^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

188. যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে কোনো বৃত্তাকার রিং এর চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(a) $k = \frac{r}{\sqrt{2}}$ (b) $k = \sqrt{\frac{r}{2}}$ (c) $k = \frac{r}{2}$ (d) $k = \frac{r}{\sqrt{3}}$
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন ক্রিকেটার ক্যাচ ধরার সময় তার হাত খানিকটা পিছনে নেয়।

189. নিউটনের নিচের কোন সূত্রটি উপরের ঘটনাকে ব্যাখ্যা করে? [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(a) ১ম সূত্র (b) ২য় সূত্র (c) ৩য় সূত্র (d) ৪র্থ সূত্র

190. উদ্দীপকে হাতকে স্থির অবস্থায় রাখলে কী হতো? [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(i) বলের ভরবেগ আরো বেশি হতো
(ii) বলকে থামাতে পারতো না
(iii) আরো উচ্চমানের বল ক্রিয়া করতো
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

191. একটি নিরেট গোলকের জড়তার ভ্রামক 10 kgm^2। একই ভর ও ব্যাসার্ধের আরেকটি ফাঁপা গোলকের জড়তার ভ্রামক কত হবে? [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]
(a) 16.67 kgm^2 (b) 6 kgm^2
(c) 10 kgm^2 (d) 20 kgm^2

192. রকেটের বেগ v_1 ও জ্বালানির বেগ v_2 হলে রকেটের সাপেক্ষে জ্বালানির বেগ কত? [ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]
(a) v_1 (b) $v_2 - v_1$ (c) $v_1 + v_2$ (d) $v_1 - v_2$

193. টর্ক (τ) জড়তার ভ্রামক (I) ও কৌণিক ত্বরণ (α) এর সম্পর্ক কী? [ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]
(a) $\tau = \frac{1}{\alpha}$ (b) $\tau = \sqrt{I\alpha}$ (c) $\tau = I^2\alpha$ (d) $\tau = I\alpha$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

179. b	180. d	181. a	182. a	183. b	184. c	185. d	186. a	187. b	188. a
189. b	190. c	191. a	192. c	193. d					

CamScanner

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০৪

পূর্ণমান: ৪৫ MCQ সময়: ৪৫ মিনিট

01. ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কী বলে?
(a) টর্ক (b) কৌণিক ভরবেগ
(c) জড়তার ভ্রামক (d) চক্রগতির ব্যাসার্ধ

02. তড়িৎ চুম্বকীয় বল কোন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের ফলে কার্যকর হয়?
(a) ফোটন (b) মেসন (c) প্রোটন (d) গ্রাভিটন

03. 5g ভরের একটি বস্তুকে 2 m লম্বা সুতার প্রান্তে বেঁধে 44 $rads^{-1}$ এ ঘুরালে সুতার টান কত?
(a) 13.69N (b) 19.36N (c) 16.93N (d) 36.91N

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
10^4 kg জ্বালানিসহ একটি রকেটের ভর 1.5×10^4 kg। রকেটের সাপেক্ষে 2000 ms^{-1} দ্রুতিতে জ্বালানি 200kgs^{-1} হারে ব্যয় হয়। রকেটটি খাড়া উপর দিকে নিক্ষিপ্ত হলো।

04. রকেটের ধাক্কা–
(a) 5×10^3 N (b) 4×10^5N
(c) 5×10^{-3}N (d) 4×10^{-5}N

05. রকেটটির ত্বরণ বেশি হবে-
(i) গ্যাসের আপেক্ষিক বেগ বেশি হলে
(ii) গ্যাস নির্গমনের হার বেশি হলে
(iii) রকেটের মোট ভর বেশি হলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii (b) i, iii (c) i, ii (d) iii

06. কোনো বস্তুর ভরবেগ 40$kgms^{-1}$ বলতে বোঝায়–
(i) বস্তুর ভর 1kg হলে এর বেগ 40ms^{-1}
(ii) বস্তুর ভর 40kg হলে এর বেগ 10ms^{-1}
(iii) বস্তুর ভর 6.3kg হলে এর বেগ 6.36ms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii, iii

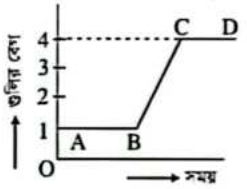
07. কোনো একটি অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত বস্তুর ঘূর্ণন গতির পরিবর্তনকে বাধা দেওয়ার প্রয়াস কোনটি?
(a) মোট ভর (b) আয়তন
(c) জড়তার ভ্রামক (d) কৌণিক ভরবেগ

08. একটি L দৈর্ঘ্যের সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে এবং দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত?
(a) $\frac{L}{12}$ (b) $\frac{L}{\sqrt{12}}$ (c) $\frac{L}{\sqrt{3}}$ (d) $\sqrt{\frac{2}{5}}$ L

09. জড়তার ভ্রামক-
(i) বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে
(ii) বস্তুর কৌণিক বেগের উপর নির্ভর করে
(iii) ঘূর্ণন অক্ষের উপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

10. কোনো ধরনের কণার পারস্পরিক বিনিময়ে দুর্বলতম মৌলিক বলের উৎপত্তি?
(a) গ্র্যাভিটন (b) ফোটন (c) প্রোটন (d) মেসন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



11. CD অংশে গুলির ভরবেগ হবে AB অংশের ভরবেগের –
(a) সমান (b) দ্বিগুণ (c) চারগুণ (d) ষোল গুণ

12. 20ms^{-1} বেগে গতিশীল কোনো একটি বস্তুর গতিশক্তির মান 190J হলে বস্তুটির ভরবেগ কত?
(a) 18$kgms^{-1}$ (b) 19$kgms^{-1}$
(c) 28$kgms^{-1}$ (d) 29$kgms^{-1}$

13. কোনো কণার উপর প্রযুক্ত নিট টর্ক শূন্য হলে কণাটির কৌণিক ভরবেগ–
(a) বাড়ে (b) কমে
(c) সংরক্ষিত থাকে
(d) বাড়তেও পারে কমতেও পারে

14. একটি চাকার ভর 10 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5m। চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত?
(a) 25 kgm^2 (b) 2.5 kgm^2
(c) 0.25 kgm^2 (d) 50 kgm^2

15. কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হচ্ছে –
(a) $\sum \vec{L}$ = ধ্রুবক (b) $\sum \vec{P}$ = ধ্রুবক
(c) $\sum \vec{F}$ = ধ্রুবক (d) $\sum \vec{\tau}$ = ধ্রুবক

16. m ভর ও r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার রিং কেন্দ্রীয় অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে। গতিশক্তি কত?
(a) $mr\omega^2$ (b) $\frac{1}{2}mr\omega^2$ (c) $mr^2\omega$ (d) $\frac{1}{2}mr^2\omega^2$

17. টর্কের ক্ষেত্রে–
(i) ঘূর্ণন প্রবণতা সৃষ্টি করে (ii) একক হলো Nm
(iii) $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{r}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. জড়তার একক কোনটি?
(a) kg (b) m (c) ms^{-1} (d) $kgms^{-1}$

19. 2 kg ভরের বস্তুকে $5\ ms^{-2}$ ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [মোট ঘর্ষণ বল $F_1 = 5N$]
(a) 10N (b) 5N (c) 15N (d) 20N

20. নিচের কোনটি ভুল?
(a) $\vec{J} = \Delta\vec{P}$ (b) $\vec{J} = m\Delta\vec{V}$ (c) $\vec{J} = \vec{F}\Delta t$ (d) $\vec{J} = \Delta\vec{V}t$

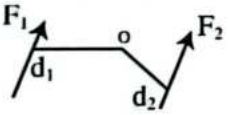
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
রাফি পরীক্ষাগারে 1m দৈর্ঘ্য এবং 2kg ভরের একটি সরু ও সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু ও দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে এবং পরবর্তীতে ঐ একই দণ্ডের প্রান্ত দিয়ে এবং দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করল।

21. রাফি প্রথম ক্ষেত্রে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক কত নির্ণয় করেছিল?
(a) $0.167\ kgm^2$ (b) $0.67\ kgm^2$
(c) $1\ kgm^2$ (d) $2\ kgm^2$

22. ঘূর্ণন অক্ষ প্রান্তে হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধ প্রথম ক্ষেত্রের–
(a) $\frac{1}{4}$ গুণ (b) 2 গুণ (c) 12 গুণ (d) 36 গুণ

23. m ও 2m ভরের দুটি গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি একই হলে তাদের রৈখিক ভর বেগের অনুপাত কত?
(a) 1:4 (b) $1:\sqrt{2}$ (c) 1:1 (d) 4:1

24. চিত্রে একটি বস্তু O বিন্দুগামী অক্ষের চারদিকে ঘুরতে পারে। বস্তুটিতে ঘড়ির কাঁটার দিকে O থেকে d_1 দূরত্বে F_1 বল এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে O থেকে d_2 দূরত্বে F_2 বল প্রয়োগ করা হল। বস্তুটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরবে যখন–



(a) $F_1d_1 > F_2d_2$ হয় (b) $F_1d_1 < F_2d_2$ হয়
(c) $F_1d_1 = F_2d_2$ হয় (d) $F_1d_2 > F_2d_1$ হয়

25. বর্ষাকালে চলন্ত গাড়ির চাকা থেকে কাদা ছিটকে পড়ে কেন?
(a) কেন্দ্রমুখী বলের জন্য (b) কেন্দ্রবিমুখী বলের জন্য
(c) স্পর্শকীয় বলের জন্য (d) লব্ধি বলের জন্য

26. সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর ঘূর্ণন ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হলে কৌণিক ভরবেগ কতগুণ হবে?
(a) 2 (b) 4 (c) 6 (d) 8

27. কৌণিক ত্বরণের মাত্রা –
(a) [T] (b) $[MLT^{-1}]$
(c) $[MLT^{-2}]$ (d) $[T^{-2}]$

28. বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে কী বলে?
(a) ঘাতবল (b) টর্ক
(c) কাজ (d) বলের ঘাত

29. 4 kg ও 6 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে $10\ ms^{-1}$ এবং $5\ ms^{-1}$ বেগে একই দিকে চলার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর একত্রে যুক্ত হয়ে চললে কত বেগ প্রাপ্ত হবে?
(a) $7ms^{-1}$ (b) $5ms^{-1}$ (c) $6ms^{-1}$ (d) $4ms^{-1}$

30. কোনো বস্তুর বেগের দিকের লম্ব বরাবর ধ্রুব বল প্রয়োগ করা হলে এর বেগের-
(i) মানের কোনো পরিবর্তন হয় না
(ii) দিকের পরিবর্তন হয় না (iii) দিকের পরিবর্তন হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

31. পাতলা বৃত্তাকার চাকতির কেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ হলো –
(a) $K = \frac{1}{\sqrt{12}}$ (b) $K = \frac{r}{\sqrt{2}}$ (c) $K = \frac{1}{\sqrt{3}}$ (d) $K = \frac{r}{\sqrt{12}}$

32. ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$ ও বল ভেক্টর $\vec{F} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে, টর্ক $\vec{\tau}$ =?
(a) $2\hat{i} + 2\hat{k}$ (b) $2\hat{i} - 2\hat{j}$ (c) $2\hat{j} - 2\hat{k}$ (d) $2\hat{i} - 2\hat{k}$

33. কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ধ্রুব থাকলে ভর ও ত্বরণের ক্ষেত্রে-
(i) ভর যত বেশি হবে ত্বরণ তত কম হবে
(ii) ভর যত কম হবে ত্বরণ তত বেশি হবে
(iii) ভরের সমান ত্বরণ হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

34. একক কৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত বস্তুর জড়তার ভ্রামক গতিশক্তির-
(a) দ্বিগুণ (b) তিনগুণ (c) সমান (d) চারগুণ

35. একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক কম্পাঙ্ক কত হবে?
(a) $0.017\ rads^{-1}$ (b) $0.105\ rads^{-1}$
(c) $60\ rads^{-1}$ (d) $3.14\ rads^{-1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
10 gm ভরের একটি পিংপং বলকে 10 cm দৈর্ঘ্যের একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে $10\ ms^{-1}$ বেগে একটি উল্লম্ব বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। [$g = 10\ ms^{-2}$ ধর]

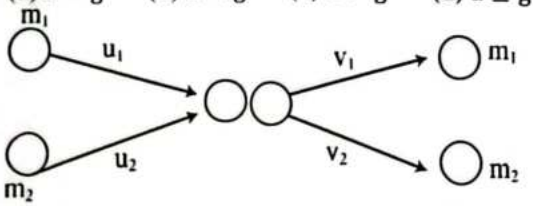
36. সর্বনিম্ন বিন্দুতে সুতার টান কত?
(a) 7N (b) 10.9N (c) 10.1N (d) 100N

37. সর্বোচ্চ বিন্দুতে সুতার টান কত?
(a) 100N (b) 10.1N (c) 100.1N (d) 9.9N

38. জড়তার ভ্রামকের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য-
(i) গোলকের মধ্যবিন্দুর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক $\frac{ML^2}{12}$
(ii) সুষম দণ্ডের প্রান্ত বিন্দু দিয়ে ঘূর্ণায়মান অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক $\frac{ML^2}{3}$
(iii) নিরেট সিলিন্ডারের জড়তার ভ্রামক $\frac{1}{2}Mr^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) ii (d) i, iii

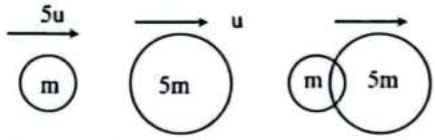
39. কোনো বস্তুর ভরবেগ 20% বৃদ্ধি করলে গতি শক্তি কত বৃদ্ধি পায়?
(a) 36% (b) 40% (c) 44% (d) 80%

40. ঊর্ধ্বগামী লিফটে দণ্ডায়মান একজন ব্যক্তি নিজেকে নিচের কোনো ক্ষেত্রে সবচেয়ে বেশি ভারী মনে করবে, যখন লিফটের ত্বরণ, a?
(a) $a = g$ (b) $a < g$ (c) $a > g$ (d) $a \le g$

41.


উদ্দীপকের সংঘর্ষটিতে $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ হলে সংঘর্ষটি –
(a) স্থিতিস্থাপক (b) অস্থিতিস্থাপক
(c) একমাত্রিক (d) বিক্ষিপ্ত সংঘর্ষ

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো একটি সরলরেখায় 5u বেগে চলমান m ভরের একটি বস্তু একই সরলরেখায় u বেগে চলমান 5m ভরের অপর একটি বস্তুকে ধাক্কা দিল এবং ধাক্কার পর বস্তু দুটি একটি দিকে যুক্ত অবস্থায় চলতে থাকল।



42. যুক্ত অবস্থায় বস্তু দুইটির বেগ কত?
(a) $\frac{3}{10}u$ (b) $\frac{10}{6}u$ (c) u (d) $\frac{6}{5}u$

43. এই সংঘর্ষের আগে এবং পরে-
(a) গতিশক্তি এবং ভরবেগ উভয়ই স্থির থাকে
(b) ভরবেগ বৃদ্ধি পায় এবং গতিশক্তি স্থির থাকে
(c) গতিশক্তি এবং ভরবেগ উভয়ই হ্রাস পায়
(d) গতিশক্তি হ্রাস পায় এবং ভরবেগ স্থির থাকে

44. সমান ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে নিচের কোনটি সত্য? [এখানে ১ম বস্তুর আদি ও শেষ বেগ u_1 ও v_1 এবং ২য় বস্তুর আদি ও শেষ বেগ u_2 ও v_2 ।]
(a) $u_1 = v_2$ (b) $u_1 = v_1$
(c) $u_1 = u_2$ (d) $u_2 = v_2$

45. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংরক্ষিত থাকে –
(i) ভরবেগ (ii) যান্ত্রিক শক্তি (iii) গতিশক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

০৪

CQ

পূর্ণমান: ৫০ | সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

01. অনুপমা 0.6 m দৈর্ঘ্যের 100 gm ভরের একটি সরু সুষম দণ্ডের প্রান্ত দিয়ে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে 5 $rads^{-1}$ কৌণিক বেগে ঘুরিয়ে দণ্ডটির কৌণিক গতিশক্তি নির্ণয় করল। অতঃপর দণ্ডটিকে গলিয়ে 6 cm ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার চাকতি তৈরি করে তার কেন্দ্র দিয়ে পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে একই কৌণিক বেগে ঘুরালো।
(ক) ঘাত বল কী?
(খ) বন্দুক দিয়ে গুলি ছুড়লে বন্দুক পিছনের দিকে ধাক্কা দেয় কেন?
(গ) অনুপমা দণ্ডটির কৌণিক গতিশক্তি কত নির্ণয় করেছিল?
(ঘ) উদ্দীপকের উল্লিখিত কোনো ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশি বিশ্লেষণ পূর্বক মতামত দাও।

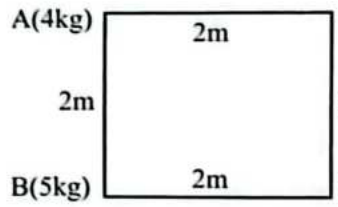
02. ঝলক 100 N টান সহনশীল 100 cm দৈর্ঘ্যের একটি সুতার এক প্রান্তে 200 g ভরের একটি পাথর বেঁধে অনুভূমিকভাবে ঘুরাতে আরম্ভ করল। পাথরটি স্থির অবস্থান থেকে ঘুরতে আরম্ভ করে 3 মিনিট পর প্রতি মিনিটে 120 বার ঘুরছে।
(ক) জড়তা কী?
(খ) জড়তার ভ্রামক সংক্রান্ত লম্ব অক্ষ উপপাদ্যটি কী?
(গ) পাথরটির টর্কের মান নির্ণয় কর।
(ঘ) ঝলক পাথরটি দ্বিগুণ বেগে ঘুরাতে পারবে কি? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও।

03. টেকনিক্যাল কলেজে 80 kgm^2 জড়তার ভ্রামক বিশিষ্ট একটি ফ্লাইহুইল প্রতি 3 মিনিটে 12000 বার করে ঘুরছিলো। সুষম ব্রেক প্রয়োগে একে 45 sec এ থামানো হলো।
(ক) একক ভেক্টর কী?
(খ) কৌণিক ভরবেগ বলতে কী বুঝ?
(গ) ফ্লাইহুইলের উপর ব্রেকের মাধ্যমে প্রযুক্ত কৌণিক ত্বরণের মান নির্ণয় কর।
(ঘ) ব্রেক করা হতে থামা পর্যন্ত ফ্লাইহুইলটি আরও 2000 বার ঘুরবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ পূর্বক মন্তব্য কর।

04. 3.04×10^6 kg ভরের একটি রকেট উল্লম্ব দিকে 3.40×10^7N ধাক্কা লাভ করায় উৎক্ষেপণের 150 sec পর 2390 ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হলো।
(ক) তল ভেক্টর কাকে বলে?
(খ) নিউটনের গতির ১ম ও ২য় সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক কী?
(গ) রকেটটির উড্ডয়নের শুরুতে ত্বরণ কত ছিল?
(ঘ) 150 sec পর গড় ত্বরণ বের করে আদি ত্বরণ থেকে তা ভিন্ন হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর।

CamScanner

05.



ABCD একটি বর্গ। প্রত্যেকটি বাহুর দৈর্ঘ্য 2 m। A, B, C ও D বিন্দুতে যথাক্রমে 4 kg, 5 kg, 3 kg এবং 2 kg ভর স্থাপন করা হলো। এটিকে ভর সমবণ্টনের মাধ্যমে 2 m ব্যাসার্ধের একটি নিরেট সিলিন্ডারের চোঙ বানানো হলো। তারপর সিলিন্ডারের কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক বের করা হলো।

(ক) ডাইভারজেন্স কাকে বলে?

(খ) ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়াড় হাতটাকে পিছনে নেয় কেন?

(গ) বর্গের কেন্দ্র ও তলের ওপর লম্বগামী অক্ষের সাপেক্ষে ব্যবস্থাটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

(ঘ) কোনো ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. b	02. a	03. b	04. b	05. c	06. b	07. c	08. b	09. b	10. a	11. c	12. b	13. c	14. b	15. a
16. d	17. a	18. a	19. c	20. d	21. a	22. b	23. b	24. b	25. b	26. b	27. d	28. d	29. a	30. b
31. b	32. d	33. a	34. a	35. b	36. c	37. d	38. b	39. c	40. c	41. a	42. b	43. d	44. a	45. c

03. $m\omega^2 r = T$

04. $\frac{\Delta m}{\Delta t} = 200\ kgs^{-1}$; $v = 2000 ms^{-1}$

$\therefore$ ধাক্কা, $F = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right)v = 200\times2000N = 4\times10^5N$

11. $p \propto v \therefore \frac{p_{CD}}{p_{AB}} = \frac{v_{CD}}{v_{AB}} = \frac{4}{1} \therefore p_{CD} = 4p_{AB}$

12. $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow mv = \frac{2E_k}{v} = \frac{2\times190}{20} = 19\ kgms^{-1}$

14. $MK^2 = 10 \times (0.5)^2 = 2.5\ kgm^2$

16. $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\times mr^2 \times \omega^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2$

19. $F_{net.} = F_{ext.} - F_k \Rightarrow (2\times5) = F_{ext.} - 5$

$\therefore F_{ext.} = 15N$

21. $I = \frac{M}{12}l^2 = \frac{2}{12}(1)^2 = 0.167\ kgm^2$

22. ঘূর্ণন অক্ষ প্রান্তে হলে, $K_2 = \frac{l}{\sqrt{3}}$

ঘূর্ণন অক্ষ মধ্যবিন্দুতে $k_1 = \frac{l}{2\sqrt{3}}$ $\therefore \frac{K_2}{K_1} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 2$

23. $1 = \frac{p_1^2}{2m} : \frac{p_2^2}{2\times2m} \Rightarrow p_1 : p_2 = 1:\sqrt{2}$

26. $L \propto I \Rightarrow L \propto r^2 \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 2^2 = 4$

29. $4\times10 + 6\times5 = 10v \Rightarrow v = 7ms^{-1}$

32. $\vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 2\hat{i} - 2\hat{k}$

34. $E = \frac{1}{2}I\omega^2; \omega = 1$ হলে, $E = \frac{I}{2}$

$\Rightarrow I = 2E$

36. সর্বনিম্ন বিন্দুতে টান $m\left(\frac{v^2}{r} + g\right)$

$= 0.01\left(\frac{10^2}{0.1} + 10\right) = 10.1\ N$

37. সর্বোচ্চ বিন্দুতে, $= m\left(\frac{v^2}{r} - g\right)$

$= 0.01\left(\frac{10^2}{0.1} - 10\right) = 9.9N$

39. $E_k \propto p^2 \Rightarrow \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{P_2^2}{P_1^2} \Rightarrow \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \left(\frac{120}{100}\right)^2$

$= 1.44 \therefore E_{k_2} = 1.44 \times E_{k_1}$

$\therefore$ গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় 44%।

42. $1\times5u + 5\times1u = v(5+1); \frac{10}{6}u = v$

44. $v_2 = \frac{m-m}{m+m}u_2 + \frac{2m}{m+m}u_1 \Rightarrow v_2 = u_1$

CQ

01. (গ). 0.15J

(ঘ). প্রথম ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশি

02. (গ). 0.014 Nm

(ঘ). দ্বিগুণ বেগে ঘুরাতে পারবে না

03. (গ). $-9.31\ rads^{-2}$

(ঘ). আরও 2000 বার ঘুরবে না

04. (গ). $11.18\ ms^{-2}$

(ঘ). -

05. (গ). $28\ kgm^2$

(ঘ). উভয়ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক সমান

অধ্যায় ০৫ কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

➤ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪✪✪	T-01	কৃতকাজ	11	3	Ctg'24; JB'24, 19; DB'23, 19; BB'23; RB'23, 22, 21, 17SB'22; Din.B'17; MB'23, 21;
✪✪	T-02	স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ	2	2	JB'24; MB'24; Din.'19
✪✪✪	T-03	বিভবশক্তি ও গতিশক্তি	9	17	CB'24, 22, 21, 19; SB'24, 22, 19, 18; SB'19, 17; JB'24, 23, 19, 21; MB'24, 21;BB'23, 21; Ctg.B'22; DB'19, 18; Din.B'17
✪✪	T-04	কাজ-শক্তি উপপাদ্য	-	5	BB'23; JB' 17; CB'21; Ctg.B'22; SB'19
✪✪	T-05	ক্ষমতা	3	4	Ctg.B'24, 22; JB'24; SB'21; MB'21; RB' 21; DB'17
✪✪✪	T-06	কুয়া ও চৌবাচ্চা	19	18	DB'24, 23, 22, 21; Din.B'24, 21, 22; BB'24, 23, 19; JB'22, 21; Ctg.B'23, 21; SB'23, 21; RB' 24, 22, 21; CB'21;

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমুনা উত্তর

T-01: কৃতকাজ

Concept

কাজ = বল × বলের দিকে বলের ক্রিয়াশীল সময়ে সরণের উপাংশ

বা, $dW = \vec{F} \cdot d\vec{r}$

$\therefore W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$

F যদি ধ্রুবক হয়, তবে, $\boxed{W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r} = Fr\cos\theta = \vec{F} \cdot \vec{r}}$

কাজ বের করার সূত্রসমূহ:

(i) $W = \vec{F}.\vec{x}$ [ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ]

$W = Fx$ [যেখানে, বল ও সরণ একই দিকে এবং x = যে সরণ জুড়ে F বল প্রযুক্ত হয়েছে]

(ii) $W = \int \vec{F}.d\vec{x}$ [পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃতকাজ]

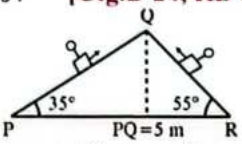
(iii) W = F বনাম x গ্রাফের ক্ষেত্রফল

কাজ একটি স্কেলার রাশি হলেও কাজের মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে। এর কারণ বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল কাজ। বলের প্রয়োগ বিন্দু থেকে বস্তুর সরণ যদি বলের বিপরীত দিকে হয় বা বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকে, তাহলে আমরা এই কাজকে ঋণাত্মক কাজ বা বলের বিরুদ্ধে কাজ বলি। প্রকৃতপক্ষে, একই ঘটনায় কোনো বলের সাপেক্ষে কাজ ধনাত্মক এবং অন্য কোনো বলের দ্বারা কাজ ঋণাত্মকও হতে পারে। যেমন, কোনো মানুষ একটি বস্তু নিচ থেকে উপরে তুলল, এক্ষেত্রে লোকটি দ্বারা প্রযুক্ত বল উপরের দিকে এবং সরণও উপরের দিকে। তাই লোকটির দ্বারা প্রযুক্ত বলের দ্বারা কাজ ধনাত্মক। কিন্তু অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজ ঋণাত্মক। কারণ অভিকর্ষ বলের দিক নিচের দিকে।

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

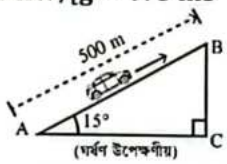
01. 50 kg ভরের একজন শ্রমিক 20 kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে চিত্রানুযায়ী ঢাল বেয়ে Q বিন্দুতে পৌঁছাল। প্রথমে PQ পথ ব্যবহার করল। পরে RQ পথে গেল। উভয়ক্ষেত্রে আদি বেগ একই এবং Q বিন্দুতে বেগ শূন্য। [Ctg.B'24, RB'21, DB'19, RB'17]



(গ) P বিন্দু থেকে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, দূরত্ব PQ = 5 m এবং ∠QPR = 35°
বস্তুর ভর, $m_1 = 20$ kg; ব্যক্তির ভর, $m_2 = 50$ kg
বস্তুসহ ব্যক্তির মোট ভর, $m = m_1 + m_2 = 20 + 50 = 70$ kg
PR হতে Q বিন্দুর উচ্চতা h হলে,
আমরা জানি, $\sin(\angle QPR) = \frac{h}{PQ}$
$\Rightarrow h = PQ \times \sin(\angle QPR) = 5 \times \sin(35°) = 2.87$ m
এখন, P হতে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে কৃতকাজ,
$W = mgh = 70 \times 9.8 \times 2.87 = 1968.82$ J **(Ans.)**

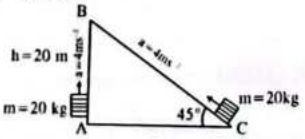
02. চিত্রের গাড়িটির ভর 3000 kg এবং ক্ষমতা 152.18 kW, [$g = 9.8\ ms^{-2}$] [JB'24]



(গ) গাড়িটি A হতে B তে যেতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, গাড়িটির ভর, m = 3000 kg
দূরত্ব, AB = 500 m; কোণ, ∠BAC = θ = 15°
এখানে, $\sin\theta = \frac{BC}{AB} \Rightarrow BC = AB\sin\theta$
আমরা জানি, কৃতকাজ, $W = mg \times BC$
$= mg \times AB\sin\theta = 3000 \times 9.8 \times 500 \times \sin(15°)$
$= 3.8046 \times 10^6$ J **(Ans.)**

03. 20 kg ভরের একটি বস্তুকে চিত্রানুযায়ী A বিন্দু থেকে B বিন্দুতে উঠানো হলো। একই ভরের অপর একটি বস্তুকে C থেকে B বিন্দুতে নেয়া হলো। [RB'23]



(গ) প্রথম ক্ষেত্রে কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, m = 20 kg; h = 20 m
$g = 9.8\ ms^{-2}$, $a = 4\ ms^{-2}$
∴ প্রথম ক্ষেত্রে কাজের পরিমাণ,
$W = m(a+g)h = 20 \times (9.8 + 4) \times 20 = 5520$ J
[**Note:** এই প্রশ্নের সমাধান করতে উচ্চতা (h) এর মান জানা থাকতে হবে, যা বাংলা ভার্সনের প্রশ্নে উল্লেখ করা হয়নি। কিন্তু, ইংরেজি ভার্সনের প্রশ্নে h এর মান 20 m দেওয়া ছিল।]

04. একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করায় P(2, 1, −3) বিন্দু হতে Q(3, −2, 1) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। অপর একটি বল $\vec{F} = (-\hat{i} - \hat{j} + \hat{k})$ N, $\vec{F}$ এর সাথে প্রযুক্ত হয়ে কণাটিকে P বিন্দু থেকে R(−2, 1, 3) বিন্দুতে স্থানান্তরিত করে। [BB'23]

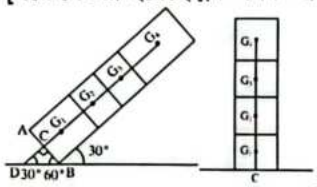
(গ) $\overrightarrow{PQ}$ সরণের জন্য কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** প্রযুক্ত বল, $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$
$\vec{S} = \overrightarrow{PQ} = \vec{Q} - \vec{P}$
$= (3-2)\hat{i} + (-2-1)\hat{j} + \{1-(-3)\}\hat{k} = \hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$
$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) \cdot (\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k})$
$= 2 \times 1 + 3 \times (-3) + (-2) \times 4 = 2 - 9 - 8 = -15$
∴ W = 15 J (বলের বিপরীতে কাজ হয়েছে) **(Ans.)**

05. প্রতিটি $0.125\ m^3$ আয়তনের এবং 250 kg ভরের 4 টি ব্লককে পরপর সাজিয়ে স্তম্ভ তৈরি করা হল। [SB'22, Din.B'17]

(ঘ) স্তম্ভটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত রাখতে কাজ ও উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভ তৈরিতে কাজের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** চিত্র হতে, 1 টি ব্লকের উচ্চতা $h = \sqrt[3]{0.125} = 0.5$ m
[ধরে নেওয়া হয়েছে ব্লক ঘনক আকার]



ΔBCD এর ক্ষেত্রে, $\tan 60° = \frac{CD}{BC}$
$\Rightarrow CD = BC\tan 60° = \frac{h}{2} \times \sqrt{3} = \frac{0.5}{2} \times \sqrt{3} = 0.433$ m
১ম ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ,
$h_1 = \left(0.433 + \frac{0.5}{2}\right)\sin 30° = 0.3415$ m
২য় ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ,
$h_2 = \left(0.433 + \frac{3}{2} \times 0.5\right)\sin 30° = 0.5915$ m
৩য় ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ,
$h_3 = \left(0.433 + \frac{5}{2} \times 0.5\right)\sin 30° = 0.8415$ m
৪র্থ ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ,
$h_4 = \left(0.433 + \frac{7}{2} \times 0.5\right)\sin 30° = 1.0915$ m
∴ স্তম্ভটিকে 30° কোণে আনত রাখতে কৃতকাজ
= (ওজন × ভরকেন্দ্রের সরণ)
$\therefore W_1 = mg\{(h_1 - 0.25) + (h_2 - 0.25) + (h_3 - 0.25) + (h_4 - 0.25)\}$
$= 250 \times 9.8 \times \{(0.3415 - 0.25) + (0.5915 - 0.25) + (0.8415 - 0.25) + (1.0915 - 0.25)\} = 4571.7$ J
স্তম্ভ তৈরিতে কৃতকাজ, $W_2 = mg\left\{\left(\frac{1}{2} \times h - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{3}{2} \times h - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{5}{2} \times h - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{7}{2} \times h - \frac{h}{2}\right)\right\}$
$= 250 \times 9.8 \times (0 + 0.5 + 1 + 1.5) = 7350$ J
∴ আনত স্তম্ভের তুলনায় উল্লম্ব স্তম্ভ তৈরিতে বেশি কাজ করতে হয়।

CamScanner

06. একটি কণার উপর $\vec{F} = (-5\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করায় কণাটি P(−6, 7, −1) বিন্দু থেকে Q(−3, −8, 4) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হলো। [RB, MB'23]

(ঘ) এখানে উল্লিখিত বলটি কেন্দ্রমুখী বল ছিল কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) উত্তর: সরণ, $\vec{r} = \overrightarrow{PQ} = [(-3\hat{i} - 8\hat{j} + 4\hat{k}) - (6\hat{i} + 7\hat{j} - \hat{k})]$
$= (3\hat{i} - 15\hat{j} + 5\hat{k})$ m; দেওয়া আছে, বল,
$\vec{F} = (-5\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k})$ N
যেহেতু কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য (0)। তাই, সরণ ও বলের মধ্যকার কোণ 90° বা তাদের ডট গুণনের মান শূন্য হলেই বলা যাবে যে, প্রদত্ত বলটি কেন্দ্রমুখী বল।
তাহলে, $W = \vec{r}.\vec{F} = (3\hat{i} - 15\hat{j} + 5\hat{k}).(-5\hat{i} - 3\hat{j} - 6\hat{k})$
$= -15 + 45 - 30 = 0$
∴ উল্লিখিত বলটি কেন্দ্রমুখী বল ছিল।

07. ঘটনা-১: 5 kg ভর এবং 15 m দৈর্ঘ্যের একটি মই আনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে একটি বিল্ডিংয়ের ছাদে সংযুক্ত রয়েছে। মইটির শীর্ষে 2 kg ভরের একটি বস্তু ঝুলছে।
ঘটনা-২: 4 kg ভরের একটি বস্তুর উপর একটি পরিবর্তনশীল বল প্রয়োগ করা হয়েছে।
ফলে বস্তুটির অবস্থান $x = 8t - 4t^2 + t^3$ অনুযায়ী পরিবর্তিত হয়। (যেখানে, x এর একক মিটার এবং t এর একক সেকেন্ড) [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

(গ) ঘটনা-১ এ, মইটিকে ছাদের সাথে সংযুক্ত করতে কৃতকাজ নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) ঘটনা-২ এ, t = 0 থেকে t = 4 পর্যন্ত কৃতকাজের মান কীভাবে নির্ণয় করবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) উত্তর: মইয়ের দৈর্ঘ্য, l = 15 m
মইয়ের ভর, $m_1 = 5$ kg
বস্তুর ভর, $m_2 = 2$ kg
∴ মোট কৃতকাজ, $W = m_1 g \sin\theta \times \frac{l}{2} + m_2 g \sin\theta \times l$
$= 5 \times 9.8 \times \sin 30° \times \frac{15}{2} + 2 \times 9.8 \times \sin 30° \times 15$
$= 330.75$ J (Ans.)

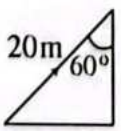
(ঘ) উত্তর: সরণ ফাংশন, $x = 8t - 4t^2 + t^3$
∴ $dx = (8 - 8t + 3t^2)dt$; $v = \frac{dx}{dt}$
ভর, m = 4 kg
t = 0 s থেকে t = 4 s সময়ে কৃতকাজ,
$W = \int_0^4 F\,dx = \int_0^4 ma.\,dx = 4\int_0^4 \frac{dv}{dt}dx$
$= 4\int_0^4 \frac{d}{dt}(8 - 8t + 3t^2)dx$
$= 4\int_0^4 (6t - 8)(3t^2 - 8t + 8)dt$
$= 4\int_0^4 (18t^3 - 72t^2 + 112t - 64)dt$
$= 4\left[\frac{18t^4}{4} - \frac{72t^3}{3} + \frac{112t^2}{2} - 64t\right]_0^4 = 1024$ J

নিজে করো

08. একটি দালানের ছাদের সাথে দুটি মই লাগানো আছে। একটি মই এর দৈর্ঘ্য 5m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 60° কোণ করে রয়েছে। দ্বিতীয় মইটির দৈর্ঘ্য 6m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 46.2° কোণ করে রয়েছে। দুইজন নির্মাণ শ্রমিক উভয়ে 20 kg বোঝা নিয়ে 1 মিনিটে ভিন্ন ভিন্ন মই ব্যবহার করে ছাদে উঠতে পারেন। প্রথম মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 60kg এবং দ্বিতীয় মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 70kg। [RB'21]

(গ) প্রথম শ্রমিকের ক্ষেত্রে ছাদে উঠার জন্য সম্পাদিত কাজ নির্ণয় কর। [Ans: 3394.82 J]

09. উদ্দীপকে 25 kg ভরের একজন বালক 3 kg ভরের একটি গোলক হাতে নিয়ে সিঁড়ি বেয়ে ছাদে উঠতে 2 min সময় নিল। ছাদ হতে গোলকটি ছেড়ে দেয়ায় তা সিঁড়ি বেয়ে গড়িয়ে মাটিতে পড়ল। [DB'19]



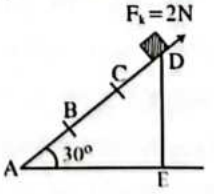
(গ) বালকটি ছাদে উঠতে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কত কাজ করেছে? [Ans: 2744 J]

10. 80 kg ভরের একজন লোক 20 kg ভরের একটি বোঝা মাথায় নিয়ে 40 m দৈর্ঘ্যের মই বেয়ে একটি দালানের ছাদে উঠলো। মইটি অনুভূমিকের সাথে 40° কোণ উৎপন্ন করে দালানের ছাদে লাগানো ছিল। [RB'17]

(গ) লোকটি কর্তৃক কৃতকাজ বের কর। [Ans: 25195.8 J]

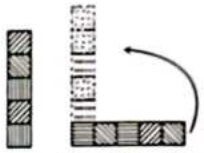
(ঘ) মইটির দৈর্ঘ্য 60 m হলে অনুভূমিকের সাথে কত কোণে স্থাপন করলে একই পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হবে এবং এ ক্ষেত্রে কোনো সুবিধা পাওয়া যাবে কিনা– গাণিতিকভাবে মতামত দাও। [Ans: সুবিধা পাওয়া যাবে]

11. m ভরের একটি বস্তু DA আনত তলে পড়ছে।
এখানে m = 50kg, DE = 6m এবং AB = BC = CD। [JB'19]



(গ) আনত তল বেয়ে নামার সময় গতীয় ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। [Ans: 24 J]

12. 50 cm বাহুবিশিষ্ট কোনো ঘনকের ভর 25 kg। এরূপ পাঁচটি ঘনককে একটির উপর আরেকটি রেখে একটি স্তম্ভ তৈরি করা হলো। অন্যদিকে অনুরূপ আরো পাঁচটি ব্লককে ভূমিতে পাশাপাশি সংযুক্ত করে স্তম্ভটিকে খাড়া করা হলো। [Din.B'17]



(ঘ) স্তম্ভ তৈরির কোন উপায়টি অধিক গ্রহণযোগ্য? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।
[Ans: স্তম্ভ তৈরির উভয় উপায়ই সমানভাবে গ্রহণযোগ্য]

T-02: স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ

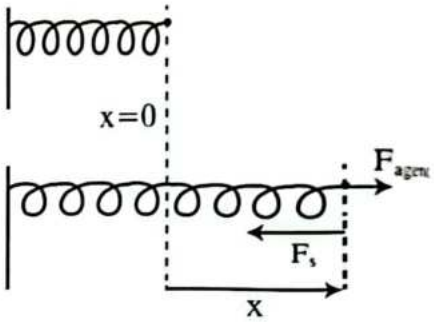
Concept

- কোনো স্প্রিংকে তার সাম্যাবস্থান বা স্বাভাবিক অবস্থান থেকে x পরিমাণ প্রসারিত করতে কোনো বাহ্যিক agent যদি F_{agent} পরিমাণ বল প্রয়োগ করে, তখন স্প্রিং এর ভেতর বিপরীত দিকে F_s পরিমাণ প্রত্যয়নী বল উৎপন্ন হয়।
- স্প্রিং এর মধ্যে উৎপন্ন প্রত্যয়নী বল F_s এবং এজেন্ট কর্তৃক প্রযুক্ত বল F_{agent} পরস্পর সমান ও বিপরীত।

$F_s = -kx$ [x ও F_s বিপরীত দিকে]

এবং $F_{agent} = kx$ [x ও F_{agent} একই দিকে]

Agent কর্তৃক কৃতকাজ, $W_{agent} = \int_{x_i}^{x_f} F_{agent}\, dx = \int_{x_i}^{x_f} kx\, dx$



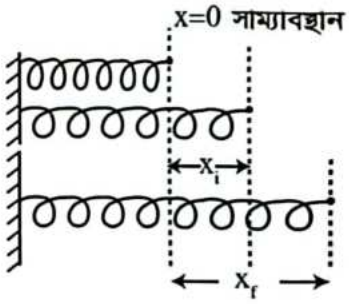
$\therefore \boxed{W_{agent} = \frac{1}{2}kx_f^2 - \frac{1}{2}kx_i^2}$

এখানে, x_i = স্প্রিং এর আদি অবস্থান
x_f = স্প্রিং এর শেষ অবস্থান

স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ,

$W_s = \int_{x_i}^{x_f} F_s\, dx = \int_{x_i}^{x_f} -kx\, dx$

$\therefore \boxed{W_s = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_f^2}$



[লক্ষণীয়: সরণ x সবসময় সাম্যাবস্থান থেকে হিসাব করা হয়। স্প্রিং প্রসারিত অবস্থায় থাকলে, x = +ve এবং স্প্রিং সংকুচিত অবস্থায় থাকলে, x = −ve]

- স্প্রিং-এ সঞ্চিত স্থিতিশক্তি:

সাম্যাবস্থান থেকে x পরিমাণ সংকুচিত বা প্রসারিত অবস্থায় স্প্রিং-এ সঞ্চিত শক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

স্প্রিং এ সংযুক্ত বস্তুকে মুক্তভাবে দুলতে দেয়া হলে এর গতি পথের যেকোনো দুটি বিন্দুতে এটি যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে। অর্থাৎ, $E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2}$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তে 500 gm ভর ঝুলালে এটি 5 cm প্রসারিত হয়ে সাম্যাবস্থায় আসে। এটিকে আরো 4 cm প্রসারিত করে ছেড়ে দিলে এটি সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত হয়। [JB'24]

(গ) স্প্রিংটির 4 cm প্রসারণে কৃতকাজ বের কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, ঝুলানো ভর, m = 500 gm = 0.5 kg

প্রাথমিক প্রসারণ, $e = 5\text{ cm} = 5 \times 10^{-2}$ m

সাম্যাবস্থা হতে প্রসারণ, $x = 4\text{ cm} = 4 \times 10^{-2}$ m

বল ধ্রুবক k হলে, আমরা জানি, mg = ke

$\Rightarrow k = \frac{mg}{e} = \frac{0.5 \times 9.8}{5 \times 10^{-2}} = 98\ \text{Nm}^{-1}$

∴ 4 cm প্রসারণে কৃতকাজ,

$W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 98 \times (4 \times 10^{-2})^2$

$= 0.0784$ J (Ans.)

02. ঘর্ষণহীন অনুভূমিক তলের উপর একটি দৃঢ় অবস্থান থেকে একটি স্প্রিং এর এক প্রান্ত আটকিয়ে অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করে 5 cm সংকুচিত করে ছেড়ে দেয়া হলো। এতে স্প্রিংটি আদি অবস্থায় ফিরে আসল। [স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 120\ Nm^{-1}$] [MB'24]

(ঘ) উদ্দীপকে স্প্রিং বলটি কি সংরক্ষণশীল বল? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 120\ Nm^{-1}$

সংকোচনের পরিমাণ, $x_1 = -5\ cm = -0.05\ m$

আমরা জানি, একটি স্প্রিং x_i থেকে x_f অবস্থানে গেলে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_f^2 = \frac{1}{2}k(x_i^2 - x_f^2)$

$\therefore$ স্প্রিং সংকোচনে কৃতকাজ, $W_1 = \frac{1}{2}k(0^2 - x_1^2)$

$= \frac{1}{2} \times 120 \times (0^2 - 0.05^2) = -0.15\ J$

আবার, স্প্রিংটি প্রসারিত হয়ে আদি অবস্থায় ফিরে আসলে কৃতকাজ, $W_2 = \frac{1}{2}k(x_1^2 - 0^2)$

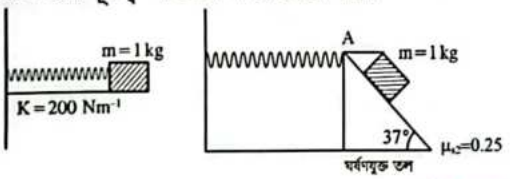
$= \frac{1}{2} \times 120 \times (0.05^2 - 0^2) = 0.15\ J$

$\therefore$ পূর্ণচক্রে মোট কৃতকাজ,

$W = W_1 + W_2 = -0.15 + 0.15 = 0$

যেহেতু পূর্ণচক্রে কৃতকাজ শূন্য, তাই স্প্রিং বলটি সংরক্ষণশীল বল।

03. চিত্র-১ এ ব্লকটিকে 10 cm টেনে নিয়ে ছেড়ে দেয়া হলো। চিত্র-২ এ একই স্প্রিংযুক্ত ব্লককে A বিন্দু হতে ছেড়ে দেয়া হলে 10 cm দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।



[নটর ডেম কলেজ]

(গ) চিত্র-১ এ যদি তলটি ঘর্ষণহীন হতো তাহলে ব্লকটিকে ছেড়ে দেয়ার পর সাম্যাবস্থান অতিক্রমকালে বেগ কত হবে? ৩

(গ) উত্তর: স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 200\ Nm^{-1}$

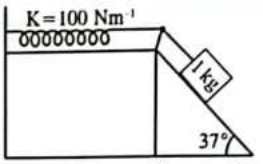
প্রসারণ, $x = 10\ cm = 0.1\ m$; বস্তুর ভর, $m = 1\ kg$

বস্তুর সাম্যাবস্থায় বেগ v হলে, $\frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{200 \times (0.1)^2}{1}}\ ms^{-1} \Rightarrow 1.414\ ms^{-1}$

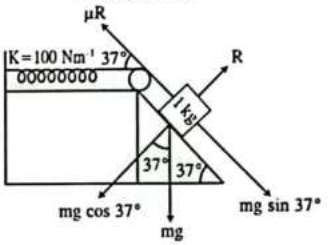
04. চিত্রের মতো একটি $100\ Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং-এর সাথে সংযুক্ত 1 kg ভরের ব্লক অমসৃণ আনত তলে আছে। স্থির অবস্থায় স্প্রিং-এর স্বাভাবিক অবস্থা থেকে ব্লকটি ছেড়ে দেয়া হলো। ব্লকটি আনত তলে 3.5 cm নিচে নেমে স্থির হলো। ধরো স্প্রিং-এর ভর নেই ও পুলি ঘর্ষণহীন।

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]



(গ) ব্লক এবং আনত তলের ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় করো। ৩

(গ) উত্তর: ব্লকের সরণ = স্প্রিংয়ের প্রসারণ = $x = 3.5\ cm = 0.035\ m$



চিত্রে, $mg \sin 37° = \mu R + Rx. \cos 37°$ [ঘর্ষণ গুণাঙ্ক μ]

$\Rightarrow mg \sin 37° = \mu mg \cos 37° + 100 \times 0.035 \cos 37°$

$\Rightarrow \mu = \frac{mg \sin 37° - 100 \times 0.035 \times \cos 37°}{mg \cos 37°}$

$\Rightarrow \mu = \frac{9.8 \times \sin 37° - 2.8}{9.8 \cos 37°} = 0.39$ (Ans.)

নিজে করো

05. একটি স্প্রিং-এ 80 gm ভর চাপালে 2 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয় এবং 600 gm ভর চাপালে 8 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয়। অরনী উক্ত স্প্রিং এর সাম্যাবস্থান হতে 1 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণ পর্যবেক্ষণ করলো। [Din.B'19]

(গ) স্প্রিং ধ্রুবকের মান বের কর। [Ans: $73.5 Nm^{-1}$]

(ঘ) অরনী উভয় ভরের ক্ষেত্রে স্প্রিংটির সঞ্চিত শক্তির কীরূপ পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করেছিল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

T-03: বিভবশক্তি ও গতিশক্তি

Concept

অভিকর্ষজ বিভবশক্তি, $E_p = mgh$

মনে রাখবে, বিভবশক্তি (+ve) বা (−ve) হতে পারে। বিভবশক্তি reference level এর সাপেক্ষে নির্ণয় করতে হয়।

কাজেই Reference level বদলে গেলে বিভবশক্তিও ভিন্ন হবে। তবে সাধারণত কিছু বলা না থাকলে ভূ-পৃষ্ঠকে Reference level ধরা হয়। Reference level বদলে গেলে বিভবশক্তি ভিন্ন হলেও দুইটি বিন্দুর বিভবশক্তির পার্থক্য সর্বদা ধ্রুব থাকে। খেয়াল কর, গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$। এখানে, ভর (m) সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগের বর্গরাশি (v^2) ও ধনাত্মক। কাজেই, গতিশক্তি সর্বদা ধনাত্মক।

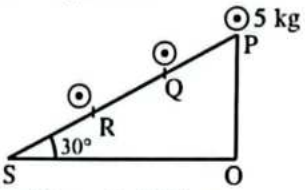
বিভবশক্তি, $E_p = mgh$; গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$

শক্তির ক্ষয় না হলে কিংবা বাহ্যিক কোনো কাজ করা না হলে E_P ও E_K এর যোগফল ধ্রুবক থাকে। একে যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতা বলে।

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. চিত্রে একটি বস্তু স্থির অবস্থা থেকে হেলানো তল বরাবর নিচের দিকে পড়ছে। P, Q এবং R বিন্দুর উচ্চতা যথাক্রমে 50 m, 20 m এবং 10 m। [CB'24, SB'24]



(গ) P বিন্দুতে বিভবশক্তি নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) Q এবং R বিন্দুতে উদ্দীপকের বস্তুটির মোট শক্তির অনুপাত 1 অপেক্ষা বেশি হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 5\ kg$

P বিন্দুর উচ্চতা, $h = OP = 50\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আমরা জানি, P বিন্দুতে বিভবশক্তি

$E_p = mgh = 5 \times 9.8 \times 50 = 2450\ J$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 5\ kg$

P বিন্দুর উচ্চতা, $h_P = 50\ m$; Q বিন্দুর উচ্চতা, $h_Q = 20\ m$

R বিন্দুর উচ্চতা, $h_R = 10\ m$

P বিন্দু হতে Q বিন্দুতে আসতে উল্লম্ব সরণ,

$X_{PQ} = h_P - h_Q = 50 - 20 = 30\ m$

P বিন্দু হতে R বিন্দুতে আসতে উল্লম্ব সরণ,

$X_{PR} = h_P - h_R = 50 - 10 = 40\ m$

Q বিন্দুতে বস্তুটির বেগ, $v_Q = \sqrt{u^2 + 2g \times X_{PQ}}$

$= \sqrt{0^2 + 2 \times 9.8 \times 30} = 14\sqrt{3}\ ms^{-1}$

R বিন্দুতে বস্তুটির বেগ, $v_R = \sqrt{u^2 + 2 \times g \times X_{PR}}$

$= \sqrt{0^2 + 2 \times 9.8 \times 40} = 28\ ms^{-1}$

Q বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি,

$E_{k_Q} = \frac{1}{2}mv_Q^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times \left(14\sqrt{3}\right)^2 = 1470\ J$

Q বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি,

$E_{P_Q} = mgh_q = 5 \times 9.8 \times 20 = 980\ J$

∴ Q বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি,

$E_Q = E_{k_Q} + E_{P_Q} = 1470 + 980 = 2450\ J$

R বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি,

$E_{k_R} = \frac{1}{2}mv_R^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (28)^2 = 1960\ J$

R বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি,

$E_{p_R} = mg \times h_R = 5 \times 9.8 \times 10 = 490\ J$

∴ R বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি,

$E_R = E_{k_R} + E_{p_R} = 1960 + 490 = 2450\ J$

এখন, $\frac{E_Q}{E_R} = \frac{2450}{2450} = 1$

সুতরাং, Q এবং R বিন্দুতে উদ্দীপকের বস্তুটির মোট শক্তির অনুপাত 1 অপেক্ষা বেশি হবে না।

02. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল 0.1 kg ভরের কোনো কণার সরণের সমীকরণ, $x = 0.1 \sin\left(0.5\ \pi t + \frac{\pi}{5}\right)$ (সকল রাশি এস আই এককে প্রদত্ত) [JB'24]

(ঘ) $t = 0.5$ সেকেন্ড ও $t = 0.75$ সেকেন্ড সময়ে কণার যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, কণাটির সরণের সমীকরণ,

$x = 0.1 \sin\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right)$

$x = A\sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $\omega = 0.5\pi$

আমরা জানি, $\omega^2 = \frac{k}{m}$

$\Rightarrow k = m\omega^2 = 0.1 \times (0.5\pi)^2 = 0.24674\ Nm^{-1}$

$t = 0.5$ sec সময়ে সরণ,

$x_1 = 0.1 \sin\left(0.5\pi \times 0.5 + \frac{\pi}{5}\right) = 0.09877\ m$

∴ x_1 বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{p_1} = \frac{1}{2}kx_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.24674 \times (0.09877)^2 = 1.20354 \times 10^{-3} J$

এখন, $v = \frac{dx}{dt} = 0.1 \times 0.5\pi \cos\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right)$

$= 0.05\pi \cos\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right)$

∴ $t = 0.5$ sec সময়ে বেগ,

$v_1 = 0.05\pi \cos\left(0.5\pi \times 0.5 + \frac{\pi}{5}\right) = 0.02457\ ms^{-1}$

∴ x_1 বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times 0.02457^2 = 3.018 \times 10^{-5}\ J$

∴ x_1 বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_1 = E_{p_1} + E_{k_1}$

$= 1.20354 \times 10^{-3} + 3.018 \times 10^{-5}$

$= 1.234 \times 10^{-3}\ J$

আবার, $t = 0.75$ sec সময়ে কণার সরণ,

$x_2 = 0.1 \sin\left(0.5\pi \times 0.75 + \frac{\pi}{5}\right) = 0.097237\ m$

∴ x_2 বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{p_1} = \frac{1}{2}kx_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.24674 \times 0.097237^2 = 1.1665 \times 10^{-3}\ J$

$t = 0.75$ sec সময়ে কণার বেগ,

$v_2 = 0.05\pi \cos\left(0.5\pi \times 0.75 + \frac{\pi}{5}\right) = -0.0367\ ms^{-1}$

∴ x_2 বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2}mv_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (-0.0367)^2 = 6.7345 \times 10^{-5}\ J$

∴ x_2 বিন্দুতে মোট শক্তি, $E_2 = E_{p_2} + E_{k_2} = 1.1665 \times 10^{-3} + 6.7345 \times 10^{-5} = 1.234 \times 10^{-3}\ J$

∴ $E_1 = E_2$; সুতরাং, $t = 0.5$ sec ও $t = 0.75$ sec সময়ে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা মেনে চলে।

CamScanner

03. ঘর্ষণহীন অনুভূমিক তলের উপর একটি দৃঢ় অবস্থান থেকে একটি স্প্রিং এর এক প্রান্ত আটকিয়ে অপর প্রান্তে বল প্রয়োগ করে 5 cm সংকুচিত করে ছেড়ে দেয়া হলো। এতে স্প্রিংটি আদি অবস্থায় ফিরে আসল। [স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 120\ Nm^{-1}$] [MB'24]

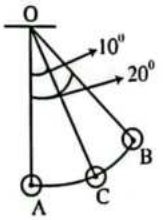
(গ) স্প্রিংটি 2.5 cm প্রসারিত করলে এতে সঞ্চিত বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 120\ Nm^{-1}$, প্রসারণের পরিমাণ, $x = 2.5\ cm = 0.025\ m$

আমরা জানি, স্প্রিং এ সঞ্চিত বিভবশক্তি,

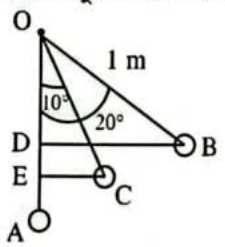
$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 120 \times (0.025)^2 = 0.0375\ J$ **(Ans.)**

04. ববের ভর, 0.05 kg; দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য, 1m; অভিকর্ষজ ত্বরণ, $9.8\ ms^{-2}$ [JB'23]



(ঘ) A, B, C বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** B বিন্দুতে: B বিন্দুর উচ্চতা = AD



$AD = OA - OD = 1 - 1\cos 20° = 0.0603\ m$

$E_p = mg \times AD = 0.05 \times 9.8 \times 0.0603 = 0.03\ J$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times 0^2 = 0\ J$

$E_B = E_p + E_k = 0.03\ J$

C বিন্দুতে: $AE = OA - OE = 1 - 1\cos 10° = 0.015\ m$

$E_p = mg \times AE = 0.05 \times 9.8 \times 0.015$

$= 7.35 \times 10^{-3} J$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\,(u^2 + 2g \times ED)$

$= \frac{1}{2} \times 0.05\{0^2 + 2 \times 9.8 \times (0.0603 - 0.015)\}$

$= 0.02219\ J$

$E_c = E_p + E_k = 0.02219 + 7.35 \times 10^{-3} = 0.03\ J$

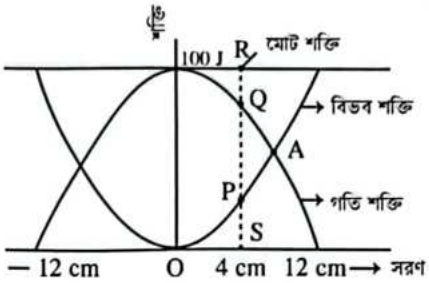
A বিন্দুতে: $E_p = mg \times 0 = 0\ J$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(u^2 + 2g \times AD) = \frac{1}{2} \times 0.05 \times (0^2 + 2 \times 9.8 \times 0.0603) = 0.03\ J$

$E_A = E_k + E_P = 0.03\ J;\ E_A = E_B = E_C$

সুতরাং, A, B, C বিন্দুতে শক্তির নিত্যতার নীতি পালিত হয়েছে।

05. উদ্দীপকে একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার শক্তি বনাম সরণের লেখচিত্র দেওয়া হল: [SB'22]



(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত তথ্যমতে, P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য কিনা—তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** প্রথমে, $E_T = 100\ J = \frac{1}{2}kA^2$

$[A = 12\ cm = 0.12\ m]$

$\Rightarrow k = 13888.88\ Nm^{-1}$

P বিন্দুতে স্থিতিশক্তি, $E_P = \frac{1}{2}kx^2$ [P বিন্দুতে $x = 0.04\ m$]

$= \frac{1}{2} \times 13888.88 \times (0.04)^2 = 11.111\ J$

Q বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_Q = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2} \times 13888.88 \times (0.12^2 - 0.04^2)$

$= 88.889\ J$

4 cm সরণ অবস্থানে মোট শক্তি,

$E_T = E_P + E_Q = 11.111 + 88.889 = 100\ J = E_R$

$\therefore$ P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য।

06. প্রতিটি $0.125\ m^3$ আয়তনের এবং 250 kg ভরের 4 টি ব্লককে পরপর সাজিয়ে স্তম্ভ তৈরি করা হল। [SB'22]

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভের উপর হতে কোনো একটি বস্তুকে ফেলে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? ৩

(গ) **উত্তর:** 1 টি ব্লকের উচ্চতা $h = \sqrt[3]{0.125} = 0.5\ m$ [ধরে নেওয়া হয়েছে ব্লক ঘনক আকার]

4 টি ব্লকের উচ্চতা $H = 4h = 0.5 \times 4 = 2\ m$

ধরি, ভূমি হতে x উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে।

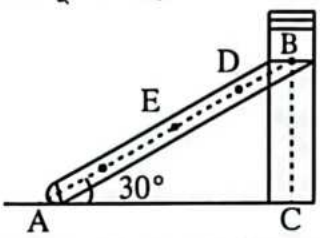
তাহলে, $2E_p = E_k \Rightarrow 2mgx = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 2\,mgx = \frac{1}{2} \times m \times \{u^2 + 2g(H - x)\}$

$\Rightarrow 2\,mgx = mg(H - x)\ [u = 0\ ms^{-1}]$

$\Rightarrow 2x = H - x \Rightarrow x = \frac{H}{3} \Rightarrow x = \frac{2}{3} = 0.667\ m।$

0.667 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে। **(Ans.)**

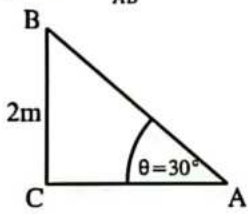
07. শিশুপার্কে স্থাপিত একটি স্লিপারের উচ্চতা BC = 2 m এবং হেলানো তলটি 30° কোণে ঢালু। 25 kg ভরের একজন শিশু স্লিপারের শীর্ষ বিন্দু (B) থেকে ঘর্ষণহীনভাবে স্লিপ করে ভূমিতে A বিন্দুতে পৌঁছে। [CB'22]



(গ) আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য হিসাব কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে স্লিপারের দৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ দূরত্ব (D) ও অর্ধেক দূরত্ব (E) অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তির পরিমাণ সমান হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

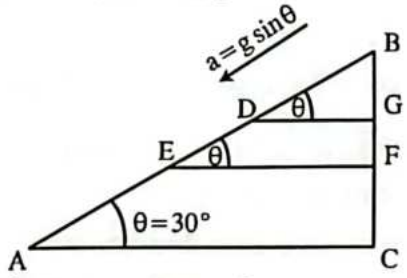
(গ) **উত্তর:** চিত্র হতে, $\sin\theta = \frac{BC}{AB}$



$AB = \frac{BC}{\sin\theta}$; $AB = \frac{2}{\sin 30°}$ ∴ AB = 4m

আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য 4 m **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** শিশুর ভর, m = 25kg



অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আনত তল বরাবর ত্বরণ,

$a = g\sin 30° = 9.8 \times \frac{1}{2} = 4.9\ ms^{-2}$

D, AB স্লিপারের এক-চতুর্থাংশ বিন্দু হওয়ায়,

BD = 1 m এবং AD = 3 m

E, AB স্লিপারের মধ্যবিন্দু হওয়ায়, AE = BE = 2m

D বিন্দুতে বস্তুটির বেগ, $v_D = \sqrt{2a \times BD} = 3.13\ ms^{-1}$

E বিন্দুতে বস্তুটির বেগ, $v_E = \sqrt{2a \times BE} = 4.43\ ms^{-1}$

চিত্রে, $CG = AD\sin 30° = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5$ m

$CF = AE\sin 30° = 2 \times \frac{1}{2} = 1$ m

∴ D বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি,

$E_D = E_{k_D} + E_{p_D} = \frac{1}{2}mv_D^2 + mg \times CG$

$= \frac{1}{2} \times 25 \times (3.13)^2 + 25 \times 9.8 \times 1.5 = 490$ J

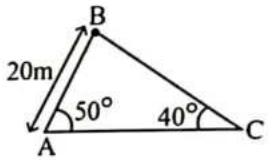
∴ E বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_E = E_{k_E} + E_{p_E}$

$= \frac{1}{2}mv_E^2 + mg \times CF$

$= \frac{1}{2} \times 25 \times (4.43)^2 + 25 \times 9.8 \times 1 = 490$ J

অর্থাৎ, D ও E অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে।

08. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর যেখানে BA এবং BC দুটি আনত তল। BA তলের ঘর্ষণ বল $1.5\ Nkg^{-1}$ এবং BC তলে ঘর্ষণ বল $1Nkg^{-1}$। 3kg ভরের একটি ধাতব গোলক B বিন্দুতে রাখা আছে। [BB'21]

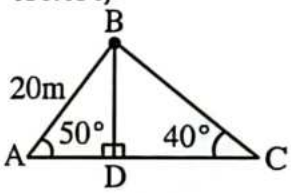


(গ) B বিন্দুতে থাকা গোলকটির বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গোলকটিকে একবার BA পথে এবং আর একবার BC পথে পড়তে দেয়া হল। A বিন্দু ও C বিন্দুতে গোলকটির গতিশক্তি সমান হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

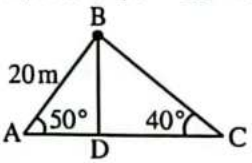
(গ) **উত্তর:** $E_p = mg \times BD = 3 \times 9.8 \times 20\sin 50°$ J

$= 450.434$J



∴ বিভবশক্তি = 450.434 J **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** BA বরাবর, ঘর্ষণ বল, $f = 1.5 \times 3N = 4.5$ N



∴ ক্রিয়াশীল লব্ধি বল,

$= (mg\sin 50° - f) = (3 \times 9.8\sin 50° - 4.5)$ N

$ma = 18.022 \Rightarrow a = 6.007\ ms^{-2}$

$\therefore v = \sqrt{2 \times 6.007 \times 20}\ ms^{-1} = 15.5\ ms^{-1}$

∴ A বিন্দুতে গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$= \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 15.5^2\right)$ J = 360.434 J

BC বরাবর, $\sin 40° = \frac{BD}{BC} \Rightarrow BC = \frac{AB\sin 50°}{\sin 40°} = 23.835$ m

BC তল বরাবর ঘর্ষণ বল, $f' = 1 \times 3 = 3$ N

∴ লব্ধি বল = $(mg\sin 40° - f')$

$= (3 \times 9.8\sin 40° - 3 \times 1)$N = 15.9N

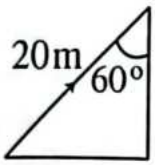
∴ C বিন্দুতে গতিশক্তি = $Fs = 15.9 \times 23.835$ J [$s = BC$]

$= 378.93$ J

∴ A বিন্দুতে এবং C বিন্দুতে গতিশক্তি ভিন্ন।

CamScanner

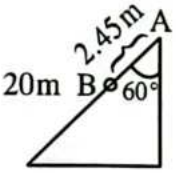
09. উদ্দীপকে 25 kg ভরের একজন বালক 3 kg ভরের একটি গোলক হাতে নিয়ে সিঁড়ি বেয়ে ছাদে উঠতে 2 min সময় নিল। ছাদ হতে গোলকটি ছেঁড়ে দেয়ায় তা সিঁড়ি বেয়ে গড়িয়ে মাটিতে পড়ল। [DB'19]



(ঘ) গোলকটি ছেঁড়ে দেওয়ার 1 s পরে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রয়োজ্য হয় কিনা-উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** গোলকটি A বিন্দুতে,

$E_A = U_A + K_A = 3 \times 9.8 \times 20 \cos 60° + 0 = 294\ J$



গোলকটি B বিন্দুতে আসলে, $S_B = \frac{1}{2} g \cos 60° \times t^2$

$= \frac{1}{2} \times 9.8 \cos 60° \times 1^2 = 2.45\ m$

$V_B = g \cos 60°\ t = 9.8 \cos 60° \times 1 = 4.9\ ms^{-1}$

মোট শক্তি, $E_B = U_B + K_B = 3 \times 9.8 \times (20 \cos 60° - 2.45 \cos 60°) + \frac{1}{2} \times 3 \times 4.9^2 = 294\ J$

অর্থাৎ, A ও B বিন্দুতে মোট গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি তথা যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুবক থাকে।

10. প্রতি তলার উচ্চতা 5m হিসেবে 10 তলা ভবনের সর্বোচ্চ তলায় বসবাসরত একটি পরিবারে একটি শিশু আছে। শিশুটি বারান্দার গ্রীল দিয়ে 100 gm ভরের একটি টেনিস বল ছেড়ে দিলে তা কিছুক্ষণের মধ্যে মাটিতে আঘাত করে। [DB, SB, JB, Din.B'18]

(ঘ) ভবনটি ৭ম ও ৪র্থ তলায় বলটির মোট শক্তি উদ্দীপকের তথ্য ব্যবহার করে গণনা করলে তা শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলবে- এ উক্তিটির সত্যতা যাচাই করে তোমার মতামত দাও। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, টেনিস বলের ভর, $m = 100\ gm = 0.1\ kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

৭ম তলার উচ্চতা, $h_7 = (5 \times 6)m = 30\ m$

৭ম তলায় পৌঁছাতে সরণ, $S_7 = (45 - 30) = 15\ m$

৭ম তলায় বেগ, $v_7 = \sqrt{2gs_7}$

$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 15} = 17.146\ ms^{-1}$

৭ম তলায় বলটির মোট শক্তি, $E_{T_7} = E_{K_7} + E_{P_7}$

$= \frac{1}{2} mv_7^2 + mgh_7$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (17.146)^2 + 0.1 \times 9.8 \times 30 = 44.1\ J$

৪র্থ তলার উচ্চতা, $h_4 = (5 \times 3) = 15\ m$

৪র্থ তলায় পৌঁছাতে সরণ, $S_4 = (45 - 15) = 30\ m$

৪র্থ তলায় বেগ, $v_4 = \sqrt{2gs_4}$

$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 30} = 24.249\ ms^{-1}$

৪র্থ তলায় বলটির মোট শক্তি, $E_{T_4} = E_{K_7} + E_{P_7}$

$= \frac{1}{2} mv_4^2 + mgh_4$

$= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (24.249)^2 + 0.1 \times 9.8 \times 15 = 44.1\ J$

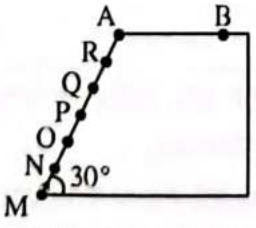
সুতরাং ৭ম ও ৪র্থ তলায় বলের মোট শক্তি একই।

অর্থাৎ, শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

০৫

নিজে করো

11. করিম 400 gm ভরের বস্তু অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 11.76J গতিশক্তি প্রয়োগে M থেকে A বিন্দুতে তুলে নিল। পরবর্তীতে সে বস্তুটিকে আরো বল প্রয়োগে 2m দূরত্বে B বিন্দুতে নিয়ে গেল। পুনরায় বস্তুটিকে A বিন্দুতে এনে আনত তল AM বরাবর ছেড়ে দিল। এখানে ঘর্ষণ বল উপেক্ষণীয়। $g = 9.8\ ms^{-2}$। [BB'21]

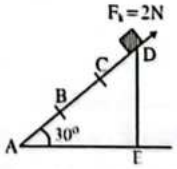


এখানে, MN = ON = OP = PQ = QR = AR

(গ) চিত্রে MAB পথের মোট দূরত্ব কত? [Ans: 8 m]

(ঘ) R এবং P বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি সমান কিনা– গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [Ans: সমান হবে]

12. m ভরের একটি বস্তু DA আনত তলে পড়ছে। এখানে, m = 50kg, DE = 6m এবং AB = BC = CD। [JB'19]

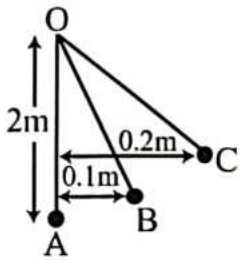


(ঘ) B ও C বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা প্রতিফলিত হয়েছে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[Ans: B ও C বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা প্রতিফলিত হয় না]

CamScanner

13. চিত্রে C বিন্দু একটি সরল দোলকের সর্বাধিক সরণ নির্দেশ করছে। ববের ভর 20 gm। [JB'21]



(ঘ) উদ্দীপকে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয় কিনা B ও C অবস্থানের ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে মতামত দাও।

[Ans: যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয়]

14. একটি ইঞ্জিন 200 kg ভরের একটি বস্তুকে এক মিনিটে 30 m উঁচু দালানের ছাদে তুলতে পারে। ইঞ্জিনটি ক্রয়ের এক বৎসর পর এর ক্ষমতার 40% নষ্ট হয়ে যায়। [$g = 9.8\ ms^{-2}$] [MB'21]

(গ) দালানের ছাদে বস্তুটির বিভবশক্তি নির্ণয় কর।

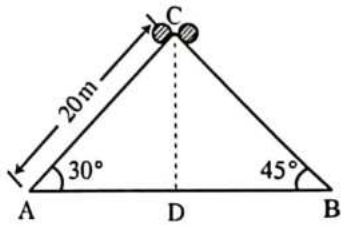
[Ans: 58800 J]

15. সীমা 18 kg ভরের একটি ব্যাগ নিয়ে 50 m উঁচু একটি বিল্ডিং-এ ওঠার পর ছাদ থেকে ব্যাগটি পড়ে গেলে সেটি 'h' উচ্চতায় পাশের বিল্ডিং-এর ছাদে $24.25\ ms^{-1}$ বেগে পড়ল। [SB'19]

(গ) উদ্দীপকের 'h' এর মান নির্ণয় কর। [Ans: 20 m]

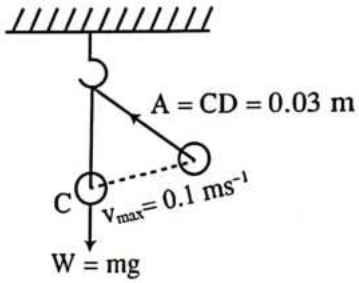
(ঘ) 'h' উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে কি না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [Ans: সমান হবে না]

16. নিচের চিত্রে দুটি হেলানো তল AC ও BC এর শীর্ষবিন্দু C এর উভয় পাশে 2kg ভরের দুটি লোহার গোলকের অবস্থান দেখানো হলো। AC তলের দৈর্ঘ্য 20 m। [CB'19]



(গ) C বিন্দুতে গোলক দুটির মোট শক্তি নির্ণয় কর। [Ans: 392 J]

17. আদিবা পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি সরল দোলক (চিত্রানুযায়ী) নিয়ে কাজ করছিল। সে একটি নির্দিষ্ট সরণে সাম্যাবস্থা থেকে সরল দোলকটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান পেল। [SB'17]



(ঘ) আদিবার পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য কিনা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

[Ans: আদিবার পরীক্ষায় লব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য]

T-04: কাজ-শক্তি উপপাদ্য

Concept

♦ কাজ-শক্তি উপপাদ্য:

অর্থাৎ, বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তন = বস্তুটির ওপর লব্ধি বল দ্বারা কৃতকাজ।

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = W_{net}$

যদি W ধনাত্মক হয়, তখন গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় $(E_{k_f} > E_{k_i})$ এবং সরণ শেষে বস্তুটি আগের চেয়ে আরও দ্রুত চলতে থাকবে। আবার যখন W ঋণাত্মক হয়, তখন গতিশক্তি হ্রাস পায় $(E_{k_f} > E_{k_i})$এবং সরণ শেষে বস্তুর দ্রুতি আগের চেয়ে কম থাকে।

কিন্তু যখন $W = 0$ তখন গতিশক্তি একই থাকে অর্থাৎ, $E_{k_i} = E_{k_f}$ এবং বস্তুর দ্রুতি অপরিবর্তিত থাকে।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$ N বল প্রয়োগ করায় P(2, 1, −3) বিন্দু হতে Q(3, −2, 1) বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। অপর একটি বল $F' = (-\hat{i} - \hat{j} + \hat{k})$ N, $\vec{F}$ এর সাথে প্রযুক্ত হয়ে কণাটিকে P বিন্দু থেকে R(−2, 1, 3) বিন্দুতে স্থানান্তরিত করে। [BB'23]

(ঘ) $\overrightarrow{PQ}$ এবং $\overrightarrow{PR}$ সরণের উভয়ক্ষেত্রে গতিশক্তির পরিবর্তন সমান হবে কিনা–গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

CamScanner

(ঘ) উত্তর: প্রযুক্ত বল, $\vec{F} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$

$\vec{s} = \overrightarrow{PQ} = \vec{Q} - \vec{P} = (3-2)\hat{i} + (-2-1)\hat{j} + \{1-(-3)\}\hat{k} = \hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$

$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) \cdot (\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k})$

$= 2 \times 1 + 3 \times (-3) + (-2) \times 4$

$= 2 - 9 - 8 = -15$ J

$\therefore W = 15$ J (বলের বিপরীতে কাজ হয়েছে)

২য় ক্ষেত্রে: $\overrightarrow{PR} = (-2-2)\hat{i} + (1-1)\hat{j} + (3+3)k$

$= -4\hat{i} + 6\hat{k} = \vec{s'}$

$\vec{F''} = \vec{F} + \vec{F'} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) + (-\hat{i} - \hat{j} + \hat{k})$

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

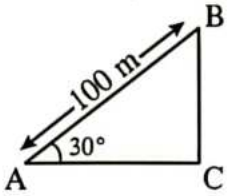
$W' = \vec{F''} \cdot \vec{s'} = (\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) \cdot (-4\hat{i} + 6\hat{k})$

$= -4 - 6 = -10$ J

$\therefore W' = \Delta E_{k_2} = -10$ J $\therefore \Delta E_{k_1} \neq \Delta E_{k_2}$

$\therefore$ গতিশক্তির পরিবর্তন সমান নয়।

02. 1800 kg ভরের একটি গাড়ি 60 kg ভরের একজন ড্রাইভারসহ পাশের চিত্রের আনত তল বরাবর ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে A বিন্দু হতে B বিন্দুতে পৌঁছাতে গাড়িটি 30 sec সময় নেয়। [$g = 9.8$ ms^{-2}] [Ctg.B'22]



(ঘ) উদ্দীপকের গাড়িটি অনুভূমিক রাস্তায় 10 s-এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60 kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে কিনা তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। 8

(ঘ) উত্তর: আমরা জানি, ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1860 \times 9.8 \times 50}{30}$

$= 30380$ W

এখানে, সময় $t = 10$ s $\therefore$ 10 s এ কৃতকাজ,

$W = Pt = 30380 \times 10 = 303800$ J

কাজ-শক্তি উপপাদ্য হতে আমরা জানি, কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$\Rightarrow 303800 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$

$\Rightarrow 303800 = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow v^2 = \frac{303800 \times 2}{m}$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{303800 \times 2}{1860}} = 18.07$ ms^{-1}

$\therefore v = \frac{18.07 \times 3600}{1000} = 65.05$ kmh^{-1}

দেখা যাচ্ছে, $65.05 > 60$ kmh^{-1}

অর্থাৎ, গাড়িটি 10s এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে।

03. 30 gm ভরের একটি মার্বেল 10 ms^{-1} বেগে সোজা গিয়ে একটি স্থির মার্বেলকে ধাক্কা দেয়। ধাক্কার পর মার্বেলটি তার 75% বেগ হারায় এবং স্থির মার্বেলটি 9 ms^{-1} বেগ লাভ করে স্থির অবস্থান থেকে 3 m দূরে একটি মাটির দেয়ালকে ধাক্কা দেয়, মাটির দেয়ালের বাধাদানকারী বল 3 N । (বাতাসের বাধা উপেক্ষা করে)। [JB'17]

(ঘ) মার্বেলটি দেয়ালের ভিতর ঢুকতে পারবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) উত্তর: মনে করি, মার্বেলটি দেয়ালের ভেতর x পরিমাণ ঢুকে যায়।

দেওয়া আছে, মার্বেলের ভর,

$m = 30$ gm $= 0.03$ kg ও বেগ, $v = 9$ ms^{-1}

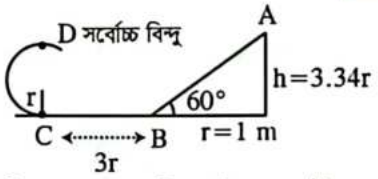
দেয়ালের প্রতিরোধ দানকারী বল, $F = 3$ N

$\therefore$ মার্বেলের গতিশক্তি = বাধাদানকারী বল দ্বারা কৃতকাজ

$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Fx \Rightarrow x = \frac{mv^2}{2F} = \frac{0.03 \times 9^2}{2 \times 3}$ m $= 0.405$ m

সুতরাং, মার্বেলটি দেয়ালটির ভিতর ঢুকতে পারবে এবং 0.405 m পরিমাণ ঢুকবে।

04. 10 cm ব্যাসার্ধের একটি ফাঁপা গোলককে A বিন্দু হতে ছেড়ে দেওয়া হলে এটি গড়িয়ে চলে। গোলকটির ভর 3 kg এবং A হতে D পর্যন্ত সম্পূর্ণ পথে ঘর্ষণ বল, $f = 11.44$ N। [নটর ডেম কলেজ]

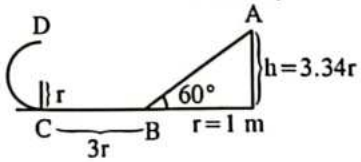


(ঘ) উদ্দীপকের গোলকটি D বিন্দুতে পৌঁছতে পারবে কী না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো 8

(ঘ) উত্তর: এখানে, $r = 1$m গোলকের ভর

A বিন্দুতে, $E_{P_1} = mgh = 3 \times 9.8 \times 3.34 \times 1$

$= 98.196$ J



AB পথে ঘর্ষণে ব্যয়িত শক্তি, $W_{AB} = f \times AB = \frac{h}{\sin 60°} \times 11.44$

$= 44.1584$ J

BC পথে ঘর্ষণে ব্যয়িত শক্তি, $W_{BC} = f \times 3r$

$= 11.44 \times 3 = 34.32$ J

C বিন্দুতে অবশিষ্ট শক্তি, $E_C = E_{P_1} - W_{AB} - W_{BC}$

$= 98.196 - 44.1584 - 34.32 = 19.7176$ J

এখান, C থেকে D তে তোলার প্রয়োজনীয় শক্তি, E = CD পথে ঘর্ষণে ব্যয়িত শক্তি + D বিন্দুর বিভবশক্তি

$= f \times \pi r + mg \times 2r$

$= 11.44 \times 3.1416 + 3 \times 9.8 \times 2 = 94.74$ J

যেহেতু, $E_C < E$। সেহেতু বস্তুটি D বিন্দুতে পৌঁছাতে পারবে না।

05. একটি সিলিন্ডারের ভর 50 kg এবং ব্যাসার্ধ 0.20 m সিলিন্ডারটির অক্ষের সাপেক্ষে এর জড়তা ভ্রামক। kgm^{-2}। সিলিন্ডারটি 2 ms^{-1} বেগে আনুভূমিকভাবে গড়াচ্ছিল। [সোনার বাংলা কলেজ]

(ঘ) সিলিন্ডারটির মোট গতিশক্তি জানা সম্ভব কি-না- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে,

সিলিন্ডারের ভর, $m = 50$ kg,

ব্যাসার্ধ, $r = 0.20$ m

বেগ, $v = 2\ ms^{-1}$

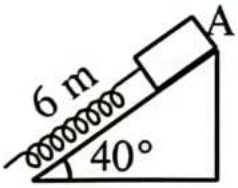
সিলিন্ডারের মোট শক্তি, $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

$= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{v^2}{r^2} = \frac{1}{2} \times 50 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 1 \times \frac{2^2}{0.2^2}$

$= 150$ J

অর্থাৎ, সিলিন্ডারটির মোট গতিশক্তি জানা সম্ভব।

06. একটি হেলানো তলে চিত্রের ন্যায় 2 m দৈর্ঘ্যের একটি 300 Nm^{-1} ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং রাখা আছে। একটি 2 kg ভরের বাক্সকে A বিন্দু থেকে ছেড়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটি সংকুচিত হয়। [বি এ এফ শাহীন কলেজ]

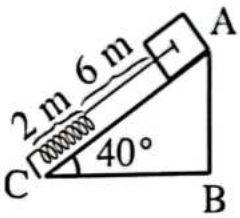


(ঘ) স্প্রিংটির সর্বোচ্চ কী পরিমাণ সংকোচন ঘটবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। 8

(ঘ) উত্তর: এখানে

ভর, $m = 2$ kg

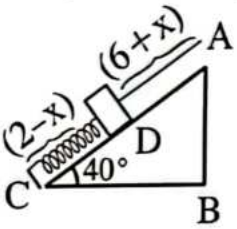
ধরি, স্প্রিংয়ের সংকোচন $= x$ m



A বিন্দুর বিভবশক্তি, $E_p = mg(2 + 6)\sin 40°$

$= 2 \times 9.8 \times 8 \times \sin 40° = 100.79$ J

A বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_{k_1} = 0$ J



বাক্সটি স্প্রিংয়ে আঘাত করে থামার পর বাক্সের সরণ $(6 + x)$m

C বিন্দু হতে বাক্সের দূরত্ব, $(2 - x)$m

D বিন্দুতে বাক্সের উচ্চতা, $h = (2 - x)\sin 40°$

D বিন্দুতে বাক্সের বিভবশক্তি, $E_{P_2} = mg(2 - x)\sin 40°$

গতিশক্তি, $E_{k_2} = 0$ J

স্প্রিংয়ের সংকোচনজনিত বিভবশক্তি, $E_{P_3} = \frac{1}{2}kx^2$

শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, $E_{P_1} + E_{K_1} = E_{P_2} + E_{K_2} + E_{P_3}$

$\Rightarrow 100.79 + 0 = 2 \times 9.8 \times (2 - x)\sin 40°$

$+ \frac{1}{2} \times 300 \times x^2 \Rightarrow 150x^2 - 12.598x - 75.593 = 0$

$\Rightarrow x = 0.753$ এবং $x = -0.669$ m [যা গ্রহণযোগ্য নয়]

$\therefore$ সর্বোচ্চ সংকোচন 0.753 m

নিজে করো

07. একটি কূপের গভীরতা এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 10 m এবং 3.44 m। একটি ইঞ্জিন 3 মিনিটে কূপটি পানিশূন্য করতে পারে। পরে ইঞ্জিনটিকে 1200 kg ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিন হিসেবে ব্যবহার করা হলো। [CB'21]

(ঘ) 2.4 সেকেন্ড সময়ের মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 20 ms^{-1} বেগ অর্জন ঐ গাড়িটির পক্ষে সম্ভব কি-না? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [Ans: সম্ভব]

08. 4 kg ভরের একটি শক্ত পাথর খণ্ড একই ভরের মাটিতে পোঁতা একটি লোহার রডের ওপর 5 m উঁচু কোনো স্থান থেকে খাড়াভাবে পড়ল। ফলে লোহার রডটি মাটির ভেতরে আরও 10 cm প্রবেশ করলো। [SB'19]

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণিত ঘটনাটি কাজ-শক্তির উপপাদ্য সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[Ans: $W = \Delta E_k$; উপপাদ্য সমর্থন করে]

CamScanner

T-05: ক্ষমতা

Concept

ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t}$ [এখানে, t সময়ে কৃতকাজ হলো W]

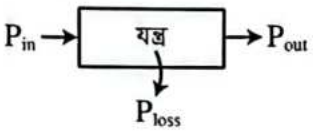
আবার, কোনো বস্তুকে $\vec{v}$ সমবেগে গতিশীল রাখতে যদি $\vec{F}$ বল প্রয়োগ করতে হলে ক্ষমতা, $P = \vec{F}.\vec{v}$

একইভাবে, কৌণিক গতির ক্ষেত্রে, $P = \tau\omega$

এখানে, τ হলো ω সমকৌণিক বেগে গতিশীল রাখতে প্রয়োজনীয় টর্ক।

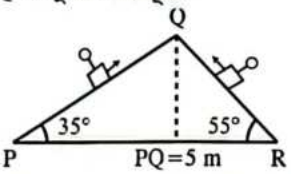
কোনো যন্ত্রে প্রদত্ত ক্ষমতা (Input power) ও যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত ক্ষমতা (Output power) একই হয় না। কিছু ক্ষমতার নষ্ট (loss) হয়। এই output ও input এর অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলা হয়।

কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\%$



সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. 50 kg ভরের একজন শ্রমিক 20 kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে চিত্রানুযায়ী ঢাল বেয়ে Q বিন্দুতে পৌঁছাল। প্রথমে PQ পথ ব্যবহার করল। পরে RQ পথে গেল। উভয়ক্ষেত্রে আদি বেগ একই এবং Q বিন্দুতে বেগ শূন্য। [Ctg.B'24]



(ঘ) কোন পথে সে কম ক্ষমতা ব্যয়ে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে পারবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। 8

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, P ও R উভয় বিন্দুতে আদিবেগ $u\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে, Q বিন্দুতে বেগ $v = 0\ ms^{-1}$

PQ পথে ত্বরণ, $a_1 = g\sin(35°)$

RQ পথে ত্বরণ, $a_2 = g\sin(55°)$

ধরি, P ও R বিন্দু হতে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে t_1 ও t_2

$\therefore$ PQ পথের ক্ষেত্রে, $v = u - a_1t_1$ ..... (i)

এবং RQ পথের ক্ষেত্রে, $v = u - a_2t_2$ ..... (ii)

(i) ও (ii) হতে, $u - a_1t_1 = u - a_2t_2$

$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{g\sin(55°)}{g\sin(35°)} \Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = 1.43$ [$\because$ শেষবেগ শূন্য]

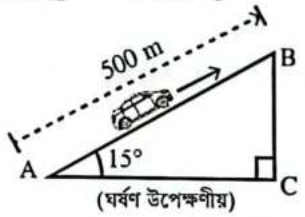
যেহেতু Q বিন্দুর উচ্চতা P ও R উভয় বিন্দু হতে সমান। তাই, RQ পথেও Q বিন্দুতে পৌঁছাতে একই পরিমাণ কাজ করতে হবে। এখন, PQ পথে ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_1 = \frac{W}{t_1}$

এবং RQ পথে ব্যয়িত ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W}{t_2}$

$\therefore \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{W}{t_1}}{\frac{W}{t_2}} = \frac{t_2}{t_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{1.43} \Rightarrow P_2 = 1.43P_1$

এখানে, $P_2 > P_1$; সুতরাং P বিন্দু হতে কম ক্ষমতা ব্যয় করে Q বিন্দুতে পৌঁছাতে পারবে।

02. চিত্রের গাড়িটির ভর 3000 kg এবং ক্ষমতা 152.18 kW, [$g = 9.8\ ms^{-2}$] [JB'24]



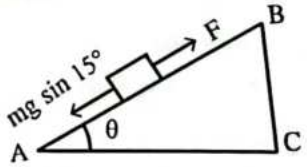
(ঘর্ষণ উপেক্ষণীয়)

(ঘ) "AB রাস্তা বরাবর গাড়িটির বেগ $72\ kmh^{-1}$ সীমা অতিক্রম করা সম্ভব নয়-গাণিতিকভাবে উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, AB বরাবর গাড়িটি v সমবেগে চলবে। হেলানো তল বরাবর নিচের দিকে $mg\sin\theta$ বল ক্রিয়া করবে।

ফলে গাড়িটিকে v বেগে চলতে $mg\sin\theta$ এর সমপরিমাণ F বল উপরের দিকে অর্থাৎ, AB বরাবর প্রয়োগ করতে হবে।

$\therefore F = mg\sin\theta$



দেওয়া আছে, গাড়ির ভর, $m = 3000$ kg

কোণ, $\theta = 15°$; ক্ষমতা, $P = 152.18\ kW = 152180\ W$

আমরা জানি, $P = Fv \Rightarrow P = mg\sin\theta \times v$

$\Rightarrow v = \frac{P}{mg\sin\theta} = \frac{152180}{3000\times9.8\times\sin(15°)} \approx 20\ ms^{-1}$

$= \frac{20\times3600}{1000}\ kmh^{-1} = 72\ kmh^{-1}$

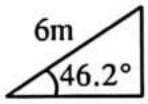
অর্থাৎ, গাড়িটি তার সবটুকু ক্ষমতা ব্যয় করলে তার বেগ হবে $72\ kmh^{-1}$।

সুতরাং, গাড়িটির বেগ $72\ kmh^{-1}$ সীমা অতিক্রম করা সম্ভব নয়।

03. একটি দালানের ছাদের সাথে দুটি মই লাগানো আছে। একটি মই এর দৈর্ঘ্য 5m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 60° কোণ করে রয়েছে। দ্বিতীয় মইটির দৈর্ঘ্য 6m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 46.2° কোণ করে রয়েছে। দুইজন নির্মাণ শ্রমিক উভয়ে 20 kg বোঝা নিয়ে 1 মিনিটে ভিন্ন ভিন্ন মই ব্যবহার করে ছাদে উঠতে পারেন। প্রথম মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 60kg এবং দ্বিতীয় মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 70kg। [RB'21]

(ঘ) উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা অভিন্ন হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** প্রথম শ্রমিকের ক্ষমতা, $P_1 = \frac{W_1}{t} = \frac{3394.82J}{60s} = 56.58\ W$



আবার, ২য় শ্রমিকের কাজ,

$W_2 = (70\ kg + 20kg) \times 9.8\ ms^{-2} \times \{6m \times \sin(46.2°)\}$
$= 3819.555\ J$

∴ ২য় শ্রমিকের ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W_2}{t} = \frac{3819.555J}{60s} = 63.66\ W$

দেখা যায়, $P_2 > P_1$

∴ উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা ভিন্ন হবে, অভিন্ন হবে না।

04. একটি সুউচ্চ অফিস বিল্ডিং-এ আরোহীসহ সর্বোচ্চ 400 kg ভরের ধারণক্ষমতা সম্পন্ন একটি লিফট দুই তলা হতে সাত তলার মধ্যে ওঠা-নামা করে। বিল্ডিংটির প্রতিটি ফ্লোরের উচ্চতা 3 m। উক্ত অফিসের একজনের ভর 45 kg এবং তিনি একদিন লিফটটিতে চড়ে $2\ ms^{-2}$ ত্বরণে উঠানামার সময় ওয়েট মেশিনে তার ওজন পরিমাপ করলেন। এক্ষেত্রে সর্বত্র অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.8\ ms^{-2}$। [DB'17]

(গ) লিফটটিকে দুই তলা হতে সাত তলায় $2\ ms^{-1}$ সমবেগে উঠাতে সর্বনিম্ন কত অশ্ব ক্ষমতার একটি মোটরের প্রয়োজন হবে? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ভর, m = 400 kg

∴ বল, $F = mg = (400 \times 9.8)N = 3920\ N$

বেগ, $v = 2\ ms^{-1}$

আমরা জানি, ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$

$= (3920 \times 2)W = 7840W = \frac{7840}{746}HP = 10.51\ HP$ **(Ans.)**

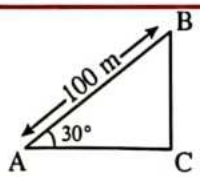
নিজে করো

05. নতুন ভবন নির্মাণের সময় 60 kg ভরের একজন শ্রমিক 40 kg ভরের সিমেন্টের বস্তা মাথায় নিয়ে 2 min. সময়ে মই বেয়ে ভবনের ছাদে উঠল। মইটির দৈর্ঘ্য 40 m। এর পর সে আনত মসৃণ তল বেয়ে পিছলিয়ে নিচে নামল। মই ও মসৃণ তল উভয়ই ভূমির সাথে 30° কোণে আনত। [SB'21]

(গ) ছাদে উঠতে শ্রমিক কত ক্ষমতা প্রয়োগ করেছিল?

[Ans: 163.33 W]

06. 1800 kg ভরের একটি গাড়ি 60 kg ভরের একজন ড্রাইভারসহ পাশের চিত্রের আনত তল বরাবর ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে A বিন্দু হতে B বিন্দুতে পৌঁছাতে গাড়িটি 30 sec সময় নেয়। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ [Ctg.B'22]



(গ) গাড়িটির ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর।

[Ans: 40.72 HP]

07. একটি ইঞ্জিন 200 kg ভরের একটি বস্তুকে এক মিনিটে 30 m উঁচু দালানের ছাদে তুলতে পারে। ইঞ্জিনটি ক্রয়ের এক বৎসর পর এর ক্ষমতার 40% নষ্ট হয়ে যায়। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ [MB'21]

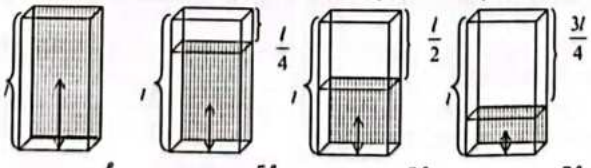
(ঘ) এক বৎসর পরে একই ছাদে বস্তুটিকে তুলতে সময়ের পরিবর্তন কেমন হবে- গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। [Ans: সময় বেশি লাগবে]

T-06: কুয়া ও চৌবাচ্চা

Concept

♦ চৌবাচ্চা খালি করা:

একটি চৌবাচ্চা থেকে তরল উপরে উঠানোর মাধ্যমে সম্পন্ন কাজ নির্ণয় সংক্রান্ত উদাহরণ বিবেচনা করি।



গড় সরণ $\frac{\ell}{2}$ গড় সরণ $\frac{5\ell}{8}$ গড় সরণ $\frac{3\ell}{4}$ গড় সরণ $\frac{7\ell}{8}$

CamScanner

এখানে চারটি চিত্রে, একই আকৃতি বিশিষ্ট আয়তনের চারটি চৌবাচ্চা বিভিন্ন উচ্চতা পর্যন্ত তরলে পূর্ণ আছে। এদের ভারকেন্দ্রের উচ্চতাও চিত্রে দেখানো হয়েছে। চৌবাচ্চা থেকে পানি বের করে নিয়ে আসার জন্য সম্পন্ন কাজ, $W = mgh$

এখানে, h = পানির ভারকেন্দ্রের সরণ = গড় সরণ = $\frac{\text{পানির উপরের স্তরের সরণ} + \text{পানির নিম্নতম স্তরের সরণ}}{2}$

চিত্র থেকে লক্ষ করি, প্রতিটি চৌবাচ্চা খালি করে ফেলতে,

প্রথম চৌবাচ্চার জন্য, $h = \frac{0+\ell}{2} = \frac{\ell}{2}$; দ্বিতীয় চৌবাচ্চার জন্য, $h = \frac{\frac{\ell}{4}+\ell}{2} = \frac{5\ell}{8}$; তৃতীয় চৌবাচ্চার জন্য, $h = \frac{\frac{\ell}{2}+\ell}{2} = \frac{3\ell}{4}$

চতুর্থ চৌবাচ্চার জন্য, $h = \frac{\frac{3\ell}{4}+\ell}{2} = \frac{7\ell}{8}$; [যেখানে, ℓ চৌবাচ্চাগুলোর উচ্চতা।]

অর্থাৎ, প্রত্যেক ক্ষেত্রে পানির উপরের স্তরের সরণ ও নিম্নতম স্তরের সরণের গড় বের করে ব্যবহার করা হয়েছে।

কৃতকাজ নির্ণয়ের সূত্রে, m = অপসারিত ভর

= ঘনত্ব × অপসারিত পানির আয়তন

= ρ × চৌবাচ্চার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল × অপসারিত পানি স্তরের উচ্চতা

= ρ A y

প্রথম চৌবাচ্চার ক্ষেত্রে, $y = l$, দ্বিতীয় চৌবাচ্চার ক্ষেত্রে, $y = \frac{3l}{4}$, তৃতীয় চৌবাচ্চার ক্ষেত্রে, $y = \frac{l}{2}$ এবং চতুর্থ চৌবাচ্চার ক্ষেত্রে, $y = \frac{l}{4}$

∴ কূয়া খালি করতে কৃতকাজ, $W = mgh = \rho Aygh$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

০৫

01. একটি পানির ট্যাংকের গভীরতা 20 m এবং ব্যাস 4 m। ট্যাংকটিকে পানিশূন্য করার জন্য একটি পাম্প লাগানো হলো। পাম্পটি চালু করার 10 মিনিট পর ট্যাংকের এক চতুর্থাংশ খালি করে পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেলো। পরে অন্য আরেকটি পাম্প দ্বারা ট্যাংকের বাকি পানি শূন্য করা হলো। [পানির ঘনত্ব 1000 kg m^{-3}] [DB'24]

(গ) প্রথম পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দ্বিতীয় পাম্পটি যদি বাকি ট্যাংকের পানি 20 মিনিটে শূন্য করতে পারে তাহলে উভয় পাম্পের মধ্যে কোনটির অশ্বক্ষমতা বেশি গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পানির ট্যাঙ্কের গভীরতা,

h = 20 m, পানির ট্যাঙ্কের ব্যাস, d = 4m

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

$\frac{1}{4}$ অংশ পানি খালি করতে প্রয়োজনীয় সময়, t = 10 min = 600 sec

ট্যাঙ্কটির আয়তন, $V = \frac{1}{4}\pi d^2 h = \frac{1}{4} \times \pi \times 4^2 \times 20 = 80\pi\ m^3$

খালিকৃত পানির ভর,

$m = \frac{V}{4}\rho = \frac{80\pi}{4} \times 1000 = 20000\pi\ kg$

খালিকৃত পানির ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{20}{4\times2} = 2.5\ m$

এখানে, পাম্পের কৃতকাজ, $W = mgh' = 20000\pi \times 9.8 \times 2.5$

$= 1539380.4\ J$

∴ পাম্পের ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{1539380.4}{10\times60} = 2565.634\ W$

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, ১ম পাম্পের ক্ষমতা,

$P = 2565.634\ W = \frac{2565.634}{746}\ HP = 3.44\ HP$

ট্যাঙ্কের আয়তন, $V = 80\pi m^3$

দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষেত্রে,

অপসারিত পানির ভর, $m_2 = \frac{3}{4}V\rho = \frac{3}{4} \times 80\pi \times 1000$

$= 60000\pi\ kg$

পানির ভরকেন্দ্রের সরণ, $h_2 = \frac{15}{2} + 5 = 12.5\ m$

দ্বিতীয় পাম্প দ্বারা কৃতকাজ,

$W_2 = m_2 g h_2 = 60000\pi \times 9.8 \times 12.5 = 23090706\ J$

পানি অপসারণ করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t_2 = 20\ min = 20 \times 60 = 1200\ sec.$

দ্বিতীয় পাম্পের ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{23090706}{1200}$

$= 19242.255\ W = \frac{19242.255}{746}\ HP = 25.794\ HP$

এখানে, $P_2 > P$, সুতরাং দ্বিতীয় পাম্পের অশ্বক্ষমতা বেশি হবে।

02. পানিপূর্ণ একটি চৌবাচ্চার ব্যাসার্ধ 2 মিটার ও উচ্চতা 20 মিটার। চৌবাচ্চাটির অর্ধেক পানিশূন্য করতে 75% কর্মদক্ষতা সম্পন্ন একটি পাম্পের 20 মিনিট সময় লাগে। [Din.B'24]

(গ) পাম্পটির ক্ষমতা H. P এককে কত? ৩

(ঘ) চৌবাচ্চার বাকি অর্ধেক পানি নিষ্কাশন করতে পাম্পটির একই সময় লাগবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, চৌবাচ্চার ব্যাসার্ধ, $r = 2m$

চৌবাচ্চার উচ্চতা, $h = 20m$

পাম্পের কর্মদক্ষতা, $\eta = 75\% = 0.75$

চৌবাচ্চাটি অর্ধেক খালি করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = 20 \text{ min} = 20 \times 60 \text{ sec} = 1200 \text{ sec}$

চৌবাচ্চাটির আয়তন, $V = \pi r^2 h = \pi \times (2)^2 \times 20$

$= 80\pi \text{ m}^3$

চৌবাচ্চাটিতে মোট পানির পরিমাণ,

$m = V\rho = 80\pi \times 1000 = 80000\pi \text{ m}^3$

পানির ভরকেন্দ্রের সরণ $= \frac{0+\frac{h}{2}}{2} = \frac{h}{4}$

চৌবাচ্চাটি অর্ধেক খালি করতে কৃতকাজ, $W = \frac{m}{2} \times g \times \frac{h}{4}$

$= \frac{1}{8} \times 80000\pi \times 9.8 \times 20 = 6157521.6 \text{ J}$

পাম্পটির কার্যকর ক্ষমতা,

$P_{out} = \frac{W}{t} = \frac{6157521.6}{1200} = 5131.27 \text{ W}$

আমরা জানি, $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \Rightarrow P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{5131.27}{0.75}$

$= 6841.7 \text{ W} = \frac{6841.7}{746} \text{ H.P} = 9.17 \text{ H.P}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই,

চৌবাচ্চাটির মোট পানির ভর $= 80000\pi \text{ kg}$

পাম্পটির কার্যকর ক্ষমতা, $P_{out} = 5131.27 \text{ W}$

চৌবাচ্চার গভীরতা, $h = 20 \text{ m}$

বাকী অর্ধেক পানি খালি করতে পানির ভরকেন্দ্রের সরণ,

$h' = \frac{\left(\frac{h}{2}+h\right)}{2} = \frac{3}{4}h = \frac{3}{4} \times 20 = 15 \text{ m}$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি, কৃতকাজ, $W = P_{out} \times t$

$\Rightarrow \frac{m}{2} \times g \times h' = P_{out} \times t$

$\Rightarrow t = \frac{\frac{m}{2} \times g \times h'}{P_{out}} = \frac{\frac{80000\pi}{2} \times 9.8 \times 15}{5131.27} = 3600 \text{ sec}$

$= 60 \text{ min} \neq 20 \text{ min}$

সুতরাং বাকি অর্ধেক পানি নিষ্কাশন করতে পাম্পটির একই সময় লাগবে না।

03. একটি পানিপূর্ণ কূপের গভীরতা ও ব্যাস যথাক্রমে 20 m ও 2 m। একটি পাম্প 30 min এ কূপটিকে পানিশূন্য করতে পারে। $[g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$ **[Ctg.B'23]**

(গ) পাম্পের ক্ষমতা বের কর। ৩

(ঘ) কূপটির ১ম চতুর্ভাগ ও ৪র্থ চতুর্ভাগ পানিশূন্য করতে প্রয়োজনীয় সময়ের তারতম্য হবে কিনা? হলে কেমন হবে হিসাব বের করে দেখাও। ৪

(গ) **উত্তর:** এখানে, r =ব্যাসার্ধ $= \frac{2}{2} = 1 \text{ m}$

গভীরতা, $h = 20 \text{ m}$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

পানির ভর, $m = \pi r^2 h\rho$

$= \pi \times 1^2 \times 20 \times 1000$

$= 62831.85 \text{ kg}$

ভরকেন্দ্রের সরণ, $d = \frac{h}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ m}$

$\therefore$ ক্ষমতা, $P = \frac{mgd}{t}$ $[t = \text{সময়} = 30 \text{ min} = 1800 \text{ s}]$

$= \frac{62831.85 \times 9.8 \times 10}{1800} \text{W}$

$= 3420.84 \text{ W}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** ১ম চতুর্ভাগের,

ভর, $m' = \frac{m}{4} = 15707.96 \text{ kg}$

গভীরতা, $h' = \frac{h}{4} = \frac{20}{4} = 5m$

$\therefore$ ভরকেন্দ্রের সরণ, $d' = \frac{h'}{2} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m}$

'গ' হতে, ক্ষমতা, $P = 3420.84 \text{ W}$

১ম চতুর্ভাগ খালি করতে প্রয়োজনীয় সময় t' হলে,

$P = \frac{m'gd'}{t'} \Rightarrow t' = \frac{m'gd'}{P} = \frac{15707.96 \times 9.8 \times 2.5}{3420.84} = 112.5 \text{ s}$

৪র্থ চতুর্ভাগের, ভর, $m'' = \frac{m}{4} = 15707.96 \text{ kg}$

ভরকেন্দ্রের সরণ, $d'' = \frac{3h}{4} + \frac{h}{8} = 15 + 2.5 = 17.5 \text{ m}$

এক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময় t'' হলে,

$P = \frac{m''gd''}{t''} \Rightarrow t'' = \frac{m''gd''}{P}$

$= \frac{15707.96 \times 9.8 \times 17.5}{3420.84} = 787.5 \text{ s}$

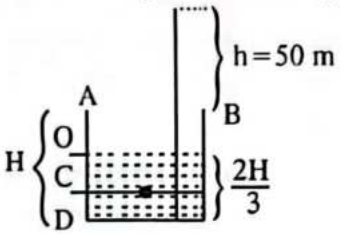
$\therefore$ সময়ের তারতম্য হবে এবং ৪র্থ চর্তুভাগে পানিশূন্য করতে প্রয়োজনীয় সময়ের $\left(\frac{787.5}{112.5}\right) = 7$ গুণ সময় লাগবে।

04. একটি ছাত্রাবাসের পানির রিজার্ভ ট্যাংকির দৈর্ঘ্য 1.6 মিটার, প্রস্থ 1.4 মিটার এবং গভীরতা 1.2 মিটার। ট্যাংকটির দুই-তৃতীয়াংশ পানি দ্বারা পূর্ণ রয়েছে। 50 মিটার উঁচুতে পানি তোলার জন্য ছাত্রাবাসে 5.5 kW ক্ষমতা সম্পন্ন একটি তড়িৎ মোটর ব্যবহার করা হয় যার দক্ষতা 80%। অর্ধেক পানি তোলার পর বিদ্যুৎ চলে গেলে পাম্পটি বন্ধ হয়ে যায়। বিদ্যুৎ চলে আসায় পাম্পটি পুনরায় চালু করায় ট্যাংকি পানি শূন্য হয়। **[SB'23, RB'22, Ctg.B'21]**

(গ) বিদ্যুৎ চলে যাওয়ার পূর্বে পানি উত্তোলনে ব্যয়িত শক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বিদ্যুৎ চলে যাওয়ার আগে বা পরে কোন ক্ষেত্রে পানি উত্তোলনে সময় বেশি লাগবে? তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) উত্তর: চিত্রে, $OA = \frac{H}{3} = OD$; $OC = \frac{\frac{H}{3}}{2} = \frac{H}{6}$



পানি ট্যাংকি থেকে ছাত্রাবাসে নিতে, ভারকেন্দ্রের সরণের মান,

$x = h + \frac{H}{3} + \frac{H}{6} = 50 + \frac{1.2}{3} + \frac{1.2}{6} = 50.6m$

ব্যয়িত শক্তি, $W = mgx = V\rho gx$

উত্তোলিত পানির আয়তন, $V = L \times B \times \frac{2H}{3} \times \frac{1}{2}$

$= L \times B \times \frac{H}{3}$

[দৈর্ঘ্য, $L = 1.6$ m; প্রস্থ $B = 1.4$ m]

$\therefore W = V\rho gx = 1.6 \times 1.4 \times \frac{1.2}{3} \times 1000 \times 9.8 \times 50.6$

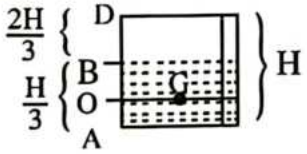
$= 444.308 \times 10^3$J **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: বিদ্যুৎ যাওয়ার পূর্বে: $W = 444.308 \times 10^3$J

$P = 5.5 \times 10^3 \times 0.8 = 4400$W

$t_1 = \frac{W}{P} = \frac{444.308 \times 10^3}{4400} = 100.97$s

বিদ্যুৎ যাওয়ার পরে:



$OA = \frac{H}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{H}{6}$

পানির কেন্দ্রের সরণ,

$x = h + BD + OB =$

$50 + \frac{2H}{3} + \frac{H}{6} = 50 + \frac{2 \times 1.2}{3} + \frac{1.2}{6} = 51m$

পানির আয়তন, $V = L \times B \times \frac{H}{3}$

$= 1.6 \times 1.4 \times \frac{1 \cdot 2}{3} = 0.896\ m^3$

$t_2 = \frac{W}{P} = \frac{V\rho gx}{P_{in} \times \eta} \Rightarrow t_2 = \frac{0.896 \times 1000 \times 9 \cdot 8 \times 51}{5 \cdot 5 \times 10^3 \times 0 \cdot 8} = 101.777$ s

$t_2 > t_1$ ∴ বিদ্যুৎ যাওয়ার পর বেশি সময় লাগবে।

05. একটি কূপের গভীরতা এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে **10 m** এবং **3.44 m**। একটি ইঞ্জিন 3 মিনিটে কূপটি পানিশূন্য করতে পারে। পরে ইঞ্জিনটিকে **1200 kg** ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিন হিসেবে ব্যবহার করা হলো। **[CB'21]**

(গ) কূপের ক্ষেত্রে ইঞ্জিন দ্বারা সম্পাদিত কাজের হিসাব কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $r = 3.44$ m

$h = 10$ m

$l = \frac{10}{2}$ m $= 5$m

আমরা জানি, $W = mgl = \rho \times \pi r^2 hgl$

$= (1000 \times \pi \times 3.44^2 \times 10 \times 9.8 \times 5)$ J

$= 18216454.5$ J **(Ans.)**

06. জামাল রিজার্ভ ট্যাংক থেকে **25 m** উচ্চতার ছাদে পানি তোলার জন্য **10 kW** ক্ষমতা ও **60%** দক্ষতার পাম্প ব্যবহার করছে। ট্যাংকের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও গভীরতা যথাক্রমে **4 m, 3 m** ও **2 m** এবং ট্যাংকটির অর্ধেক পানিপূর্ণ ছিল। [$g = 9.8\ ms^{-2}$ এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$] **[Din.B'21]**

(গ) রিজার্ভ ট্যাংক থেকে **10kg** পানি ছাদে তোলার জন্য কত শক্তি খরচ হবে? ৩

(ঘ) পাম্পটি **1** ঘণ্টায় ট্যাংকটিকে খালি করতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তোমার মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: 10kg পানির আয়তন, $V = \frac{10}{1000} = 0.01m^3$

$\therefore$ উচ্চতা, $h = \frac{0.01}{4 \times 3}$m $= \frac{1}{1200}$m

ভরকেন্দ্রের সরণ $= 1 + \frac{1}{1200 \times 2}$

$\therefore l = \left(25 + 1 + \frac{1}{2400}\right)$m

$W = mgl = 10 \times 9.8 \times \left(25 + 1 + \frac{1}{1200 \times 2}\right)$

$= 2548.041$J **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে,

$\eta = 0.6$

$P = 10 \times 1000$W

$m = \rho V = 1000 \times 4 \times 3 \times \frac{2}{2}$

পানির সরণ, $l = 25 + 1 + 0.5 = 26.5$ m

$0.6\ Pt = mgl$

$\Rightarrow 0.6 \times 10 \times 1000t$

$= 1000 \times 4 \times 3 \times \frac{2}{2} \times 9.8 \times 26.5$

$\Rightarrow t = 519.4s = 0.1443$ hour $= 8.66$ minutes

$\therefore$ 1 ঘণ্টার অনেক কম সময়েই ট্যাংকটি খালি করতে পারবে।

নিজে করো

07. A ও B দুটি পানিপূর্ণ কুয়া যাদের গভীরতা যথাক্রমে 12m ও 10m এবং ব্যাস যথাক্রমে 1.8 m ও 2m। X ও Y দুটি পাম্প যাদের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে 70% ও 60% । X পাম্পটি A কুয়াকে 24 মিনিটে পানিশূন্য করতে পারে। Y পাম্পের ক্ষমতা 2.4 HP। **[RB'24]**

(গ) X পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। **[Ans: 1781.3 W]**

(ঘ) X ও Y পাম্প দ্বারা B কুয়াকে একই সময়ে পানিশূন্য করা যাবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

[Ans: X ও Y পাম্প দ্বারা B কুয়াকে একই সময়ে খালি করা যাবে না]

08. W_1 ও W_2 দুটি পানিপূর্ণ কুয়া যাদের গভীরতা যথাক্রমে 12m ও 10m এবং ব্যাস যথাক্রমে 1.8m ও 2m। X_1 ও X_2 দুটি পাম্প যাদের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে 75% ও 65%। X_1 পাম্পটি W_1 কুয়াকে 24 মিনিটে পানিশূন্য করতে পারে। X_2 পাম্পের ক্ষমতা 2.5 H.P [BB'24]

(গ) X_1 পাম্পটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। [Ans: 1662.7 W]

(ঘ) X_1 ও X_2 পাম্প দ্বারা W_2 কুয়াকে একই সময়ে পানিশূন্য করা যাবে কিনা-গাণিতিকভাবে মতামত দাও।

[Ans: একই সময়ে পানিশূন্য করা যাবে না।]

09. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 15 m ও ব্যাসার্ধ 1 m। কুয়াটি পানিশূন্য করার জন্য 6 HP এর একটি পাম্প লাগানো হলো। অর্ধেক পানি উঠানোর পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতা সম্পন্ন আরো একটি পাম্প লাগানো হল। [DB'23]

(গ) প্রথম পাম্পের দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় কর।

[Ans: 865.9×10^3 J]

(ঘ) পাম্প দুটি দ্বারা পানি তুলতে সময় একই লাগবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: একই সময় লাগবে না]

10. পানিপূর্ণ একটি কুয়ার গভীরতা 10 m, ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 2 HP ক্ষমতার একটি পাম্প চালু করা হলো। অর্ধেক পানি শূন্য হওয়ার পর পাম্পটি নষ্ট হলে 3 HP ক্ষমতার অপর একটি পাম্প চালু করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো। [DB'22, JB'22]

(গ) উদ্দীপকের ১ম পাম্পটি মিনিটে কী পরিমাণ পানি উত্তোলন করবে? বের কর। [Ans: 3653.88 kg]

(ঘ) উদ্দীপকের উভয় পাম্পের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময় একই ছিলো কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর।

[Ans: একই ছিলো না।]

11. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 10 m এবং ব্যাস 1.5 m। একটি পাম্প 25 মিনিটে কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে পারে। কিন্তু এক তৃতীয়াংশ পানি উত্তোলন করার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে যায়। পরে 70% দক্ষতার আরও একটি পাম্প যুক্ত করে 30 মিনিটে বাকি পানি উত্তোলন করা হয়। [BB'23, Din.B'22]

(গ) ১ম পাম্পটি কত সময়ব্যাপী কাজ করে তা নির্ণয় কর।

[Ans: 166.67s]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন পাম্পটির ক্ষমতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [Ans: ১ম পাম্পের ক্ষমতা বেশি]

12. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12 m এবং ব্যাস 3 m। কুয়াটিকে 22 মিনিটে পানিশূন্য করতে 6 H. P এর একটি পাম্প লাগানো হলো। অর্ধেক পানি শূন্য করার পর পাম্পটি নষ্ট হওয়ায় অন্য একটি পাম্পের সাহায্যে পূর্ব নির্ধারিত সময়ে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো। [RB'21]

(গ) প্রথম পাম্পটি কত সময় পর নষ্ট হয়েছিল? [Ans: 4.64 m]

(ঘ) পাম্প দুটির ক্ষমতার তারতম্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: প্রথম পাম্পের ক্ষমতা দ্বিতীয় পাম্পের চেয়ে $(6 - 4.815)$ HP = 1.185 HP বেশি]

13. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 20 m এবং ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানি শূন্য করার জন্য 5 HP ক্ষমতার একটি পাম্প লাগানো হল। কুয়ার উপরের $\frac{1}{4}$ অংশ পানি তোলার পর পাম্পটি বন্ধ হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতা সম্পন্ন আর একটি পাম্প লাগানো হল। [SB'21]

(গ) প্রথম পাম্প দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

[Ans: 384846 J]

(ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে পানি তুলতে একই সময় লাগবে কিনা - গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

[Ans: পানি তোলার সময় ভিন্ন।]

14. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 20 m ও ব্যাস 4 m। একটি পাম্প 10 মিনিটে কুয়াটির অর্ধেক খালি করতে পারে। [JB'21]

(গ) উদ্দীপকের পাম্পটির অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর।

[Ans: 13.757 HP]

(ঘ) কুয়ার বাকি অর্ধেক খালি করতে পাম্পটির কি একই সময় লাগবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

[Ans: একই সময় লাগবে না]

15. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 10 m এবং ব্যাস 2 m। একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। উক্ত পাম্পের সাথে আরও একটি 1 HP ক্ষমতার পাম্প যুক্ত করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করলে কিছু সময় সাশ্রয় হয়। [BB'19]

(গ) প্রথম পাম্পের কৃতকাজ নির্ণয় কর। [Ans: 1539384 J]

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কত সময় সাশ্রয় হবে- গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। [Ans: 7.35 min]

16. 4m ব্যাসবিশিষ্ট একটি পানিপূর্ণ কুয়ায় একটি পাম্প 5kg পানিকে 20m উচ্চতায় তুলে 10 ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করে। 5HP ক্ষমতার অন্য একটি পাম্প পানিপূর্ণ কুয়াকে পানিশূন্য করে। [DB'21]

(গ) ১ম পাম্পের শক্তি নির্ণয় কর। [Ans: 1230 J]

(ঘ) কুয়াটি পানিশূন্য করতে কোন পাম্পটির কম সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

CamScanner

CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	কৃতকাজ	6	24	35	RB'24; JB'24, 22, 21, 17; Ctg.B'24, MB'24, 23, 21; CB'24, 22, 21; DB'23, 22, 21, 19; 22, 21; Din.B'21,17; SB'22, 21; BB'22, 21, 19; DB, SB, JB, Din.B'18.	RB'24, 23, 21; Ctg.B'24, 22, 21; SB' 24, 23, 22, 21, 19, 18; JB'24, 23, 21, 19, 18; CB'24, 22, 21, 19; MB'24, 23, 22, 21; Din.B'24, 23,22, 1817; DB'23, 22, 21, 19, 18; BB'22, 21, 19;
✪✪✪	T-02	স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ	20	25	47	DB'24, 22, 21, 19, 17; RB'23, 22, 21, 17; Ctg.B' 24, 21; BB'24, 23, 22, 21; JB' 22, 21, 19, 17; CB'22; Din.B'24, 23, 22, 21, 19, 17; SB'23, 22, 21, 19; MB'24, 23, 21	Ctg.B'24, 23, 22, 21; DB'24, 23, 22, 21,18, 17; RB' 23, 22, 21; SB'24, 22,18, 17; BB'23, 22; CB'23, 22, 21, 19; Din.B'21, 18; JB'24, 22, 21, 19; MB' 23
✪✪✪	T-03	বিভবশক্তি ও গতিশক্তি	4	10	54	RB'24, 23, 22, 21, 17; JB'24, 21, 19, 17, 15; Din.B'24; Ctg.B'23; DB'21,19; BB'23, 15.	DB'24, 22, 21,17; RB'24, 23, 22, 21, 19; SB'24, 23, 22, 17; JB'24, 22,21,19; MB'24, 21; CB'24, 23, 22, 21, 19; Din.B'24, 23, 22,21; Ctg.B'23, 22, 21, 17; BB'23,22,21,17;
✪✪	T-04	কাজ-শক্তি উপপাদ্য	8	3	12	JB'24, 23, 21, 19, 18; Ctg.B'23; CB'21; Din.B'21;DB, SB, Din.B'18	DB'22; SB'23, 17; CB'17; Din.B'23, 19; MB'23;
✪✪✪	T-05	ক্ষমতা	20	8	24	DB'24, 18; CB'24, 22, 21; JB'24, 21, 18; RB'21, 19; Ctg.B'22, 17; BB'23, 16, 22, 21; SB'23, 22, 21, 19, 18; Din.B'23, 18, 17; MB'22, 21;	RB'24, 21,19,17; MB'24, 23,21; DB'23,21,19, 18; Ctg.B'22; SB'23,22,21, 18; BB'23,21; CB'23, 19; Din.B'23; JB;18; Din.B'18
✪	T-06	কুয়া ও চৌবাচ্চা	-	-	-	-	-

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. গতিশক্তি কাকে বলে? [RB'24]

উত্তর: কোনো বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে, তাকে গতিশক্তি বলে।

02. এক জুল কাকে বলে? [Ctg.B, CB'24]

উত্তর: 1 N বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর বলের দিকে 1 m সরণ ঘটলে ঐ কৃতকাজের পরিমাণকে এক জুল (1J) বলে।

03. বল ধ্রুবক কী? [JB'24]

উত্তর: কোনো স্প্রিংয়ের মুক্ত প্রান্তের একক সরণ ঘটাতে দৈর্ঘ্য বরাবর যে বল প্রয়োগ করা হয় তাকে তার বল ধ্রুবক (স্প্রিং ধ্রুবক) বলে।

04. কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

[DB, CB'24; Din.B'23, Ctg.B'22; MB'22; Ctg.B'21; B'21, JB'21; SB'21, 19]

উত্তর: কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রে প্রাপ্ত কার্যকর ক্ষমতা এবং প্রযুক্ত মোট ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

05. শক্তি কাকে বলে? [Din.B'24]

উত্তর: কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

06. সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে?

[RB'23, 21; MB'24, 23, 21, DB'21, Din.B'21, DB'17]

উত্তর: কোনো সিস্টেমে যদি যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে এবং একটি পূর্ণচক্রে কৃতকাজ শূন্য হয় তবে ঐ সিস্টেমে যে বল ক্রিয়াশীল থাকে তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

07. যান্ত্রিক শক্তি কী? [B'23]

উত্তর: কোনো বস্তুর গতি বা তার অবস্থানের জন্য বস্তুর ভেতর যে শক্তি সঞ্চয় হয়, তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

08. পরিবর্তনশীল বল কাকে বলে? [BB'23]

উত্তর: যে বল সবসময় ধ্রুব থাকে না অর্থাৎ, সময়ের সাথে বল পরিবর্তিত হয় তাকে পরিবর্তনশীল বল বলে।

09. কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর।

[JB'24, 19; Ctg.B'23, JB'21, 19, DB, SB; Din.B'18]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল কর্তৃক কৃতকাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

CamScanner

10. অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে?
[SB'23, DB'22; RB'22; JB'22; Din.B'22; JB'19]
উত্তর: কোনো বল দ্বারা সৃষ্ট ক্ষেত্রে অবস্থিত একটি বস্তুকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে যদি ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য না হয়, তবে তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

11. অশ্বক্ষমতা কী?
[JB'24; SB'22; CB'22; BB'22; Ctg.B'17; Din.B'17; RB'19]
উত্তর: অশ্বক্ষমতা ক্ষমতার একটি একক। কোনো যন্ত্র প্রতি সেকেন্ডে 746J কাজ সম্পন্ন করলে, সেই যন্ত্রের ক্ষমতাকে 1 অশ্বক্ষমতা বলে।

12. স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে? [DB'21; Ctg.B'21; Din.B'19]
উত্তর: স্প্রিং এর একক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য প্রযুক্ত বলকেই স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

13. ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ লিখ। [RB'21]
উত্তর: ক্ষমতার মাত্রা, $[P] = [ML^2T^{-3}]$

14. ঋণাত্মক কাজ কী? [SB'21; BB'19]
উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে বলের বিপরীত দিকে বস্তুর সরণ ঘটলে বা বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকলে তাহলে বল ও সরণের উপাংশের গুণফলকে ঋণাত্মক কাজ বলে। ঋণাত্মক কাজের ক্ষেত্রে, $90° < \theta \leq 180°$।

15. ক্ষমতা কাকে বলে? [CB'21; MB'21]
উত্তর: কোনো একটি উৎসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

16. স্প্রিং বল কী? [SB'19]
উত্তর: কোনো স্প্রিং সংকোচন বা প্রসারণের ফলে এর ভিতরে যে প্রত্যয়নী বল উদ্ভব হয় তা স্প্রিং বল।

17. যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা কাকে বলে? [JB'17]
উত্তর: কোনো সিস্টেমে কেবল সংরক্ষণশীল বল ক্রিয়া করলে, সিস্টেমের বিভবশক্তি ও গতিশক্তির সমষ্টি ধ্রুব থাকে। একে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বলে।

18. প্রত্যয়নী বল কী? [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]
উত্তর: বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোন বস্তুর একক মাত্রায় বিকৃতি ঘটানোর চেষ্টা করলে বস্তুর অভ্যন্তরে বিকৃতির বিরুদ্ধে যে বলের উদ্ভব হয়, তাকে প্রত্যয়নী বল বলে।

19. বিভব শক্তি কী? [ঢাকা কলেজ]
উত্তর: বস্তুর অভ্যন্তরীণ বা পারিপার্শ্বিক অবস্থা বা অবস্থানের পরিবর্তনের কারণে তাতে কিছু শক্তি জমা থাকে এবং যার বিনিময়ে বস্তুটি কাজ করতে পারে তা-ই বস্তুর বিভব শক্তি বা স্থিতিশক্তি।

20. প্রসঙ্গ তলে অভিকর্ষজ বিভব শক্তির মান কত?
[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
উত্তর: প্রসঙ্গ তলে অভিকর্ষজ বিভব মান শূন্য।

21. শক্তির সংরক্ষণ সূত্রটি কী? [বি এ এফ শাহীন কলেজ]
উত্তর: শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে– ব্যাখ্যা করো। [Ctg.B'24]
উত্তর: সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়। এক্ষেত্রে কৃতকাজ পথের উপর নির্ভর করে না, কেবল অবস্থানের উপর নির্ভর করে। তাই পূর্ণচক্রে কৃতকাজের মান শূন্য হয়। তাই যেহেতু সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণ পুনরুদ্ধার করা যায় তথা সিস্টেমে যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে।

02. মহাকর্ষ বল সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা করো। [BB'24]
উত্তর: কোনো সিস্টেমে যদি যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে এবং কৃতকাজ পথের উপর নির্ভর না করে অবস্থানের উপর নির্ভর করে, তাকে সংরক্ষণশীল সিস্টেম বলে। সংরক্ষণশীল সিস্টেমে ক্রিয়াশীল বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।
মহাকর্ষ বল দ্বারা কেবলমাত্র বস্তুদ্বয়ের অবস্থানের উপর নির্ভর করে, পথের উপর নির্ভর করে না। এতে যান্ত্রিক শক্তি সর্বদা সংরক্ষিত থাকে। কৃতকাজকে সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব। তাই মহাকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

03. প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির ব্যবধান বেশি হলে যন্ত্রের দক্ষতা কম হবে? ব্যাখ্যা করো। [JB'24]
উত্তর: কোনো যন্ত্রে কার্যকর শক্তি এবং প্রদত্ত ইনপুট শক্তির অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।
কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যকর আউটপুট শক্তি}}{\text{প্রদত্ত ইনপুট শক্তি}} \times 100\%$
এক্ষেত্রে, প্রদত্ত শক্তি ও কার্যকর শক্তির পার্থক্য বেশি হলে, কর্মদক্ষতার মান কম হয়। তথা যন্ত্রের দক্ষতা কম হবে।

04. "কোনো স্থানের স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি 50 J" বলতে কী বুঝো? [JB'24]
উত্তর: কোনো বস্তুকে তার স্বাভাবিক আকার, আকৃতি বা অবস্থান হতে পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থানে নিলে তার মধ্যে কাজ করার যে সামর্থ অর্জিত হয়, তাকে বিভবশক্তি বলে।
কোনো স্থানের স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি 50 J বলতে বুঝায় বস্তুকে তার স্বাভাবিক অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে অন্য অবস্থানে নেয়ার ফলে সে 50 J কাজ করার সামর্থ্য লাভ করেছে।

CamScanner

05. বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হলেও কাজ স্কেলার রাশি কেন? ব্যাখ্যা করো। [CB'24, DB, SB, JB, Din.B'18]

উত্তর: বল ও সরণকে ডট গুণন করার মাধ্যমে কাজ পাওয়া যায়; তাই কাজ একটি স্কেলার রাশি। বল প্রয়োগ করার ফলে বস্তুর যদি সরণ হয়, তবে বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে। কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$

যেহেতু ডট গুণন করার দ্বারা আমরা স্কেলার রাশি পাই; তাই কাজ একটি স্কেলার রাশি।

06. একটি মোটর সাইকেল ও একটি প্রাইভেট কারের ভরবেগ সমান হলে, কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে? ব্যাখ্যা করো। [Din.B'24; BB'15]

উত্তর: একটি মোটর সাইকেল ও প্রাইভেট কারের ভরবেগ সমান হলে মোটর সাইকেলের গতিশক্তি বেশি হবে।

গতিশক্তি, $E_k = \frac{p^2}{2m}$

তাই, দুটি বস্তুর ভরবেগ সমান হলে, যার ভর কম তার গতিশক্তি বেশি। যেহেতু মোটর সাইকেলের ভর কম,তাই তার গতিশক্তি বেশি।

07. বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে কিনা? ব্যাখ্যা করো। [MB'24, DB'22; Ctg.B'22; BB'22; SB'21]

উত্তর: বল ও সরণ শূন্য না হলেও তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে, কাজ শূন্য হতে পারে। কেননা বল ও সরণের ডট গুণন করার দ্বারা কাজ পাওয়া যায়।

কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$

তাই মধ্যবর্তী কোণ $\theta = 90°$ হলে, কাজ, $W = 0$ J হবে।

08. শূন্য কাজ ব্যাখ্যা কর। [RB'24; DB'23, 21]

উত্তর: বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর যদি বলের দিক বরাবর বা বলের বিপরীত দিক বরাবর কোনো সরণ না ঘটে, তবে সেক্ষেত্রে কাজ শূন্য হয়। শূন্য কাজ নিম্নোক্তভাবে হতে পারে:

(i) সরণ যদি শূন্য হয়, তবে $W = F \times 0 = 0$

(ii) বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে,
কাজ $W = Fs\cos 90° = 0$

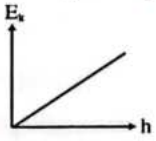
(iii) সংরক্ষণশীল বলের প্রভাবে যদি বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরে তখন কাজ শূন্য হয়।

09. সরণ বনাম গতিশক্তির লেখচিত্রের ঢালটি বল নির্দেশ করে ব্যাখ্যা কর। [RB'23]

উত্তর: গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}m \times 2gh \Rightarrow E_k = mgh$

[$u = 0$ হলে, $v^2 = 2gh$, যেখানে h সরণ] mg ধ্রুবক হলে, $E_k \propto h$ ঢাল $= \frac{E_k}{h}$; এখন, ঢাল এর মাত্রা নির্ণয় করলে, [ঢাল] $= \frac{ML^2T^{-2}}{L} = MLT^{-2}$ [শক্তির মাত্রা ML^2T^{-2}], যা বলের মাত্রার অনুরূপ। সুতরাং, সরণ বনাম গতিশক্তির লেখচিত্রের ঢালটি বল নির্দেশ করে।



10. কোনো বস্তুর গতিশক্তি কি ঋণাত্মক হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'23, JB'15]

উত্তর: কোনো বস্তুর গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$; বস্তুর ভর m কখনোই ঋণাত্মক হয় না এবং v ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কেন v^2 সর্বদাই ধনাত্মক হয়। তাই কোনো বস্তুর গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে না।

11. ক্ষমতার বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক এককের সাথে ক্ষমতার যান্ত্রিক ব্যবহারিক এককের সম্পর্ক দেখাও। [BB'23]

উত্তর: ক্ষমতার বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক একক kW

ক্ষমতার যান্ত্রিক ব্যবহারিক একক = HP

$1\text{kW} = 1000\text{W} = \frac{1000}{746}\text{HP} = 1.34\text{ HP}[1\text{HP} = 746\text{ W}]$

$\therefore 1\text{ kW} = 1.34\text{ HP}$

12. বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান –ব্যাখ্যা কর। [JB'23]

উত্তর: ধরি, শেষবেগ = v, আদিবেগ = u

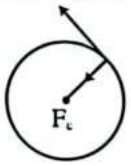
$\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 = \frac{1}{2}m(u^2 + 2as) - \frac{1}{2}mu^2$

$= \frac{1}{2} \times m \times 2as = mas = Fs \therefore \Delta E_k = Fs$

অর্থাৎ, বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

13. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়– ব্যাখ্যা কর। [Din.B'23, SB'22, Ctg.B, BB'21]

উত্তর: আমরা জানি, কেন্দ্রমুখী বল F_c সবসময় কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করে।



আবার ঘূর্ণায়মান বস্তুর কোনো বিন্দুতে দিক ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক বরাবর। অর্থাৎ, F_c ও s পরস্পর লম্ব।

$W = F_c \times s \times \cos 90° = 0$ J

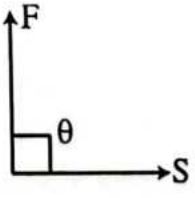
∴ কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য।

14. 'শূন্য কাজ' প্রযুক্ত বলের দিকের উপর নির্ভর করে–ব্যাখ্যা কর। [MB'23]

উত্তর: আমরা জানি, $W = Fs\cos\theta$

এখানে কাজ শূন্য হওয়ার জন্য, $\cos\theta = 0$ অর্থাৎ $\theta = 90°$

অর্থাৎ, প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হওয়া লাগে।



যদি বলের দিক সরণের সাথে লম্বভাবে ক্রিয়া করে তবে কৃতকাজ শূন্য হয়। তাই শূন্য কাজ বলের দিকের উপর নির্ভর করে।

15. সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে হেঁটে উপরে উঠা কষ্টকর।– ব্যাখ্যা কর। [DB'22; JB'22]

উত্তর: সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে উঠা কষ্টকর উচ্চতার কারণে। সমতলে হাঁটার সময় প্রতিক্রিয়া বল ও ওজন সবসময় সমান হয়ে থাকে যার ফলে হাঁটা কষ্টকর হয় না। অপরদিকে, সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠার সময় উচ্চতা বাড়তে থাকে। যার ফলে কৃতকাজও বাড়তে থাকে। তাই হাঁটাও কষ্টকর হয়।

16. একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? [RB'22; RB'17]

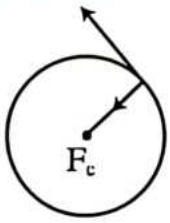
উত্তর: স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে বুঝায় কোনো স্প্রিং এ 2.5 N বল প্রয়োগ করলে স্প্রিংটির 1m সংকোচন অথবা প্রসারণ হবে। কোনো স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের 1m সরণ ঘটলে স্প্রিংটি যদি সরণের বিপরীত দিকে 2.5 N বল প্রয়োগ করে তবে ঐ স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$।

17. অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: অভিকর্ষজ বলের ক্ষেত্রে এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে বস্তুর গমনের ফলে কৃতকাজ, পথের ওপর নির্ভর করে না বরং আদি ও অন্তবিন্দুর অবস্থানের ওপর নির্ভর করে। বস্তুটি পুনরায় আদি বিন্দুতে ফিরে এলে কৃতকাজ শূন্য হয় এবং শক্তির অপচয় ঘটে না। তাই অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

18. পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে কৃতকাজ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [CB'22; JB'21; MB'21]

উত্তর: চাঁদ পৃথিবীর চারদিকে ঘুরছে কেন্দ্রমুখী বলের কারণে। কেন্দ্রমুখী বলের দ্বারা কৃতকাজ হয় শূন্য। কারণ কেন্দ্রমুখী বলের দিক এবং সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90°।



এর ফলে চাঁদ পৃথিবীর চারদিকে ঘুরলেও কোনো কাজ হচ্ছে না। কারণ $W = Fscos90° = 0$। তাছাড়া একই বিন্দুতে ফিরে আসায় সরণ, $s = 0$। সেই কারণেও $W = 0$।

19. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ পথের উপর নির্ভর করে না বরং স্প্রিং এর সাথে যুক্ত বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে। এছাড়াও আদর্শ অবস্থায় স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজের কোনরূপ অপচয় হয় না। তাই বলা যায় যে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

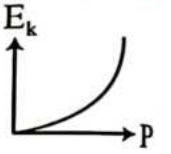
20. ঘর্ষণ বল কি অসংরক্ষণশীল বল? ব্যাখ্যা কর। [DB'21; SB'21; BB'21; Din.B'1]

উত্তর: হ্যাঁ, ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল। এক্ষেত্রে কোনো এক বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে যে কোনো পথে আবার ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে কৃতকাজ শূন্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কাজ শুধু আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে না, গতিপথের উপরও নির্ভর করে। পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য হয় না এবং যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্রও প্রযোজ্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজ পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়। এ সব অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য হওয়ায় ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল।

21. ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক লেখচিত্র দিয়ে ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m}$

$\therefore E_k \propto p^2$ ∴ গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।



22. "কোনো বস্তুর গতিশক্তি 10J"–ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: "কোনো বস্তুর গতিশক্তি 10J" বলতে বুঝায় বস্তুটির গতিশীলতার জন্য এটি 10J কাজ করার সামর্থ্য লাভ করেছে। গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$। v যত বড় হয়, গতিশক্তি তত বেশি হয়। এই v বা বেগ এর জন্য m ভরের বস্তুটি 10 J কাজ করার সামর্থ্য বা যান্ত্রিক শক্তি লাভ করে। ঐ বস্তুকে স্থিতিতে আনার পূর্ব পর্যন্ত যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তার পরিমাণ হল 10J।

23. স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়-ব্যাখ্যা কর। [DB'24; Ctg.B'21]

উত্তর: সরণের বিপরীতে স্প্রিং কর্তৃক সৃষ্ট প্রত্যয়নী বল কাজ করে। ফলে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 180° হয়। এতে কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়। আমরা জানি, কাজ, $W = Fs\cos\theta$। স্প্রিংকে x m পরিমাণ টানলে/চাপালে এই সরণের বিপরীতে F প্রত্যয়নী বল সৃষ্টি হয়। তাই বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 180°।

$\therefore W = Fx\cos 180° = -Fx$। এভাবে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়।

24. দুটি একই ভরের বস্তুকে ভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলে স্থিতিশক্তি ভিন্ন হতে পারে–কারণ ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: স্থিতিশক্তি $W = mgh$। অর্থাৎ স্থিতিশক্তি তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল ভর, উচ্চতা এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ। দুটি একই ভরের বস্তুকে ভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলে m এবং h একই। তবে ভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভিন্ন হতে পারে। ফলে স্থিতিশক্তি ভিন্ন হতে পারে।

CamScanner

25. কখন স্প্রিং দ্বারা ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়? ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: স্প্রিং এ উদ্ভূত প্রত্যয়নী বল, $F_s = -kx$।

$\therefore w = \int_{x_1}^{x_2} -kx\,dx = -\frac{1}{2}k[x^2]_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$।

এই সমীকরণে দেখা যায় কৃতকাজের মান ধনাত্মক হয় যদি $|x_1| > |x_2|$ হয় অর্থাৎ যদি কণাটির আদি সরণের মান এর শেষ সরণের মানের চেয়ে বড় হয়। স্প্রিংটি ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন করে যখন এটি কণাটিকে $x = 0$ অবস্থান ফিরিয়ে আনতে চায়। অর্থাৎ যখন স্প্রিং প্রসারিত বা সংকুচিত অবস্থা হতে শিথিল অবস্থায় আসে।

26. স্থিতিস্থাপক বল এবং অভিকর্ষীয় বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। [CB'21; Din.B'21]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = \int_{x_1}^{x_2} F\,dx$

$= \int_{x_1}^{x_2} kx\,dx = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$। অর্থাৎ $W \propto x^2$

অর্থাৎ কৃতকাজ সরণের বর্গের সমানুপাতিক। অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = mg \times h$। অর্থাৎ অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ সরণ বা উচ্চতার সমানুপাতিক। অর্থাৎ $W \propto h$।

27. সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না- ব্যাখ্যা কর। [Din.B'24; MB'21]

উত্তর: সংরক্ষণশীল বল শুধুমাত্র বস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে। তাই সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে। কোন পথে বস্তুটিকে আনা হয়েছে তার উপর নির্ভর করে না। কাজেই সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না। কেবল আদি ও শেষ অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

28. কাজ ও টর্ক-এর মাত্রা এবং একক সমান হলেও এরা ভিন্ন রাশি- ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: কাজ হচ্ছে বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। টর্ক হচ্ছে বলের ভ্রামক। কাজ, $W = F\,S\cos\theta$ অর্থাৎ, মাত্রা ML^2T^{-2} এবং টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$

$\Rightarrow \tau = F\,r\sin\theta$; মাত্রা ML^2T^{-2} অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে কাজ ও টর্কের মাত্রা একই। কিন্তু কাজ দ্বারা শক্তির রূপান্তরকে ইঙ্গিত করা হয়। অন্যদিকে টর্ক ঘূর্ণন সৃষ্টিকারী বলকে নির্দেশ করে। টর্ক প্রয়োগের মাধ্যমে কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করা হয়। সুতরাং কাজ ও টর্ক একই রাশি নয়। এছাড়াও টর্কে দিক বিবেচ্য হলেও কাজে তা হয় না। অর্থাৎ, টর্ক ভেক্টর রাশি হলেও কাজ স্কেলার রাশি।

29. বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার কৌণিক গতিশক্তি সমান হলেও রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়- ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান বস্তুর প্রতিটি কণার কৌণিক বেগ সমান থাকে। তবে রৈখিক বেগ $v = \omega r$। এখানে প্রতিটি কণার r আলাদা হয় বলে v এর মান আলাদা হয়। তাই কৌণিক গতিশক্তি একই হলেও রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়।

30. কোনো বস্তু কীভাবে স্থিতিশক্তি অর্জন করে? ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: কোনো বস্তুর আকার, আকৃতি বা অবস্থানের পরিবর্তনের ফলে বস্তু যে কাজ করার ক্ষমতা অর্জন করে তাকে স্থিতিশক্তি বলে। কোনো বস্তুকে যদি বলের বিরুদ্ধে সরণ ঘটানো হয় তাহলে বস্তুর মধ্যে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসার জন্য শক্তি সঞ্চিত থাকে। তাছাড়া কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুর আকার-আকৃতি পরিবর্তন করলেও বস্তুটি পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসবার জন্য নিজের মধ্যে শক্তি সঞ্চিত রাখে। অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে সঞ্চিত শক্তি mgh এবং স্প্রিং বলের ক্ষেত্রে স্থিতিশক্তি $\frac{1}{2}kx^2$।

31. বন্দুক হতে গুলি ছোড়ার সময় বন্দুক ও গুলির মধ্যে কোনটির গতিশক্তি বেশি ব্যাখ্যা কর। [JB'19]

উত্তর: বন্দুক ও গুলির মাঝে গুলির গতিশক্তি বেশি। কেননা,

$E_{bullet} = \frac{p^2}{2m_{bullet}}$; $E_{gun} = \frac{p^2}{2m_{gun}}$

এখানে, p উভয়ের সমান তবে $m_{bullet} < m_{gun}$ বলে $E_{bullet} > E_{gun}$।

32. স্প্রিং ধ্রুবক-এর তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। [JB'19]

উত্তর: স্প্রিং ধ্রুবকের তাৎপর্য নিম্নরূপ:

(i) স্প্রিং ধ্রুবকের মাধ্যমে কোনো বস্তুতে সংকোচন প্রসারণের ফলে প্রত্যয়নী বল জানা যায়।

(ii) সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ জানা যায়।

(iii) স্প্রিং এর পর্যায়কাল জানা যায়।

(iv) স্প্রিং এর ধর্ম জানা যায়। এজন্য স্প্রিং ধ্রুবকের তাৎপর্য অনেক বেশি।

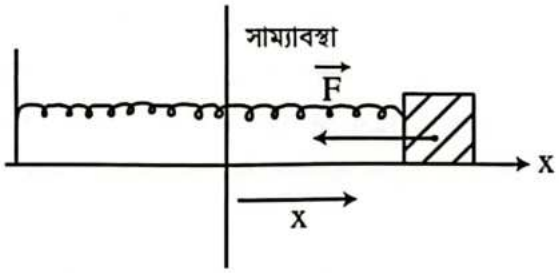
33. কোনো একটি যন্ত্রের ক্ষমতা 50 MW- ব্যাখ্যা কর। [SB'23, DB, SB, JB, Din.B'18]

উত্তর: কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 50MW বলতে বোঝায় যন্ত্রটি সেকেন্ডে 50×10^6J কাজ সম্পন্ন করতে পারে অথবা 50×10^6J শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করে।

34. প্রত্যয়নী বল দ্বারা কৃতকাজ কখন ঋণাত্মক হবে-ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর: কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx\cos\theta$

সুতরাং কাজ ঋণাত্মক হবে যদি সরণ ও বলের দিক বিপরীতমুখী হয়। উপরের চিত্রে, ব্লকটি টেনে X অক্ষের ধনাত্মক দিকে নিলে কাজ ঋণাত্মক হবে। কেননা বল X-অক্ষের ঋণাত্মক দিকে ক্রিয়া করছে। প্রত্যয়নী বল দ্বারা কাজের ক্ষেত্রে বল ও সরণ সর্বদা বিপরীতমুখী।



35. পড়ন্ত বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বল কর্তৃক কৃতকাজ ধনাত্মক-ব্যাখ্যা কর। [Din.B'17]

উত্তর: কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{x}$। অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়া করে। পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে সরণও নিচের দিকে। ফলে $\vec{F}$ ও $\vec{x}$ এর মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 0°$।

$\therefore$ কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx\cos\theta = Fx$। অতএব, বল ও সরণের দিক অভিন্ন হওয়ায় কাজ ধনাত্মক।

36. একটি ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% বলতে কি বুঝায়? [BB'16]

উত্তর: ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% বলতে বোঝায় যে ইঞ্জিনে যে পরিমাণ শক্তি প্রদান করা হয় এই ইঞ্জিন তার শতকরা 60 ভাগ শক্তিকে বাস্তবে কাজে রূপান্তর করতে পারে।

37. সুষমবেগে গতিশীল বস্তুর ক্ষমতা বস্তুর বেগের উপর নির্ভর করে কি না ব্যাখ্যা করো। [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

উত্তর: সুষমবেগে গতিশীল বস্তুর ক্ষমতা বস্তুর বেগের উপর নির্ভর করে না- নিচে তা ব্যাখ্যা করা হলো-

আমরা জানি, ক্ষমতা, $P = \frac{\text{কৃতকাজ}}{\text{সময়}}$ বা, $P = \frac{W}{t}$

কাজশক্তি উপাপদ্য অনুসারে, কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$\therefore P = \frac{\Delta KE}{t} \Rightarrow P = \frac{\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2}{t}$

সুষম চলমান বস্তুর জন্য বেগের পরিবর্তন হয় না বলে ক্ষমতা বেগের উপর নির্ভর করে না।

আবার, $P = \frac{W}{t} = \frac{F.s}{t} \Rightarrow P = Fv \therefore P \propto F$

বেগ ধ্রুব হলে ক্ষমতা নির্ভর করে বাহ্যিক প্রয়োগকৃত বলের উপর। যেমন: ক্রেন দিয়ে একটি বস্তুকে সমবেগে উপরে উঠানো হলে ক্রেনের ক্ষমতা নির্ভর করবে বস্তুটিকে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করে তোলা হচ্ছে তার উপর কিন্তু বেগের উপর নয়। তথা কম বেগে না কি বেশি বেগে তোলা হচ্ছে তার উপর নয়। কমবেগে তুললে কেন কম বল প্রয়োগ করবে, বেশি বেগে তুললে ক্রেন বেশি বল প্রয়োগ করবে।

38. "একটি স্প্রিংকে কাটলে এর স্প্রিং ধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পায়।"-ব্যাখ্যা করো। [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

উত্তর: স্প্রিং কেটে দৈর্ঘ্য ছোট করলে বল ধ্রুবক বেড়ে যায়। k বল ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিংকে n সংখ্যক সমান টুকরা করলে প্রতিটি টুকরার বল ধ্রুবক হয় k_1। এখন টুকরো গুলোকে শ্রেণিতে সংযুক্ত করলে ও মুক্তপ্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে দিলে মনে করি প্রতিটি অংশের প্রসারণ হয় x_1। অতএব প্রতিটি অংশের বল সমীকরণ, $F = k_1x_1$। আবার, সময় সিস্টেমটির প্রসারণ, $x = nx_1$। সুতরাং, সম্পূর্ণ স্প্রিংটির বলের সমীকরণ, $F = kx \therefore kx = k_1x_1 \Rightarrow k_1 = \frac{x}{x_1}k \Rightarrow k_1 = nk$

অতএব, স্প্রিংকে যতভাগে ভাগ করা হবে, বল ধ্রুবক ততগুণ হবে।

39. বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার রৈখিক গতিশক্তি একই হয় কি? ব্যাখ্যা করো। [হলি ক্রস কলেজ]

উত্তর: বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর কণার ভর m ও বেগ v হলে, রৈখিক গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$। এখন, কৌণিক বেগ ω ও ঘূর্ণন পথের ব্যাসার্ধ r হলে, $v = \omega r$

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}m(\omega r)^2 = \frac{1}{2}m\omega^2r^2$

প্রতিটি কণার ভর m, কৌণিক বেগ ω, ধ্রুবক হলে, $E_k \propto r^2$। অর্থাৎ, গতিশক্তি কণার ব্যাসার্ধের বর্গের সমানুপাতিক। ঘূর্ণন অক্ষ থেকে কণার দূরত্ব যত বেশি, তার রৈখিক গতিশক্তি ততোবেশি। কণা ঘূর্ণন অক্ষের যত কাছে হবে, এর r ততোকম, তাই রৈখিক গতিশক্তি ততোকম। এজন্য বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার রৈখিক গতিশক্তি এক হয় না; অর্থাৎ, ভিন্ন হয়।

CamScanner

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
100 gm ভর ও 1 cm পুরুত্বের একটি মিটার স্কেল খাড়া অবস্থা হতে ভূমিতে পড়ে গেলো। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

01. স্কেলটির ভরকেন্দ্রের সরণ কত cm? [DB'24]
(a) 100.0 (b) 99.5 (c) 50.0 (d) 49.5

02. অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ কত J? [DB'24]
(a) 0.4851 (b) 0.9751 (c) 0.4900 (d) 0.9800

03. একটি বস্তুকণাকে সুতায় বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরালে কাজের পরিমাণ হবে- [DB'24]
(a) ঋণাত্মক (b) শূন্য (c) ধনাত্মক (d) অসীম

04. কোনো নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি এর ভরবেগের- [DB'24]
(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

05. m ভরের কোনো বস্তুর গতিশক্তি E_k হলে এর ভরবেগ হবে-
(a) $\sqrt{\frac{1}{2}mE_k}$ (b) $\sqrt{2mE_k}$ [RB'24]
(c) $\sqrt{2mE_k}$ (d) $m\sqrt{2E_k}$

06. ক্ষমতার মাত্রা কোনটি? [RB'24]
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[ML^2T^{-3}]$
(c) $[ML^2T^{-2}]$ (d) $[MLT^{-3}]$

07. 50kg ভরের বোঝা মাথায় নিয়ে 50kg ভরের এক ব্যক্তি খাড়া দেয়ালের সাথে 60° কোনো 4 মিটার দীর্ঘ মই বেয়ে নিচে নামলে কাজের পরিমাণ- [RB'24]
(a) 3920 J (b) 1960 J (c) 200 J (d) 100 J

08. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ α হলে ধনাত্মক কাজের শর্ত কোনটি? [Ctg.B'24, 21, JB'21, CB'19]
(a) $0° \le \alpha < 90°$ (b) $0° < \alpha < 90°$
(c) $0° \le \alpha \le 180°$ (d) $0° < \alpha \le 180°$

09. স্প্রিং এর বল ধ্রুবকের একক কোনটি? [Ctg.B'24, DB'17]
(a) Nm^{-2} (b) Nm^{-1} (c) Nm (d) Nm^2

10. k স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট একটি স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের x পরিমাণ সরণ ঘটালে সঞ্চিত বিভব শক্তির পরিমাণ কত? [Ctg.B'24]
(a) $U = \frac{1}{2}kx$ (b) $U = kx$
(c) $U = \frac{1}{2}kx^2$ (d) $U = kx^2$

11. সমআয়তনের একটি পিতলের গোলক ও একটি টেনিস বলের ভরবেগ সমান হলে- [CB'24]
(i) টেনিস বলের গতিশক্তি বেশি
(ii) পিতলের গোলকের গতিশক্তি বেশি
(iii) উভয়ের গতিশক্তি সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. কাজের অভিকর্ষীয় একক কী? [SB'24; CB'24,19]
(a) জুল (b) আর্গ
(c) কেজি-মিটার (d) ডাইন-সেন্টিমিটার

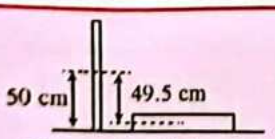
13. ভূমিতে অনুভূমিকভাবে থাকা 2 kg ভরের এবং 104 cm দৈর্ঘ্য, 4 cm প্রস্থ ও 4 cm পুরুত্বের আয়তাকার দণ্ডকে উল্লম্ব অবস্থায় আনতে কী পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হবে? [CB'24]
(a) 9.41 J (b) 9.8 J (c) 10.19 J (d) 20.38 J

14. স্প্রিং ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি? [BB'23]
(a) $[ML^{-1}T^{-2}]$ (b) $[MT^{-2}]$
(c) $[ML^2T^{-2}]$ (d) $[M^{-1}T^2]$

15. সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক নয়? [BB'23]
(a) পূর্ণচক্রে কাজের পরিমাণ শূন্য হয়
(b) কৃতকাজ গতিপথের উপর নির্ভরশীল
(c) সম্পাদিত কাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
(d) যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বজায় থাকে

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. d	02. a	03. b	04. a	05. b	06. b	07. b	08. a
09. b	10.c	11. -	12. c	13. b	14. b	15. b	

01. 

02. $W = mgh = (0.1 \times 9.8 \times 0.495)$
$= 0.4851\ J$

03. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য।

04. $E_K = \frac{p^2}{2m} \therefore E_K \propto p^2$

05. $E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow P = \sqrt{2mE_k}$

06. $P = \frac{W}{t}$; ক্ষমতার একক: $Js^{-1} = kg\ m^2s^{-3}$ $[P] = [ML^2T^{-3}]$

07. 

$\therefore \sin 30° = \frac{h}{4}$ $\therefore h = 2m$
$\therefore W = (100 \times 9.8 \times 2)\ J$
$= 1960\ J$

11. $E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow E_k \propto \frac{1}{m}$
$\therefore$ টেনিস বলের ভর কম হওয়ায় গতিশক্তি বেশি।

13. $h = \left(\frac{104}{2} - \frac{4}{2}\right) cm = 50\ cm = 0.5\ m$
$W = mgh = (2 \times 9.8 \times 0.5) = 9.8\ J$

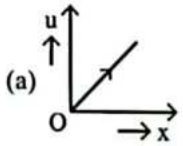
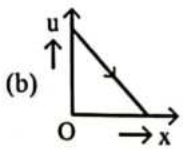
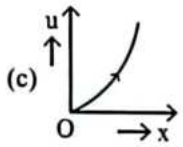
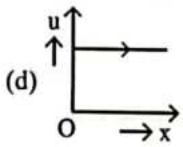
14. একক: $Nm^{-1} = kg\ s^{-2}$; $[k] = [MT^{-2}]$

16. ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তুর কৌণিক বেগ 10% বৃদ্ধি করলে ঘূর্ণন গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়- [BB'23]
(a) 10% (b) 20% (c) 21% (d) 40

17. একটি পাম্পের কার্যকর ক্ষমতা 3 kW এবং কর্মদক্ষতা 75% হলে পাম্পটির প্রকৃত ক্ষমতা কত? [BB'23]
(a) 4 kW (b) 3 kW
(c) 2.25 kW (d) 1.25 kW

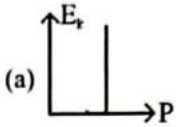
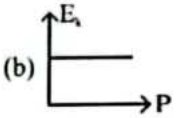
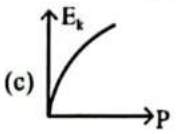
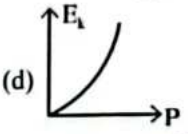
18. অসংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ কোনটি? [JB'24]
(a) অভিকর্ষ বল (b) বৈদ্যুতিক বল
(c) চৌম্বক বল (d) ঘর্ষণ বল

19. একটি বস্তুর উপর $F = (5x^2 - x + 1)N$ মানের একটি পরিবর্তী বল X-অক্ষ বরাবর গতিশীল। যদি বস্তুটির হতে $x = 0$ m হতে $x = 3$ m পর্যন্ত সরণ ঘটে তবে কৃতকাজ কত? [JB'24]
(a) 43.5 J (b) 43 J (c) 42 J (d) 40.5 J

20. আদর্শ স্প্রিং এর জন্য বিভবশক্তি (u) এবং সম্প্রসারণ (x) এর মধ্যকার লেখচিত্র কোনটি? [JB'24]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

21. নিম্নের কোনটি শক্তির একক নয়? [JB'24]
(a) N-m (b) kW-h (c) J (d) $N\text{-}M^{-2}$

22. নিচের কোনটি সঠিক? [SB'24]
(a) কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য
(b) কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ অসীম
(c) গতি বৃদ্ধির সাথে ব্যাংকিং কোণ ধ্রুব
(d) ঘর্ষণ বল সর্বদা ধনাত্মক

23. গতিশক্তি বনাম ভরবেগের লেখচিত্র কোনটি? [SB'24, 22; Ctg.B'23; Din.B'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

24. সর্বোচ্চ কাজের জন্য প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত? [Din.B'24; DB'21]
(a) 180° (b) 90° (c) 45° (d) 0°

25. কোনো বস্তুর ভরবেগ 10% বৃদ্ধি করলে উহার গতিশক্তি কত বৃদ্ধি পায়? [Din.B'24]
(a) 11% (b) 12.1% (c) 21% (d) 42%

26. শক্তির মাত্রা কোনটি? [MB'24]
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[ML^2T^{-2}]$
(c) $[MLT^{-3}]$ (d) $[ML^2T^{-3}]$

27. বলের দ্বারা কাজের উদাহরণ: [MB'24]
(i) কোনো বস্তুকে উপর থেকে নিচে ফেলে দেওয়া হলে
(ii) ভূ-পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুকে উপরে উঠিয়ে পুনরায় পূর্বের স্থানে রাখলে
(iii) চলন্ত একটি ফুটবলে বল প্রয়োগের ফলে ফুটবলটি বলের ক্রিয়ার দিকে সরে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

28. এক ব্যক্তি একটি ব্লককে অনুভূমিক তল বরাবর 49 N মানের বল প্রয়োগে 2m সরণ ঘটায়। ঐ ব্যক্তি কর্তৃক কৃতকাজের পরিমাণ কত হবে? [এখানে, $g = 9.8\ m/s^2$] [MB'24]
(a) 96.8 J (b) −96.8 J
(c) −98 J (d) 98 J

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

16. c	17. a	18. d	19. a	20. c	21. d	22. a	23. d	24. d	25. c	26. b	27. b	28. d

16. $\frac{E_2}{E_1} = \frac{\omega_2^2}{\omega_1^2} = \frac{(1.1\omega_1)^2}{\omega_1^2} = 1.21$
$\therefore \frac{\Delta E}{E_1} = 0.21 = 21\%$

17. $P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{3\ kW}{0.75} = 4\ kW$

19. $W = \int F\,dx = \int_0^3 (5x^2 - x + 1)\,dx = 43.5\ J$

20. $U = \frac{1}{2}kx^2 \Rightarrow x^2 = \frac{2}{k} \times U$
লেখটি $x^2 = 4aY$ আকারের পরাবৃত্ত।

23. $E_k = \frac{1}{2m} \cdot p^2 \Rightarrow p^2 = 2mE_k$
$\therefore x^2 = 4ay$ [পরাবৃত্তাকার লেখ]

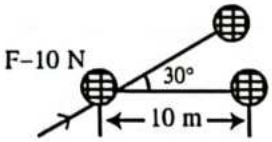
24. $W = Fs\cos\theta$; $\theta = 0°$ হলে, W_{max} হবে।

25. $\frac{E_2}{E_1} = \frac{p_2^2}{p_1^2} = \frac{(1.1p_1)^2}{p_1^2} = 1.21$
$\therefore \frac{\Delta E}{E_1} = 0.21 \times 100\% = 21\%$

27. (ii) নং এ সরণ 0; তাই কাজ শূন্য।

28. $W = Fs = (49 \times 2)\ J = 98\ J$

29. চিত্রে বস্তুটির ওপর 10 N বল প্রয়োগের সরণের দিকে কত কাজ হবে? [MB'24]



(a) 86.60 J (b) 100 J
(c) 50 J (d) 25 J

30. নিচের কোনটি সঠিক? [MB'24]
(a) 1 Watt = 1 JN^{-1} (b) 1 J = 1 Ns^{-1}
(c) 1 kWh = 3.6×10^5 J (d) 1 erg = 10^{-7} J

31. 40 N বল কোনো স্প্রিংকে টেনে 10m বৃদ্ধি করে। স্প্রিংকে 500 cm প্রসারিত করতে কৃতকাজের মান কত হবে? [MB'24]
(a) 1 J (b) 5 J (c) 10 J (d) 50 J

32. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ– [DB'23, Ctg.B'22, SB'22, BB'22' Ctg.B'21, DB'19]
(a) শূন্য (b) ধনাত্মক (c) ঋণাত্মক (d) অসীম

33. ক্ষমতার একক হলো– [DB'23, Ctg.B, SB, BB'22]
(i) Js^{-1} (ii) Watt (iii) erg s^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

34. একটি ক্রেন 100 kg ভরের একটি ব্লককে 0.1 ms^{-1} ধ্রুববেগে উপরে তুলছে। ক্রেনটির ক্ষমতা– [DB'23,19]
(a) 9.8 Watt (b) 98 Watt
(c) 980 Watt (d) 9800 Watt

35. 4kg ও 9kg ভরের দুটি বস্তু সমান ভরবেগে গতিশীল। এদের গতিশক্তির অনুপাত কত? [RB'23]
(a) 2 : 3 (b) 3 : 2
(c) 4 : 9 (d) 9 : 4

36. কোন স্প্রিংকে 10 N বল দ্বারা টেনে 5 cm প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে? [RB'23]
(a) 0.005 Nm^{-1} (b) 0.5 Nm^{-1}
(c) 2 Nm^{-1} (d) 200 Nm^{-1}

37. কাজের মান শূন্য হবে, যদি— [RB'23]
(i) সরণ না ঘটলে (ii) বলের বিপরীতে সরণ হলে
(iii) যখন $\sin\theta = 1$ হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

38. নিচের জোড়াগুলোর মধ্যে কোনটির মাত্রা একই? [RB'23]
(a) কাজ ও ক্ষমতা (b) কাজ ও শক্তি
(c) বল ও কাজ(d) বল ও টর্ক

39. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা— [RB'23]
(i) পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য
(ii) গতিপথের উপর নির্ভর করে না
(iii) প্রকৃষ্ট উদাহরণ আদর্শ স্প্রিং বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

40. স্প্রিংকে প্রসারিত করলে এর মধ্যে কোন ধরনের শক্তি সঞ্চিত হয়? [Ctg.B, BB'23, SB'22, CB'19]
(a) বিভব শক্তি (b) শব্দ শক্তি
(c) গতিশক্তি (d) তাপশক্তি

41. একটি বুলেটের গতিশক্তি কতগুণ হলে, এটি এর প্রাথমিক বেগের তিনগুণ বেগ অর্জন করবে? [Ctg.B'23]
(a) 2 গুণ (b) 3 গুণ (c) 9 গুণ (d) 27 গুণ

42. একটি বস্তু ভূমি থেকে 10 m উচ্চতায় আছে। উপর থেকে বস্তুটিকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি থেকে 8 m উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির অনুপাত হবে– [Ctg.B'23]
(a) 1:4 (b) 4:1 (c) 5:4 (d) 4:5

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

29. a	30. d	31. d	32. a	33. d	34. b	35. d	36. d	37. c	38. b	39. d	40. a	41. c	42. a

29. $w = Fs\cos\theta = 10 \times 10 \times \cos 30°$
$= 86.60$ J

31. $k = \frac{F}{x} = \frac{40\text{ N}}{10\text{ m}} = 4\ Nm^{-1}$
$\therefore w = \frac{1}{2}kx^2 = \left(\frac{1}{2} \times 4 \times 5^2\right)\text{J} = 50\text{ J}$

32. $W = Fs\cos 90° = 0$ J

34. $P = Fv = mgv = 100 \times 9.8 \times 0.1$
$= 98$ Watt

35. $\frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{\frac{p^2}{2m_1}}{\frac{p^2}{2m_2}} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{9}{4} = 9:4$

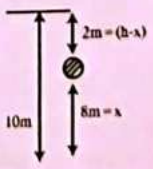
36. $k = \frac{F}{x} = \frac{10}{0.05} = 200\ Nm^{-1}$

37. (i) $W = Fs\cos\theta = F \times 0 \times \cos\theta = 0$ J
(iii) $\sin\theta = 1 \Rightarrow \theta = 90° \therefore W = Fs\cos 90° = 0$ J

38. কাজ ও শক্তি উভয়ের একক জুল (J)।

41. $E_k \propto v^2 \Rightarrow \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \left(\frac{3v}{v}\right)^2 = 9$
$\therefore E_{k_2} = 9 \times E_k \therefore 9$ গুণ হতে হবে।

42.
$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(2g(h-x))$
$= mg(h-x)$ এবং $E_p = mgx$
$\therefore \frac{E_k}{E_p} = \frac{mg(h-x)}{mg(x)} = \frac{h-x}{x} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$
$\therefore E_k : E_p = 1:4$



43. কোন স্প্রিংকে 2 cm প্রসারিত করলে সঞ্চিত বিভবশক্তি U এটিকে 10 cm প্রসারিত করলে সঞ্চিত বিভবশক্তি কত? [CB'23]
(a) $\frac{U}{25}$ (b) $\frac{U}{5}$ (c) 5U (d) 25U

44. অসংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায়– [CB'23]
(a) পূর্ণচক্রে কাজের পরিমাণ শূন্য
(b) কৃতকাজ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভরশীল নয়
(c) সম্পাদিত কাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
(d) যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সংরক্ষিত হয় না

45. কিলোওয়াট-ঘণ্টা নিচের কোন রাশির একক? [CB'23]
(a) ক্ষমতা (b) শক্তি (c) বল (d) বলের ঘাত

46. নিচের কোনটি শূন্য হলেও কাজ সম্পন্ন হবে? [JB'23]
(a) বল (b) সরণ
(c) বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ (d) ত্বরণ

47. ক্রেনের সাহায্যে 500 kg ভরের বস্তুকে 0.20 ms^{-1} সমদ্রুতিতে টেনে তোলা হলে ক্রেনের ক্ষমতা কত? [SB'23]
(a) 980 Watt (b) 1050 Watt
(c) 2000 Watt (d) 3000 Watt

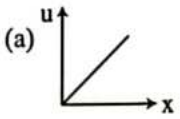
48. m ভরের, l দৈর্ঘ্যের, b প্রস্থের এবং h উচ্চতার একটি সুষম দণ্ডকে শায়িত অবস্থা হতে খাড়া করলে– [SB'23]
(i) দণ্ডের ভরকেন্দ্রের সরণ হবে, $h_C = l_G - h_G$
(ii) কৃতকাজের পরিমাণ হবে, $W = mgh_C$
(iii) কৃতকাজের পরিমাণ হবে, $W = mg\left(\frac{l}{2} - \frac{h}{2}\right)$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i,ii,iii

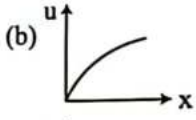
49. 30 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কত নিম্নতায় এর গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে? [SB'23, Ctg.B'22]
(a) 10 m (b) 15 m (c) 20 m (d) 30 m

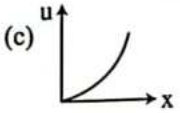
50. একটি কাঠের ব্লকের দৈর্ঘ্য 0.24 m, প্রস্থ 0.12 m এবং উচ্চতা 0.06 m এর ভর 2 kg। কাঠের ব্লকের দৈর্ঘ্যকে অনুভূমিক অবস্থান হতে উল্লম্ব অবস্থানে রাখতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? [SB'23, MB'22]
(a) 0.588 J (b) 1.764 J (c) 2.352 J (d) 4.704 J

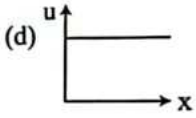
51. সুষম দ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুর ওপর কেন্দ্রের দিকে ব্যাসার্ধ বরাবর বল প্রয়োগে কৃতকাজ- [Din.B'23]
(a) 20π Joule (b) 10π Joule
(c) 20 Joule (d) 0 Joule

52. স্প্রিং এর বিভব শক্তি বনাম সরণের লেখচিত্র কোনটি সঠিক? [Din.B'23]

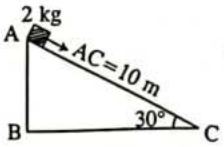
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



বস্তুটি AC পথ বরাবর 4 ms^{-1} সুষম দ্রুতিতে গতিশীল রয়েছে।

53. C বিন্দুতে পৌঁছাতে কৃতকাজের পরিমাণ হলো- [Din.B'23]
(a) 80 Joule (b) 98 Joule
(c) 169.74 Joule (d) 196 Joule

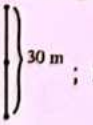
MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

43. d	44. d	45. b	46. c	47. a	48. d	49. c	50. b	51. d	52. c	53. b

43. $E_p = \frac{1}{2}kx^2 \therefore E_p \propto x^2; \frac{x'}{x} = \frac{10}{2} \therefore$ সরণ পূর্বের 5 গুণ হয়
$\therefore$ সঞ্চিত শক্তি হবে $5^2 = 25$ গুণ $\therefore E_p' = 25E_p$

46. $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = Fs\cos\theta$
বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 0°$ হলে,
$W = Fs\cos 0° = Fs \therefore$ কাজ সম্পন্ন হবে।

47. $P = Fv = mgv = 500 \times 9.8 \times 0.2 = 980$ Watt

49. 

; $E_k = 2E_p \Rightarrow \frac{1}{2} \times mv^2 = 2mgx$
$\Rightarrow \frac{1}{2} \times m \times 2g \times (30 - x) = 2\,mgx\ [v^2 = 2g(30 - x)]$
$\Rightarrow 3x = 30 \therefore x = 10$
$\therefore$ সর্বোচ্চ বিন্দু হতে $(30 - x) = (30 - 10) = 20$ m নিম্নতায়

50. $W = mg\left(\frac{l'}{2} - \frac{l}{2}\right)$
$= mg\left(\frac{0.24}{2} - \frac{0.06}{2}\right) = 1.764$ J

51. 

$\therefore W = Fs\cos 90° = Fs \times 0 = 0$ J

52. বিভবশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2 \therefore U \propto x^2$ [যেহেতু $\frac{1}{2}k$ ধ্রুবক]

53. $AB = 10 \times \sin 30° = 5$ m
$\therefore$ কৃতকাজ, $W = mg \cdot AB = 2 \times 9.8 \times 5 = 98$ J

CamScanner

54. যদি কোণের মান 60° করা হয় তবে- [Din.B'23]
(i) A বিন্দুতে মোট শক্তি 169.74 Joule
(ii) C বিন্দুতে মোট শক্তি 169.74 Joule
(iii) গতিশীল বস্তুটি শক্তির নিত্যতার সূত্র মেনে চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii ও iii

55. ক্ষমতার একক ওয়াট ও অশ্ব ক্ষমতা (HP) এর মধ্যে সম্পর্ক- [Din.B, MB'23]
(a) 1 HP = 467 watt (b) 1 HP = 550 watt
(c) 1 HP = 674 watt (d) 1 HP = 746 watt

56. নিচের কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [MB'23]
(i) মহাকর্ষীয় বল (ii) সান্দ্র বল (iii) ঘর্ষণ বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

57. একটি 1.5 m দীর্ঘ ও 2 kg ভরের রডকে অনুভূমিক হতে উল্লম্ব অবস্থায় নিতে কাজের পরিমাণ কত? [MB'23, RB'21]
(a) 0 J (b) 14 J (c) 29 J (d) 44 J

58. অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত রাস্তার উপরের দিকে চলমান 100 gm ভরের একটি বস্তু 5 m পথ চলতে কত শক্তি প্রয়োজন হবে? [MB'23, JB'21, BB'17]
(a) 0.048 J (b) 0.439 J
(c) 1.225 J (d) 2.45 J

59. নিচের কোনটি সংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ? [DB'22]
(a) ঘর্ষণ বল (b) সান্দ্রবল
(c) অভিকর্ষীয় বল (d) ঘাত বল

60. কোনো বস্তুর গতিশক্তি 300% বৃদ্ধি করলে এর ভরবেগ বৃদ্ধি পাবে – [DB'22]
(a) 100% (b) 200% (c) 300% (d) 400%

61. m ও 3m ভরের দুটি বস্তুর গতিশক্তির অনুপাত 2 : 1 হলে তাদের রৈখিক ভরবেগের অনুপাত কত? [DB'22]
(a) 2 : 3 (b) 1 : $\sqrt{3}$ (c) $\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$ (d) $\sqrt{3}$: $\sqrt{2}$

62. কাজ-শক্তি উপপাদ্য অনুসারে কৃতকাজ নিচের কোন রাশিটির পরিবর্তনের সমান? [DB'22; SB'17]
(a) ভরবেগ (b) বিভব শক্তি (c) তাপমাত্রা (d) গতিশক্তি

63. দুটি স্প্রিং এর বল ধ্রুবক 200 Nm^{-1} ও 300 Nm^{-1} হলে শ্রেণি সমবায়ে তাদের বল ধ্রুবক কত হবে? [RB'22]
(a) 100 Nm^{-1} (b) 120 Nm^{-1}
(c) 250 Nm^{-1} (d) 500 Nm^{-1}

64. একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ হলে এর বেগ হবে আদিবেগের – [RB'22]
(a) 100% (b) 141% (c) 200% (d) 400%

65. একজন লোক 40 kg ভরের একটি বোঝা মাথায় নিয়ে 2 মিনিট দাঁড়িয়ে থাকলে তার কাজের পরিমাণ কত? [Ctg.B'22]
(a) 0 J (b) 80 J (c) 392 J (d) 4800 J

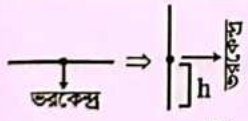
০৫

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

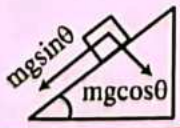
54. a	55. d	56. b	57. b	58. d	59. c	60. a	61. c	62. d	63. b	64. b	65. a

54. (i) $AB = 10 \times \sin 60° = 5\sqrt{3}$ m
A বিন্দুতে বেগ = 0 ms^{-1} ∴ A বিন্দুতে মোট শক্তি
$= mg \cdot AB = 2 \times 9.8 \times 5\sqrt{3}$ J = 169.74 J
(ii) $v^2 = 2g \cdot AB = 169.74$ J
∴ $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 169.74$ J = 169.74 J
(iii) A বিন্দুতে বেগ শূন্য বলে, মোট শক্তি, $E_A = 169.74$ J
C বিন্দুতে h = 0 m হওয়ায় মোট শক্তি, $E_C = 169.74$ J ∴ $E_A = E_C$

56. সান্দ্র বল, ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ।

57. 

ভরকেন্দ্রের সরণ $h = \frac{1.5}{2} = 0.75$ m;
$W = mgh = 2 \times 9.8 \times 0.75 = 14.7$ J ≈ 14 J

58. $W = Fs = mg \sin\theta \times 5$
$= 0.1 \times 9.8 \times \sin 30° \times 5$
$= 2.45$J


60. 300% বৃদ্ধিতে, শেষ ও আদি গতিশক্তির অনুপাত
$= \frac{E_{k_f}}{E_{k_i}} = \frac{E_{k_i}(1+300\%)}{E_{k_i}} = \frac{E_{k_i}(1+3)}{E_{k_i}} = 4$
∴ শেষ ও আদি ভরবেগের অনুপাত $= \frac{p_f}{p_i} = \frac{\sqrt{2m\,E_{k_f}}}{\sqrt{2m\,E_{k_i}}}$
$= \sqrt{\frac{E_{k_f}}{E_{k_i}}} = \sqrt{4} = 2$
∴ ভরবেগের বৃদ্ধি = (2 − 1) × 100% = 100%

61. $\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{2m_1E_{k_1}}{2m_2E_{k_2}}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2} \times \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}}} = \sqrt{\frac{m}{3m} \times \frac{2}{1}}$
$= \sqrt{\frac{2}{3}} = \sqrt{2} : \sqrt{3}$

63. শ্রেণি সমবায়ে বল ধ্রুবক,
$k_s = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{300}\right)^{-1} = 120\ Nm^{-1}$

64. $\frac{E'_k}{E_k} = \frac{\frac{1}{2}mv'^2}{\frac{1}{2}mv^2} \Rightarrow 2 = \frac{v'^2}{v^2}$
$\Rightarrow v' = \sqrt{2}v$ অর্থাৎ, $v' = 1.41v$

66. 60 m উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হবে? [SB'22]
(a) 10 m (b) 20 m (c) 30 m (d) 40 m

67. গতিশীল বস্তুর বেগ দুই-তৃতীয়াংশ হলে গতিশক্তি কতগুণ হবে? [BB'22, MB'21]
(a) $\frac{1}{9}$ (b) $\frac{2}{9}$ (c) $\frac{4}{9}$ (d) $\frac{16}{9}$

68. কোনো একটি বস্তুকণার গতিশক্তি (E_k) ও ভরবেগ (p) এর মধ্যকার লেখচিত্র একটি– [BB'22]
(a) পরাবৃত্ত (b) আয়তাকার অধিবৃত্ত
(c) সরলরেখা (d) উপবৃত্ত

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
15 m উঁচু একটি গাছের ঢাল হতে 200 gm ভরের একটি আম নিচের কাদা মাটিতে পড়ে 10 cm গর্তের সৃষ্টি করে।
[$g = 9.8\ ms^{-2}$]

69. ভূমি হতে কত উচ্চতায় আমটির বিভবশক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুণ? [BB'22; Din.B'21]
(a) 5 m (b) 8 m (c) 10 m (d) 12 m

70. কাদা মাটির গড় প্রতিরোধ বল কত? [BB'22; Din.B'21]
(a) 29.40 N (b) 292.04 N
(c) 294.00 N (d) 295.96 N

71. কোনো বস্তু তার অবস্থানের কারণে কী অর্জন করে থাকে? [JB'22]
(a) বিভব শক্তি (b) গতিশক্তি
(c) কাজ (d) ক্ষমতা

72. 100 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ 200 $kgms^{-1}$ হলে এর গতিশক্তি কত হবে? [JB'22]
(a) 8×10^6 J (b) 4×10^4 J
(c) 400 J (d) 200 J

73. সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য প্রকাশের ক্ষেত্রে- [JB'22]
(i) বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভরশীল
(ii) শুধু বস্তুর আদি ও যে কোনো অবস্থানের উপর নির্ভর করে
(iii) কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

74. কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [CB'22; RB, JB'21]
(a) মাধ্যাকর্ষণ বল (b) বিদ্যুৎ বল
(c) চৌম্বক বল (d) সান্দ্র বল

75. ঘর্ষণ বল দ্বারা বস্তুর উপর কৃতকাজ– [CB'22]
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক
(c) শূন্য (d) বল × মন্দন

76. Nm একক হয় – [Din.B'22]
(i) কৌণিক ভরবেগের (ii) কাজের
(iii) বলের ভ্রামকের
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

77. m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়ল। ভূমি থেকে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হবে? [Din.B'22]
(a) $\frac{2h}{3}$ (b) $\frac{h}{2}$ (c) $\frac{h}{3}$ (d) $\frac{h}{4}$

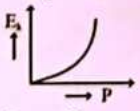
78. দুটি বস্তুর গতিশক্তি সমান। প্রথমটির ভর অন্যটির চারগুণ হলে এদের ভরবেগের অনুপাত কত? [Din.B'22, RB'21]
(a) 2 : 1 (b) 4 : 1 (c) 1 : 2 (d) 1 : 4

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

66. b	67. c	68. a	69. c	70. d	71. a	72. d	73. b	74. d	75. b	76. c	77. d	78. a

66. ভূমি হতে x উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হলে,
$x = \frac{h}{n+1} = \frac{60}{2+1} = \frac{60}{3} = 20$ m

67. $E_k \propto v^2$
$\therefore \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\left(\frac{2}{3}v_1\right)^2}{v_1^2} = \frac{\frac{4}{9}v_1^2}{v_1^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow E_{k_2} = \frac{4}{9}E_{k_1}$

68. 

69. বিভবশক্তি = mgh;
গতিশক্তি = mg(15 − h)
এখন, 2mg (15 − h) = mgh ⇒ 30 − 2h = h
⇒ 3h = 30 ∴ h = 10m

70. $mg(h + x) = Fx$
$\Rightarrow F = \frac{0.2 \times 9.8 \times (15+0.1)}{0.1} N = 295.96N$

72. $E_k = \frac{p^2}{2m} = \frac{(200)^2}{2 \times 100} = 200$ J

77. ভূমি হতে x উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হলে,
$x = \frac{h}{n+1} = \frac{h}{3+1} = \frac{h}{4}$

78. $\frac{p_1^2}{2m_1} = \frac{p_2^2}{2m_2} \Rightarrow \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^2 = \frac{m_1}{m_2}$
$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{4m_2}{m_2}}$
$\therefore p_1 : p_2 = 2 : 1$

79. একটি বন্দুকের গুলির ভর ও বেগ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তি কত গুণ হবে? [Din.B'22]
(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 8 গুণ (d) 16 গুণ

80. M ভরের একটি বস্তুর গতিশক্তি E হলে এর ভরবেগ কত? [DB'21]
(a) $M\sqrt{2E}$ (b) $(\sqrt{2}m)E$ (c) $\sqrt{2ME}$ (d) $\sqrt{\frac{1}{2}ME}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো বস্তুতে $\vec{F} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})N$ মানের বল 2 sec ক্রিয়া করায় বলের দিকে বস্তুর বেগ হয় $\vec{v} = (\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k})\ ms^{-1}$।

81. ক্ষমতা কত? [DB'21]
(a) $(4\hat{i} + 4\hat{j})$ W (b) $(4\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k})$ W
(c) 6 W (d) 8 W

82. বলের দ্বারা কৃতকাজ কত? [DB'21]
(a) 12 J (b) 16 J
(c) $2(4\hat{i} + 4\hat{j})$ J (d) $\frac{1}{2}(4\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k})$ J

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
40 m উঁচু হতে একটি বস্তু ভূমিতে পড়ল। ($g = 9.8\ ms^{-2}$)

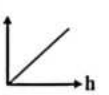
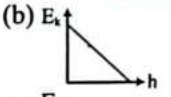
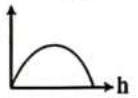
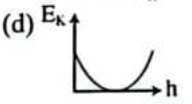
83. ভূমি হতে কত উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? [DB'21]
(a) 13.33 m (b) 20 m (c) 26.67 m (d) 40 m

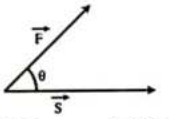
84. $100\ Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবক সম্পন্ন একটি স্প্রিংকে 2 cm প্রসারিত করতে দৈর্ঘ্য বরাবর প্রযুক্ত বল হবে– [DB'21]
(a) −1 N (b) 0.02 N (c) 2 N (d) 200 N

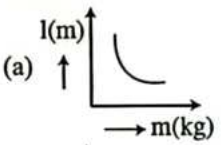
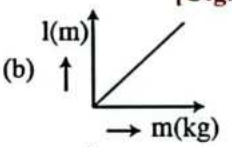
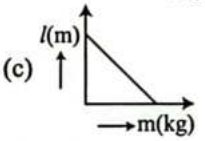
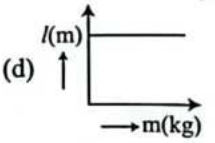
85. কোনো কণার উপর প্রযুক্ত বল $\vec{F} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})N$ বল প্রয়োগে $\vec{s} = (2\hat{i} - 3\hat{j} - \hat{k})m$ সরণ হলো। বল দ্বারা কৃতকাজ কত? [RB, SB'21, CB'19]
(a) −3 J (b) 1 J (c) 3 J (d) 7 J

86. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে বলের দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে? [SB'19]
(a) 45° (b) 120° (c) 180° (d) 200°

87. কোনো যন্ত্র কর্তৃক F ধ্রুব বল প্রয়োগে কোনো বস্তু v ধ্রুব বেগে গতিশীল হলে যন্ত্রের ক্ষমতা কত? [RB'21]
(a) $P = Fv^2$ (b) $P = Fv$ (c) $P = F^2v$ (d) $P = \frac{F}{v}$

88. কোনো বস্তুকে ভূমি হতে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করার কিছু সময় পর আবার ভূমিতে ফিরে এলো। উচ্চতা (h) বনাম গতিশক্তি (E_k) এর লেখচিত্র কোনটি নির্দেশ করে? [CB'22, RB'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

89. $\vec{F}$ ও $\vec{S}$ যথাক্রমে বল ও সরণ হলে θ এর কোন মানের জন্য কাজ শূন্য হয়? [Ctg.B, CB'21]

(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

90. দোলনরত একটি স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি বনাম ভর লেখচিত্র কোনটি? [Ctg.B'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

91. যদি গতিশক্তি = K, ভর = m ও ভরবেগ = p হয়, তবে কোন সম্পর্কটি সঠিক? [Ctg.B'21;CB'21;SB'17]
(a) $K = \frac{2p^2}{m}$ (b) $K = \frac{2p}{m}$ (c) $K = \frac{p}{2m}$ (d) $K = \frac{p^2}{2m}$

92. বল $\vec{F}$ ও সরণ $\vec{r}$ উভয়ই ভেক্টর রাশি হলে এদের স্কেলার গুণফলে কী রাশি উৎপন্ন হবে? [Ctg.B'21]
(a) ক্ষমতা (b) শক্তি (c) কাজ (d) টর্ক

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

79. c	80. c	81. c	82. a	83. a	84. c	85. b	86. a	87. b	88. b	89. c	90. b	91. d	92. c

79. $E_{k_f} = \frac{1}{2} \times (2m) \times (2v)^2$
$= \frac{1}{2} \times 2m \times 4v^2 = 8 \times \frac{1}{2}mv^2 = 8 \times E_{k_i}$

80. $\frac{p^2}{2M} = E \Rightarrow p = \sqrt{2ME}$

81. $P = \vec{F} \cdot \vec{v} = 3 + 4 - 1 = 6$ W

82. 12 J ($W = Pt$)

83. গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ।
অর্থাৎ, $n = 2$; $x = \frac{h}{n+1} = \frac{40}{2+1} = 13.33$ m

84. $F = kx = 100Nm^{-1} \times (0.02m) = 2$ N

85. $\vec{F} \cdot \vec{s} = 2 - 3 + 2 = 1$ J

86. বলের দ্বারা কাজ অর্থাৎ ধনাত্মক কাজ → $0° \le \theta < 90°$
বলের বিরুদ্ধে কাজ অর্থাৎ ঋণাত্মক কাজ → $90° < \theta \le 180°$
শূন্য কাজ → $\theta = 90°$

89. $W = Fs\cos 90° = 0$

90. $kx = mg \Rightarrow x = \left(\frac{m}{k}\right)g$

93. 200 gm ভরের একটি বস্তু 10 m উপর থেকে পড়লে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত? [Ctg.B'21]
(a) 19.6 J (b) 39.2 J (c) 78.4 J (d) 98 J

94. বিভিন্ন ক্ষেত্রে ক্ষমতার সমীকরণকে প্রকাশ করা যায়- [SB'21, CB'19]
(i) $P = \frac{Fr\cos\theta}{t}$ (ii) $P = F \cdot v$
(iii) $P = \frac{\tau}{t}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

95. CGS পদ্ধতিতে কাজের একক কোনটি? [SB'21]
(a) Joule (b) Ft-Poundal (c) Erg (d) Nm

96. কাজের মান সর্বাধিক হবে- [SB'21]
(i) S → , F →
(ii) S ↗, F →
(iii) S ← • → F
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

97. বিভবশক্তির মাত্রা কোনটি? [BB'21]
(a) ML^2T^{-2} (b) ML^2T^{-1} (c) MLT^{-2} (d) $ML^{-2}T^{-2}$

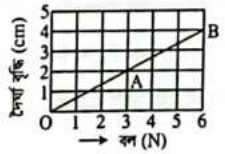
98. ভর এবং বেগ উভয়কে বৃদ্ধি করে যথাক্রমে তিনগুণ করা হলে গতিশক্তির বৃদ্ধির পরিমাণ কতগুণ হবে? [BB'21]
(a) 27 (b) 21 (c) 18 (d) 8

99. 85% দক্ষতা সম্পন্ন 2.5 kW ক্ষমতার একটি মোটরচালিত পাম্প দ্বারা একটি কূপ হতে গড়ে 6.30 m উচ্চতায় পানি উঠানো হয়। প্রতি মিনিটে মোটরটি কত কিলোগ্রাম পানি উঠাতে পারবে? [BB'21]
(a) 2075 (b) 2065 (c) 2045 (d) 2025

100. 1 k-watt ঘণ্টা সমান– [BB'21; RB'17]
(a) 1000 J (b) 3600 J (c) 600 J (d) 3600000 J

101. k বল ধ্রুবকের একটি স্প্রিং এ T পরিমাণ টান প্রয়োগ করা হলো। ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় x পরিমাণ। এ অবস্থায় স্প্রিংটিতে সঞ্চিত বিভবশক্তি হবে– [JB'21]
(a) $\frac{2T^2}{k}$ (b) $\frac{T^2}{2k}$ (c) $\frac{T^2}{2x}$ (d) $\frac{2k}{T^2}$

102. একটি হালকা ও ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে– [JB'21]
(i) উভয়ের ভরবেগ সমান হতে পারে
(ii) উভয়ের গতিশক্তি সমান হতে পারে
(iii) এদের গতিশক্তি সমান হলে, হালকা বস্তুর ভরবেগ বেশি হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



লেখচিত্রটিতে একটি স্প্রিং-এ প্রযুক্ত বলের সাথে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

103. Nm^{-1} এককে স্প্রিং ধ্রুবক কত? [CB'21]
(a) 2 (b) 200 (c) 150 (d) 50

104. স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 3 cm হলে স্প্রিং এ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? [CB'21]
(a) 0.0675 J (b) 0.0576 J (c) 0.0275 J (d) 0.0375 J

105. শক্তির একক– [Din.B'21]
(i) জুল (ii) kgm^2s^{-2} (iii) ইলেকট্রন ভোল্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

106. 5 kg ভরের বস্তুকে টেনে অনুভূমিক বরাবর 5 m সরালে অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কাজের মান কত হবে? [MB'21]
(a) 0 J (b) 5 J (c) 25 J (d) 245 J

107. নিচের কোন বস্তুর গতিশক্তি বেশি? [MB'21]
(a) ভর M, বেগ 2V (b) ভর 2M, বেগ 3V
(c) ভর M, বেগ 4V (d) ভর 3M, বেগ 2V

108. এক অশ্ব-ক্ষমতার সমতুল্য মান হলো- [MB'21]
(i) 746 Js^{-1} (ii) 550 ft-lbs^{-1} (iii) 17710 ft-$Poundals^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

93. a	94. a	95. c	96. -	97. a	98. a	99. b	100. d
101. b	102. a	103. c	104. a	105. d	106. a	107. b	108. c

93. $E_k = mgh = 0.2 \times 9.8 \times 10J = 19.6 J$
96. সঠিক উত্তর হবে শুধু (i)
98. $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv^2; E_{k_2} = \frac{1}{2}(3m) \times (3v)^2 = \frac{1}{2} \times 27mv^2 = 27E_{k_1}$
99. $\eta P't = mgh \Rightarrow 0.85 \times 2500 \times 60$
$= m \times 9.8 \times 6.3 \therefore m \approx 2065 kg$
101. $W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times \frac{(kx)^2}{k} \therefore W = \frac{T^2}{2k}$ [$T = kx$]
103. $k = \frac{F}{x} = \frac{6}{0.04} = 150 Nm^{-1}$
104. $W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 150 \times 0.03^2 = 0.0675 J$
106. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ $= 90° \therefore W = Fs\cos 90° = 0$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
তাহমিদ ও তমাল দুজনই ৭ম শ্রেণির ছাত্র। এরা দুজনই একটি স্কুল বিল্ডিং-এর নিচ তলা থেকে দৌড়ে 15m উচ্চতার ছাদে উঠল। এতে এদের সময় লাগে যথাক্রমে 6 সে. ও 5 সে.। তাদের ভর যথাক্রমে 60 kg ও 50 kg।

109. এদের দুজনের মধ্যে- [RB'19]
(i) তাহমিদ বেশি কাজ করেছে (ii) তমাল কম কাজ করেছে
(iii) তমাল বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করেছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

110. 100 gm ভরের একটি পাথর উল্লম্বতলে 10 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে ঘুরতে ঘুরতে A অবস্থান হতে B অবস্থানে আসলে [চিত্র-১]। শক্তির পরিবর্তন কত হবে? [RB'19]

চিত্র-১:

(a) 10 J (b) 20 J (c) 30 J (d) 0 J

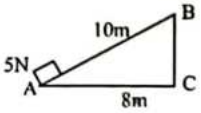
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
6 kg ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে 10 m উচ্চতায় উঠিয়ে অতঃপর একে অনুভূমিক বরাবর 5m সরানো হলো। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

111. এক্ষেত্রে- [BB'19]
(i) অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ −588 J
(ii) বাইরের এজেন্ট দ্বারা কৃতকাজ +588 J
(iii) অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ -3.675×10^{-20}eV
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

112. 5 kg ভর সম্পন্ন একটি বস্তুর ওপর একটি বল [JB'19]
$\vec{F} = (10\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})$N এর ক্রিয়ায় বস্তুটির অবস্থান
$\vec{r}_1 = (8\hat{i} + 7\hat{j} - 3\hat{k})$m থেকে অপর একটি অবস্থান
$\vec{r}_2 = (12\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k})$m -এ স্থানান্তরিত হলো। এতে কৃতকাজ-
(a) 2 J (b) 3 J (c) 5 J (d) 7 J

113. ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক- [CB'19]
(i) $K = \frac{\vec{p}\cdot\vec{p}}{2m}$ (ii) $K = \frac{p^2}{2m}$ (iii) $K = \frac{\vec{p}\times\vec{p}}{2m}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

114. 20 kg ভরের একটি স্থির বস্তুকে ঘর্ষণহীন তলের ওপর দিয়ে 10 ms^{-1} বেগে গতিশীল করতে কৃতকাজ কত? [Din.B'19]
(a) 200 J (b) 1000 J (c) 2000 J (d) 4000 J

115. 

[DB, SB, JB, Din. B'18]
চিত্রানুযায়ী 5 N ওজনের একটি ব্লককে 10 সে. এ A থেকে B তে নিতে প্রযুক্ত ক্ষমতা-
(a) 3 W (b) 4 W (c) 5 W (d) 6 W

116. অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়- [All B'18]
(a) গতি শক্তি (b) স্থিতি শক্তি (c) কৌণিক ভরবেগ (d) ভরবেগ
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি বস্তু 20m উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়লো। [$g = 10\ ms^{-2}$]

117. পড়ন্ত অবস্থায় ভূমি হতে 5m উঁচুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তির অনুপাত কোনটি? [DB'17]
(a) 1: 2 (b) 1: 3 (c) 1: 4 (d) 2 : 1

118. একটি বস্তুর রৈখিক ভরবেগ 50% বৃদ্ধি করলে গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় কত? [DB'17]
(a) 25% (b) 50% (c) 125% (d) 225%

119. 2kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ 2kg ms^{-1} হলে গতিশক্তি কত হবে? [Ctg.B'17]
(a) 1 J (b) 1.5 J (c) 2 J (d) 4 J

120. নিচের কোনটি শক্তির মাত্রা? [SB'17]
(a) MLT^{-2} (b) ML^2T^{-2} (c) $ML^{-1}T^{-1}$ (d) MLT^{-1}
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
"একটি হাতুড়ির ভর 1 kg। এটি 10 ms^{-1} বেগে চলে একটি পেরেকের মাথায় আঘাত করল। এতে পেরেকটির সরণ হল 2 cm"।

121. হাতুড়ি দ্বারা সম্পাদিত কাজ কত? [CB'17]
(a) 100 J (b) 50 J (c) 10 J (d) 0.2 J

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

109. a	110. b	111. a	112. c	113. a	114. b	115. a
116. d	117. b	118. c	119. a	120. b	121. b	

109. $W = mgh \therefore W \propto m$ ∴ তাহমিদ এর ভর বেশি, তাই কাজ অধিক।
$\therefore P_{তাহমিদ} = \frac{m_1gh}{t_1} = 1470W;\ P_{তমাল} = \frac{m_2gh}{t_2} = 1470W$

110. $h = (10 + 10) = 20m$
শক্তির পরিবর্তন, $\Delta E = mgh$
$= (0.1 \times 9.8 \times 20)\ J = 19.6\ J \approx 20\ J$



111. $W = mgh = 6 \times 9.8 \times (-10) = -588\ J = -3.675 \times 10^{21}$ eV।
আর বাইরের এজেন্ট দ্বারা কৃতকাজ, অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজের সমান। কিন্তু বিপরীত চিহ্নবিশিষ্ট।

112. $\vec{S} = 4\hat{i} - 5\hat{j} + 10\hat{k};\ \vec{F} = 10\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$
$\therefore W = \vec{F}\cdot\vec{S} = 40 - 15 - 20 = 5\ J$

114. কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন
$= \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^2 = 1000\ J$

115. $P = \frac{mgh}{t} = \frac{5\times\sqrt{10^2-8^2}}{10} = 3\ W$

117. 
h উচ্চতায় বিভব শক্তি, $E_p = mgh$ ও গতিশক্তি,
$E_k = mgH - mgh = 3mgh \therefore \frac{E_p}{E_k} = \frac{mgh}{3\,mgh} = 1:3$

118. 50% বৃদ্ধি পেলে, $P' = P + 50\%$ of P
$= P + \frac{P}{2} = 1.5P \therefore E_k' = \frac{P'^2}{2m} = \frac{(1.5)^2P^2}{2m} = (1.5)^2E_k$
∴ গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় $= E_k' - E_k = \{(1.5)^2 - 1\}E_k = 1.25E_k$

119. $E = \frac{p^2}{2m} = 1\ J$

121. $W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (10)^2 = 50\ J$

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি হাতুড়ির ভর 0.5 kg। এটি অনুভূমিকভাবে রক্ষিত একটি পেরেককে $10\ ms^{-1}$ বেগে আঘাত করল এবং এতে পেরেকটি 5 cm ঢুকে গেল।

122. হাতুড়ি দ্বারা সম্পাদিত কাজ কত? [নটর ডেম কলেজ]
(a) 10 J (b) 25 J (c) 50 J (d) 100 J

123. হাড়ি কর্তৃক পেরেকের উপর প্রযুক্ত বলের ক্রিয়াকাল কত? [নটর ডেম কলেজ]
(a) 10 s (b) 10^{-1}s (c) 10^{-2}s (d) 10^{-3}s

124. 50 কেজি ভরের একজন ব্যক্তি লিফটে $2\ ms^{-2}$ ত্বরণে নিচে নামলে ওজন কত হবে? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) 590 N (b) 490 N (c) 390 N (d) 0 N

125. কোনো পরিবর্তী বল F কে সরণ x এর অপেক্ষক হিসেবে $F(x) = x^3 + 2x + 1$ রূপে প্রকাশ করা হয় g সরণের $x = 2$ থেকে $x = 5$ সীমার মধ্যে উক্ত বল দ্বারা কত কাজ সম্পন্ন হবে? [হলি ক্রস কলেজ]
(a) 63 একক (b) 168.25 একক
(c) 172.25 একক (d) 176.25 একক

126. 250 kg ভরের একটি বস্তু ক্রেনের সাহায্যে $0.1\ ms^{-1}$ ধ্রুববেগে উপরে উঠানো হলো। ক্রেনের ক্ষমতা কত? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]
(a) 24500 W (b) 25000 W (c) 245 W (d) 24.5 W

127. একটি বস্তুর রৈখিক ভরবেগ 50% বৃদ্ধি করলে গতিশক্তি শতকরা কত বৃদ্ধি পায়? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]
(a) 25% (b) 50% (c) 125% (d) 225%

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কণার উপর $\vec{F} = (9\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k})$N বল প্রয়োগ করায় কণাটির $\vec{r} = (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$ m সরণ হয়।

128. সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কত? [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]
(a) 18 J (b) 12 J (c) 9 J (d) 6 J

129. $\vec{r}$ ভেক্টরটি- [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]
(a) ঘূর্ণনশীল ও সংরক্ষণশীল (b) ঘূর্ণনশীল ও অসংরক্ষণশীল
(c) অঘূর্ণনশীল ও অসংরক্ষণশীল (d) অঘূর্ণনশীল ও সংরক্ষণশীল

130. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে বলের বিরুদ্ধে কাজের শর্ত হবে- [বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ]
(a) $180° \le \theta \le 90°$ (b) $180° \le \theta > 90°$
(c) $180° \ge \theta \ge 90°$ (d) $180° \ge \theta > 90°$

131. কাজের একক কোনটি? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) Jm (b) Nm^{-1} (c) Ws (d) CV^{-1}

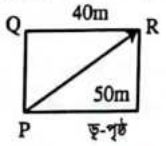
132. যদি 100 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ $200\ kgms^{-1}$ তবে এর গতিশক্তি? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) 400 J (b) 300 J (c) 200 J (d) 100 J

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20 kg ভরের একজন বালক 25 cm উচ্চতার 20টি সিঁড়ি বেয়ে 10 s এ উপরে ওঠে।

133. বালক কর্তৃক কৃতকাজ কত? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) 900 J (b) 980 J (c) 1000 J (d) 1080 J

134. বালকটির ক্ষমতা কত? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) 90 W (b) 98 W (c) 100 W (d) 108 W

135. 4 N এর 1টি পাথরকে চিত্রের পৃথিবীর অভিকর্ষজ ক্ষেত্রানুসারে P থেকে R বিন্দুতে নেওয়া হলো। এর কত বিভব শক্তি বৃদ্ধি পেল?



[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(a) 120 J (b) 200 J (c) 280 J (d) 300 J

136. একটি ক্রেন 50 kg ভরের 12টি বস্তাকে 160 m উচু নির্মানাধীন ভবনের ছাদে উঠাতে 1 min 10 s সময় নেয়। ক্রেনের অশ্বক্ষমতা কত? [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(a) 18.016 HP (b) 20.55 HP
(c) 5.65 HP (d) 16.66 HP

137. একটি ইটের উচ্চতা 7.5 cm ও ভর 2.5 kg। 10টি ইটকে একটির উপর আরেকটি তুলে স্তম্ভ তৈরিতে কৃতকাজ কত? [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(a) 72.59 J (b) 83.59 J (c) 82.69 J (d) 100 J

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$100\ ms^{-1}$ বেগে 1টি বুলেট কাঠের তক্তার ভেতর প্রবেশ করে এবং 1 m ভেদ করে থেমে যায়। বুলেটের ভর 20 gm।

138. বুলেটের মন্দন কত? [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(a) $3000\ ms^{-2}$ (b) $4000\ ms^{-2}$
(c) $5000\ ms^{-2}$ (d) $6000\ ms^{-2}$

139. বুলেটের কৃতকাজ কত? [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(a) 800 J (b) 400 J (c) 200 J (d) 100 J

140. একটি বন্দুক প্রতিমিনিটে $700\ ms^{-1}$ বেগে 60টি বুলেট ছুড়তে পারে। প্রতিটি বুলেটের ভর 50 gm। বন্দুকের ক্ষমতা কত? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(a) 10 HP (b) 16 HP (c) 20 HP (d) 24 HP

141. বল ও সরণ ধ্রুব হলে এদের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে কাজ সর্বোচ্চ হবে? [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(a) 90° (b) 45° (c) 30° (d) 0

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

122. b	123. c	124. c	125. d	126. c	127. c	128. b	129. d	130. d	131. c	132. c
133. b	134. b	135. a	136. a	137. c	138. c	139. d	140. b	141. d		

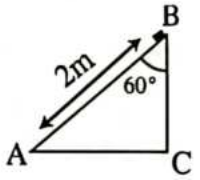
সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০৫

পূর্ণমান: ৪৫ | MCQ | সময়: ৪৫ মিনিট

01. কৃতকাজ শূন্য হবে–
(i) বস্তু সমবেগে গতিশীল থাকলে
(ii) বস্তু সমত্বরণে গতিশীল থাকলে
(iii) বস্তুর উপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল থাকলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

02. একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে–
(i) ভারী বস্তুর গতিশক্তি বেশি
(ii) হালকা বস্তুর গতিশক্তি বেশি
(iii) ভারী বস্তুর বেগ কম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) iii

03. চিত্রে 100 kg ভরের ব্লকটি BA তল বরাবর নিচে পড়ছে। কৃতকাজের পরিমাণ কত?



(a) 100 J (b) 200 J (c) 980 J (d) 1960 J

04. একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ হলে ভরবেগ কত হবে?
(a) 2 গুণ (b) $\sqrt{2}$ গুণ (c) $\frac{1}{2}$ গুণ (d) $\frac{1}{4}$ গুণ

05. একটি স্প্রিং এর সাথে যুক্ত একটি বস্তু কোনো আনুভূমিক তলের উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে। বস্তুটি যখন $X_i = 0.25$ m থেকে $X_f = 0.45$ m অবস্থানে সরে যায় তখন স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ [স্প্রিং ধ্রুবক = 220 Nm^{-1}]-
(a) 15.4 J (b) −15.4 J (c) 150.4 J (d) −150.4 J

06. কোনো স্প্রিং এর 10 cm প্রসারণের জন্য 25 N বলের প্রয়োজন। স্প্রিংটির 6 cm প্রসারণ ঘটালে স্প্রিংটিতে কত শক্তি সঞ্চিত হবে?
(a) 0.45 J (b) 0.5 J (c) 1.25 J (d) 250J

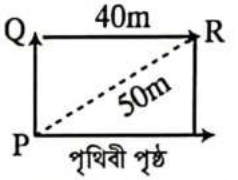
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি গাড়ি 30° কোণে আনত রাস্তা দিয়ে 20 ms^{-1} বেগে নামার সময় চালক ব্রেক করলে তা 20 m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়। গাড়ির ভর 1000 kg।

07. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে কৃতকাজ কত?
(a) 98 J (b) 44 J (c) 49000 J (d) 98000 J

08. ব্রেক চাপার কত সময় পর গাড়িটি থামবে?
(a) 1.0 sec (b) 1.5 sec (c) 2 sec (d) 5 sec

09. স্প্রিং এর উপর বল প্রয়োগে মুক্ত প্রান্তের x সরণ হলে স্প্রিং বলের বিপরীতে কৃতকাজ-
(a) $W = \frac{1}{2} kx^2$ (b) $W = -\frac{1}{2} kx^2$
(c) $W = -\frac{1}{2} k^2x$ (d) $W = \frac{1}{2} k^2x$

10. চিত্রে দেখানো পথ দিয়ে একটি 4 N ওজনের পাথরকে পৃথিবীর অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে P বিন্দু থেকে R বিন্দুতে স্থানান্তরিত করা হল। পাথরটির স্থিতিশক্তি কত বৃদ্ধি পেল?



(a) 120 J (b) 200 J (c) 280 J (d) 300 J

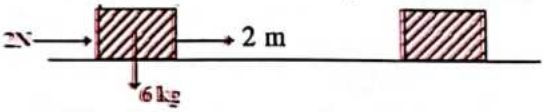
11. অশ্বক্ষমতা ও ওয়াটের মধ্যে সম্পর্ক হলো–
(i) 1 H.P=746 W (ii) 1 H.P = 550 ft-lbs^{-1}
(iii) 1 H.P = 550 ft-Poundals^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. বল ও সরণের মান ধ্রুব থাকলে এদের মধ্যকার কোণ কত হলে সম্পন্ন কাজের পরিমাণ সর্বোচ্চ হবে?
(a) 0° (b) 30° (c) 45° (d) 90°

13. কোনো বস্তুর ভরবেগ 20% হ্রাস পেলে গতিশক্তি হ্রাস পায়–
(a) 36% (b) 40% (c) 64% (d) 75%

14. $0° < \theta < 90°$ হলে বল দ্বারা কৃতকাজ–
(a) ধনাত্মক হবে (b) ঋণাত্মক হবে
(c) কাজ শূন্য হবে (d) অসীম হবে

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



15. বস্তুটির 2m সরণের ফলে কৃতকাজ কত?
(a) 4 J (b) 6 J (c) 12 J (d) 0 J

16. বস্তুটি কর্তৃক অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কৃতকাজের মান কত?
(a) 12 J (b) 4 J (c) 10 J (d) 0 J

17. কাজ-শক্তি উপপাদ্য-
(a) কাজ ও শক্তি একই
(b) কাজ করতে শক্তি লাগে
(c) বল দ্বারা কৃতকাজ গতিশক্তির পরিবর্তনের হারের সমান
(d) বল দ্বারা কৃতকাজ গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান

18. সংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে –
(i) কৃতকাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
(ii) যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে
(iii) কৃতকাজ আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের পাশাপাশি গতিপথের ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, , iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

19. ক্ষমতা P, বল F ও বেগ v-এর মধ্যে সম্পর্ক হলো-
(a) $P = \frac{F}{v}$ (b) $F = \frac{P}{v^2}$ (c) $P = Fv$ (d) $v = PF$

20. 2 ক্যালরি তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তরিত হলে কত কাজ হবে?
(a) 8.2 J (b) 4.2 J (c) 8.4 J (d) 4.8 J

21. কোনো নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর ভরবেগ এর গতিশক্তির-
(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) সমানুপাতিক

22. কোনো বস্তুকে 45° কোণে এবং E গতিশক্তিতে নিক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ বিন্দুতে বিভব শক্তি কত?
(a) 0 (b) $\frac{E}{4}$ (c) $\frac{E}{2}$ (d) E

23. 20 kg ভরের একটি বস্তুর বেগ, $\vec{v} = (\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})ms^{-1}$ হলে এর গতিশক্তি কত হবে?
(a) 110 J (b) 120 J (c) 115 J (d) 130 J

24. আনত তলে গতিশীল বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির সমষ্টি-
(a) পরিবর্তনশীল (b) ক্রমবর্ধমান
(c) ক্রমহ্রাসমান (d) ধ্রুবক

25. একটি রাবারের বল 19.6m উচ্চতা হতে ভূমিতে পতিত হল। ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মূহুর্তে এর –
(i) স্থিতিশক্তি < গতিশক্তি (ii) গতিশক্তি = স্থিতিশক্তি
(iii) স্থিতিশক্তি – গতিশক্তি = 0
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) ii, iii

26. ক্ষমতার একক–
(i) Js^{-1} (ii) watt (iii) Nms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. একটি বন্দুকের গুলি কোনো দেয়ালের মধ্যে 0.04m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। দেয়ালের মধ্যে আর কতটুকু প্রবেশ করবে?
(a) 0.0133m (b) 0.0167m
(c) 0.08m (d) 0.02m

28. কোনো বস্তুকে নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ছেড়ে দেয়া হলো। এতে ভূমি থেকে 20 m উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ পাওয়া গেল। বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত?
(a) 20m (b) 40m (c) 60m (d) 80m

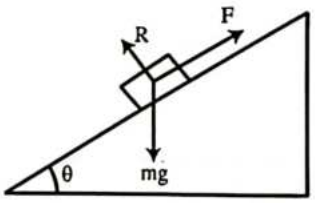
29. নিচের প্রতিটি কণার ভরবেগ সমান হলে কোন কণাটির গতিশক্তি সর্বাধিক হবে?
(a) প্রোটন (b) নিউট্রন
(c) ইলেকট্রন (d) হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াস

30. 20 m উচ্চতা থেকে 2 kg ও 4 kg ভরের দুটি বস্তু একই সময়ে পতিত হলো। উপর থেকে 10 m নিচের দিকে আসার পর তাদের গতিশক্তির অনুপাত হবে?
(a) 1:2 (b) 1:4 (c) 4:1 (d) $1:\sqrt{2}$

31. 60 kg ভরের এক লোক প্রতিটি 15 cm উঁচু 50 টি সিঁড়ি 20sec সময়ে উঠতে পারে। লোকটির অশ্বক্ষমতা কত?
(a) 1HP (b) 0.72HP
(c) 0.422HP (d) 0.296HP

32. একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে–
(i) সর্বাধিক উচ্চতায় বিভব শক্তি সর্বোচ্চ
(ii) সর্বাধিক উচ্চতায় গতিশক্তি সর্বোচ্চ
(iii) মোট শক্তি সর্বত্র সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

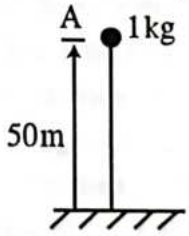


33. ব্লকটি F এর প্রভাবে তল বেয়ে উপরে উঠছে। এখানে কোন বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়েছে?
(a) F (b) mg (c) mgsin θ (d) mgcos θ

34. R =?
(a) mg (b) mg sin θ (c) mgcos θ (d) F

35. একটি বন্দুকের স্প্রিংকে 4 cm সংকুচিত করে 10 gm ভরের একটি গুলি ছোঁড়া হলো। স্প্রিংটি যখন সাম্যাবস্থায় পৌঁছে তখন সদ্যমুক্ত গুলির বেগ কত? (স্প্রিং ধ্রুবকের মান $200Nm^{-1}$)
(a) 5.677 (b) 5.657 (c) 5.767 (d) 5.867

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



36. A অবস্থানে মোট শক্তি কত?
(a) 480J (b) 490J (c) 500J (d) 510J

37. বস্তুটি A অবস্থান থেকে মুক্তভাবে পড়লে 2sec পর মোট গতিশক্তি কত?
(a) 192.02 J (b) 192.04 J (c) 192.06 J (d) 192.08 J

38. একটি স্থির বস্তুর থাকতে পারে–
(a) শক্তি (b) দ্রুতি (c) ভরবেগ (d) বেগ

39. কাজ সম্পাদিত হবে যদি একজন লোক–
(i) ভারী বস্তু নিয়ে দাঁড়িয়ে থাকে
(ii) সিঁড়িতে উঠে (iii) ভ্যান গাড়ি টানে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

40. কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে। ক্ষমতার সমীকরণ হলো–
(i) $P = Fv\cos\theta$ (ii) $P = \frac{mgh}{t}$ (iii) $P = \frac{dW}{dt}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

41. একটি পূর্ণ চক্রে কোনো কণার উপর সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ–
(i) এর মোট পরিমাণ শূন্য হয়
(ii) কণার গতিপথের উপর নির্ভর করে না
(iii) সম্পূর্ণভাবে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব নয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

42. ক্ষমতার মাত্রা কোনটি?
(a) ML^2T^{-3} (b) ML^2T^{-2}
(c) MLT^{-2} (d) $M^{-1}L^2T^{-3}$

43. নিচের কোনটি ধনাত্মক কাজের শর্ত?
(a) $0° \le \theta < 90°$ (b) $0° < \theta < 90°$
(c) $0° \le \theta \le 90°$ (d) $0° < \theta \le 90°$

44. স্প্রিং ধ্রুবকের একক কোনটি?
(a) Nm^2 (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-2}

45. কাজের অভিকর্ষীয় একক কোনটি?
(a) N-m (b) kg-m (c) erg (d) J

CQ

পূর্ণমান: ৫০ সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

[যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও]

01. 80% দক্ষতা সম্পন্ন একটি মোটর একটি ক্রেন নিয়ন্ত্রণ করে যার দক্ষতা 50%। মোটরটি 3.73 kW ক্ষমতা প্রয়োগ করলে ক্রেন 746 N ওজনের একটি বস্তু উপরে তুলতে পারে।
(ক) স্থিতিশক্তি কি ঋণাত্মক হতে পারে?
(খ) বস্তুতে বল প্রয়োগের ফলে 90° কোণে কি সরণ হতে পারে? ব্যাখ্যা কর।
(গ) বস্তুর গড়বেগ নির্ণয় কর।
(ঘ) 1000 N ওজনের ভর 100 m উচ্চতায় তোলার জন্য কি পরিমাণ শক্তি প্রয়োগ করতে হবে?

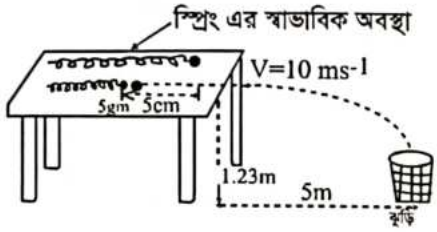
02. একটি লোহার বল 10 m উচ্চতা থেকে একটি লোহার প্লেটের উপর পড়ে বলটি 0.8 m উপরে লাফিয়ে উঠল।
(ক) শক্তি কী?
(খ) কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধি করলে এর গতিশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হয়?
(গ) বলটি লোহার প্লেটকে স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি নির্ণয় কর।
(ঘ) স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তের শক্তি এবং লাফিয়ে উঠার পরের শক্তির পার্থক্য নির্ণয় কর এবং শক্তির নিত্যতা সূত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর।

03. কোনো বস্তুর উপর $(5\hat{i} + 10\hat{j} - 5\hat{k})$N বল প্রয়োগের ফলে বস্তুটির 5 সেকেন্ডে $(10\hat{i} + 6\hat{j} + 10\hat{k})$m সরণ ঘটে।
(ক) স্প্রিং বল দ্বারা কৃত কাজের পরিমাণ কী?
(খ) পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরছে কিন্তু কোনো কাজ করছেনা কেন?
(গ) বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।
(ঘ) 1000W ক্ষমতা ও 30% দক্ষতার কোনো যন্ত্রের সাহায্যে বস্তুটির 5s সময়ে একই সরণ ঘটানো সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও।

04. 27.36 HP এবং 3.65 HP ক্ষমতার দুটি ইঞ্জিন দিয়ে যথাক্রমে 100 m এবং 10 m উচ্চতায় 1000 kg পানি উঠানো হলো এতে 1 মিনিট সময় লাগে।
(ক) অভিকর্ষজ বিভব শক্তি কী?
(খ) স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ $W = \vec{F} \cdot \vec{x}$ রাশির সাহায্যে প্রকাশ করা যায় না কেন?
(গ) প্রথম ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা কত?
(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে দেখাও যে, প্রথম ইঞ্জিন দ্বারা শতকরা যে ক্ষমতা নষ্ট হয় সে তুলনায় দ্বিতীয় ইঞ্জিন দ্বারা 20% ক্ষমতা বেশি নষ্ট হয়।

05. তনুদের বাড়ির নিচে 3 m দৈর্ঘ্য, 2m প্রস্থ ও 4 m গভীরতা বিশিষ্ট একটি রিজার্ভার আছে। তাদের বাড়ি 10 তলা বিশিষ্ট। প্রতি তলার উচ্চতা 3.1 m। রিজার্ভারের উপরের দিকে 40 cm পানিশূন্য। একদিন তনু রিজার্ভার থেকে 1 বালতি (12 kg) পানি নিয়ে ছাদে উঠে । তনুর ভর 55kg.
(ক) ধনাত্মক কাজ কী?
(খ) কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 70% বলতে কী বুঝ?
(গ) তনু 2 মিনিটে ছাদে উঠলে তার ক্ষমতা কত?
(ঘ) রিজার্ভারের সম্পূর্ণ পানি 15 min সময়ে ছাদে উঠাতে কত ক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করতে হবে? [যখন কর্মদক্ষতা 85%]

06. সাফা স্কুলের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় একটি মার্বেলকে স্প্রিং এর সাহায্যে চিত্রের ন্যায় অনুভূমিকভাবে গতিশীল করে তা ঝুড়িতে ফেলতে চায়।



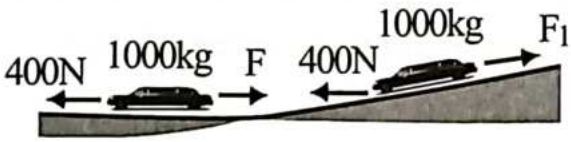
(ক) চৌম্বক বল কোন প্রকার বল?

(খ) স্রোতের প্রতিকূলে সাঁতার কাটলে কোন প্রকার কাজ সম্পন্ন হয় বুঝিয়ে লিখ।

(গ) উদ্দীপকের আলোকে স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর।

(ঘ) সাফা মার্বেলটি ঝুড়িতে ফেলতে পারবে কিনা - গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

07. 1000 kg ভরের একটি গাড়ি আনুভূমিক রাস্তার উপর দিয়ে $10\ ms^{-1}$ সমবেগে চলছে। গাড়ির উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বল 400 N। কিছুক্ষণ পর গাড়িটি ভূমির সাথে 8° কোণে আনত রাস্তার উপর দিয়ে একই বেগে উপরের দিকে উঠছে, তখনও গাড়ির উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বল 400 N। গাড়ির ইঞ্জিনটির সর্বোচ্চ ক্ষমতা 30 kW।



(i) (ii)

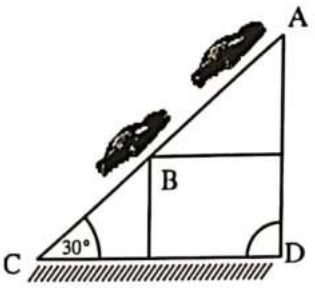
(ক) গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক কী?

(খ) টেবিলের উপর রাখা একটি বইয়ের উপর কোন কোন বলগুলো কাজ করবে?

(গ) অনুভূমিক রাস্তায় গাড়ির ইঞ্জিন কত ক্ষমতা প্রয়োগ করছে?

(ঘ) ইঞ্জিনটির কার্যকর ক্ষমতা 70% হলে গাড়িটি কি আনত তল বেয়ে একই বেগে উপরে উঠতে পারবে? গাণিতিকভাবেবিশ্লেষণ কর।

08. 200 kg ভরের একটি গাড়ি ভূমির সাথে 30° কোণে AC আনত তল বরাবর A বিন্দু হতে স্থির অবস্থান হতে নিচে নামছিল। B বিন্দুতে গাড়ির বেগ $16\ ms^{-1}$ এবং চালক ব্রেক করায় গাড়িটি 40 m দূরত্ব অতিক্রম করার পর C বিন্দুতে থেমে গেল। ভূমি থেকে A বিন্দুর উচ্চতা ছিল 33 m এবং g এর মান ছিল $9.8\ ms^{-2}$।



(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) একটি বস্তুর স্থিতিশক্তি কীভাবে শূন্য হয়?

(গ) গাড়িটাকে থামাতে কত প্রতিরোধকারী বল প্রয়োগ করা হয়েছিল?

(ঘ) AC তলে গতিশীল গাড়িটির A ও B বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি পালিত হবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

09. A, B ও C তিনটি কুয়া। একটি পাম্প A কুয়া থেকে 4.9 মিনিটে 10,000 লিটার পানি 6m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। B কুয়ার গভীরতা 12m এবং ব্যাস 8m। অপরদিকে C কুয়ার গভীরতা 15m এবং ব্যাস 6m।

(ক) 1 Unit বিদ্যুতের সংজ্ঞা দাও।

(খ) সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

(গ) A কুয়ার পাম্পের ক্ষমতা 80% কার্যকর হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।

(ঘ) 5HP ক্ষমতার ইঞ্জিন দ্বারা B ও C কুয়ার মধ্যে কোনটিকে আগে পানিশূন্য করা যাবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

CamScanner

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

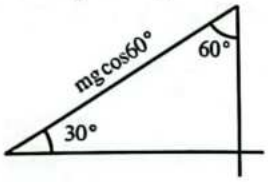
01. c	02. b	03. c	04. b	05. b	06. a	07. d	08. c	09. a	10. a	11. a	12. a	13. a	14. a	15. a
16. d	17. d	18. a	19. c	20. c	21. b	22. c	23. a	24. d	25. a	26. d	27. a	28. b	29. c	30. a
31. d	32. b	33. c	34. c	35. b	36. b	37. d	38. a	39. c	40. d	41. a	42. a	43. a	44. c	45. b

02. $m_1 > m_2 ; m_1v_1 = m_2v_2$
$\Rightarrow v_1 = \frac{m_2}{m_1}v_2 \therefore v_1 < v_2$
$E_1 : E_2 = \frac{p^2}{2m_1} : \frac{p^2}{2m_2} \therefore E_1 < E_2$

03. $W = mgh$
$= 100 \times 9.8 \times 2\cos 60° = 980\ J$

05. স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ $= \frac{1}{2}k(x_i^2 - x_f^2)$
$= \frac{1}{2} \times 220 \times (0.25^2 - 0.45^2) = -15.4\ J$

06. $F = kx \Rightarrow \frac{25}{0.1} = k \therefore k = 250\ Nm^{-1}$
$\therefore W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 250 \times (0.06)^2 = 0.45\ J$

07.


$W = mg\cos\theta \times s$
$= 1000 \times 9.8 \times \cos 60° \times 20 = 98000\ J$

08. $s = \frac{u+v}{2} \times t \Rightarrow t = \frac{2s}{u+v} = \frac{2\times20}{20+0} = 2s$

10. $h = PQ = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30\ m$
$E_p = mgh = 4 \times 30 = 120\ J$

13. $E_k = \frac{p^2}{2m}; E_k' = \frac{(0.8p)^2}{2m} = \frac{0.64\ p^2}{2m}$
$\therefore$ হ্রাস পায় $= \frac{E_k - E_k'}{E_k} \times 100\% = \frac{1-0.64}{1} \times 100\% = 36\%$

15. $W = F \cdot s = 2 \times 2 = 4\ J$

16. অভিকর্ষ বরাবর সরণ 0 m

22. সর্বোচ্চ বিন্দুতে বেগ, $v = v_0\cos\theta_0 = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$
$\therefore E_p = E - \frac{1}{2}m\frac{v_0^2}{2} = E - \frac{1}{2}E = \frac{1}{2}E$

25. স্থিতিশক্তি = 0, গতিশক্তি > স্থিতিশক্তি।

27. $F \times 0.04 = \frac{1}{2}m\left(u^2 - \frac{u^2}{4}\right) \cdots\cdots\cdots (i)$
$F \times (0.04 + s) = \frac{1}{2}mu^2 \cdots\cdots\cdots (ii)$
$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{0.04}{0.04+s} = \frac{1-\frac{1}{4}}{1} \therefore s = 0.0133m$

28. $E_k = 2E_p \Rightarrow E_{Total} = 3E_p$
$\Rightarrow mgh = 3 \times mg \times 20 \Rightarrow h = 60m$
$\therefore \Delta h = 60 - 20 = 40m$

29. ভরবেগ স্থির থাকলে, $E \propto \frac{1}{m}$

30. গ্যালিলিওর সূত্রানুযায়ী বেগ একই থাকবে।
$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{4} = 1:2$

31. $P = \frac{mgh}{t} = \frac{60\times9.8\times50\times0.15}{20\times746}\ HP$
$= 0.296\ HP$

35. $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$
$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{200\times0.04^2}{0.01}} = 5.657 ms^{-1}$

37. $v = u + gt = 19.6 ms^{-1}$
$\therefore$ গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 192.08\ J$

CQ

01. (গ). $2\ ms^{-1}$
(ঘ). $2.5 \times 10^5 J$

02. (গ). 98m J
(ঘ). 90.16 m J

03. (গ). 60 J
(ঘ). যন্ত্রটি উল্লিখিত সরণ অপেক্ষা অধিক সরণ ঘটাতে পারবে

04. (গ). 21.89 HP
(ঘ). -

05. (গ). 169.62 W
(ঘ). 9.19 kW

06. (গ). $200\ Nm^{-1}$
(ঘ). সাফা মার্বেলটি ঝুড়িতে ফেলতে পারবে

07. (গ). 4kW
(ঘ). উপরে উঠতে পারবে

08. (গ). 1620 N
(ঘ). যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি পালিত হয়নি

09. (গ). 2.5 kW
(ঘ). C কুয়াটি আগে পানিশূন্য হবে

অধ্যায় ০৬ মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ

➢ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪	T-01	মহাকর্ষীয় বলের সূত্রের ব্যবহার	-	-	-
✪✪✪	T-02	অভিকর্ষজ ত্বরণ	20	14	; DB'24, 18; Ctg.B'24, 19; BB'24, 19, 17;RB'23, 22 JB'23, 18, 17; CB'24, 23; MB'23; SB'22, 19, 18; Din.B'22, 19, 18, 17;
✪✪	T-03	মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব	6	2	RB'24; DB,SB'17; Ctg.B'17; BB'22; JB'24.s
✪	T-04	কেপলারের সূত্র	-	-	-
✪✪✪	T-05	মুক্তিবেগ	2	8	SB'24; DB'22, 18; Din.B'19, 18, 17; JB'18.
✪✪✪	T-06	উপগ্রহের গতি	16	20	RB'24, 23, 22; Ctg.B'22, 19; CB'23; BB'19; JB'23, 22, 19; Din.B'24, 23; SB'22, 19; MB'22.

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমুনা উত্তর

T-01: মহাকর্ষীয় বলের সূত্রের ব্যবহার

Concept

- নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র: m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু d দূরত্বে থেকে পরস্পরকে F বলে আকর্ষণ করলে, $F = G\frac{m_1m_2}{d^2}$
  এখানে, G মহাকর্ষীয় ধ্রুবক এর মান, $G = 6.673\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$
- এই বল মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না।
- একাধিক বলের জন্য অবশ্যই ভেক্টর যোগ করতে হবে ও লব্ধি বের করতে হবে।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

[এই টপিক থেকে বিগত বোর্ড পরীক্ষায় কোনো সৃজনশীল প্রশ্ন আসেনি]

T-02: অভিকর্ষজ ত্বরণ

Concept

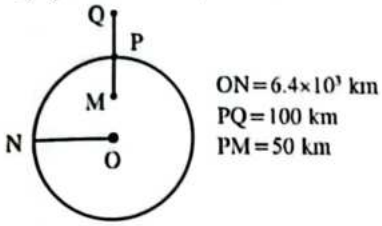
- M ভর বিশিষ্ট এবং R ব্যাসার্ধের পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত কোনো বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$। আবার ঘনত্বের সাপেক্ষে মান নির্ণয় করলে, $g = \frac{4}{3}\pi R\rho G$
- অভিকর্ষজ ত্বরণের বিভিন্ন মান:
  - ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অবস্থিত কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \frac{R^2}{(R+h)^2}g$
  - ভূ-পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অবস্থিত কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g\left(1-\frac{h}{R}\right) = \frac{4}{3}G\pi(R-h)\rho = \frac{4}{3}G\pi x\rho$ [x = কেন্দ্র হতে দূরত্ব]
  - λ অক্ষাংশে অবস্থিত ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g - \omega^2R\cos^2\lambda$; এখানে, ω = পৃথিবীর কৌণিক বেগ
    বিষুব অঞ্চলে, $\lambda = 0°$; বিষুব অঞ্চলে, $g' = g - \omega^2R(\cos0°)^2 = g - \omega^2R$
    আবার, মেরু অঞ্চলে, $\lambda = 90°$; মেরু অঞ্চলে, $g' = g$

[**Note:** বইতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয়ের আরেকটি সূত্র দেওয়া আছে, $g' = \left(1-\frac{2h}{R}\right)g$। এই সূত্রটি শুধুমাত্র $h \ll R$ হলেই প্রযোজ্য। তাই আমরা এই সূত্রটি সচরাচর ব্যবহার করবো না।]

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $= 9.8\ ms^{-2}$ [DB'24]



(গ) চিত্রের Q বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩ [RB'22, BB'19]

(ঘ) 5 kg ভরের বস্তুর জন্য যথাক্রমে P ও Q বিন্দুতে ওজনের তুলনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $ON = 6.4 \times 10^3 km$; $PQ = 100\ km$

ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

Q বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = ?$

আমরা জানি, $g = \frac{GM}{ON^2}$ এবং $g' = \frac{GM}{(ON+PQ)^2}$

এখন, $\frac{g'}{g} = \frac{ON^2}{(ON+PQ)^2}$

$\Rightarrow g' = \left(\frac{6.4\times10^3}{6.4\times10^3+100}\right)^2 \times 9.8 = 9.50078\ ms^{-2}$

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 5\ kg$

P বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_P = 9.8\ ms^{-2}$

'গ' হতে পাই, Q বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g_Q = 9.50078\ ms^{-2}$

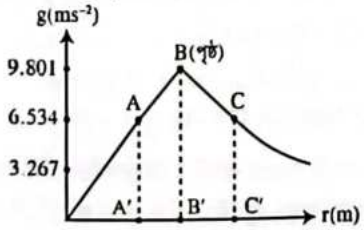
এখন, P বিন্দুতে ওজন, $W_p = mg_P$

এবং Q বিন্দুতে ওজন, $W_Q = mg_Q$

$\therefore \frac{W_P}{W_Q} = \frac{g_P}{g_Q} = \frac{9.8}{9.50078} \Rightarrow W_P = 1.03149\ W_Q$

সুতরাং P বিন্দুতে বস্তুর ওজন হবে Q বিন্দুতে বস্তুর ওজনের 1.03149 গুণ।

02. পৃথিবীর মত একটি কাল্পনিক গ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g(ms^{-2})$ বনাম কেন্দ্র হতে দূরত্ব $r(m)$ লেখচিত্রটি নিম্নরূপ:



গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R = 6500\ km$

এবং $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ [Ctg.B'24]

(গ) গ্রহটির ভর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) "A' হতে B' এর দূরত্ব এবং B' হতে C' এর দূরত্ব এক নয়"-তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, গ্রহের ব্যাসার্ধ,

$R = 6500\ km = 6.5 \times 10^6\ m$

পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.801\ ms^{-2}$

$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$

ধরি, গ্রহটির ভর M kg

আমরা জানি, $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow M = \frac{gR^2}{G}$

$= \frac{9.801\times(6.5\times10^6)^2}{6.673\times10^{-11}} = 6.2055 \times 10^{24}\ kg$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g_B = 9.801\ ms^{-2}$

A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_A = 6.534\ ms^{-2}$

C বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_C = 6.534\ ms^{-2}$

গ্রহটির ব্যাসার্ধ, $R = 6500\ km = 6.5 \times 10^6\ m$

ধরি, A' হতে B' এর দূরত্ব d এবং B' হতে C'এর দূরত্ব h

এখন, গ্রহটির ভর M ও ঘনত্ব ρ হলে,

B বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_B = \frac{4}{3}\pi R\rho G$ এবং A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_A = \frac{4}{3}\pi(R-d)\rho G$

$\therefore \frac{g_A}{g_B} = \frac{\frac{4}{3}\pi(R-d)\rho G}{\frac{4}{3}\pi R\rho G} = \frac{R-d}{R}$

$\Rightarrow \frac{6.534}{9.801} = \frac{6500-d}{6500} \Rightarrow d = 2166.67\ km$

আবার, কেন্দ্র হতে R দূরত্বের B বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_B = \frac{GM}{R^2}$ এবং কেন্দ্র হতে (R + h) দূরত্বের C বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_C = \frac{GM}{(R+h)^2} \therefore \frac{g_B}{g_C} = \frac{\frac{GM}{R^2}}{\frac{GM}{(R+h)^2}} = \left(\frac{R+h}{R}\right)^2$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{9.801}{6.534}} = \frac{6500+h}{6500} \Rightarrow \frac{6500+h}{6500} = 1.224$

$\Rightarrow h = 1460.55\ km$

এখানে, $d \neq h$; সুতরাং, A' হতে B' এর এবং B' হতে C' দূরত্ব এক নয়।

03. একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $6 \times 10^{23}\ kg$ এবং $3.2 \times 10^6\ m$। গ্রহটি নিজ অক্ষে 6 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। ঐ গ্রহের ঘূর্ণন অক্ষের সাথে 45° অবস্থানে কোনো বিন্দুতে 100 kg ভরের একটি বস্তু রাখা হলো। [CB'24]

$G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2\ kg^{-2}$।

(গ) উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত? ৩ [MB'23, Din.B'19, 17]

(ঘ) গ্রহটির ঘূর্ণনের জন্য উক্ত স্থানে বস্তুটির ওজনের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। [BB'24] ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, গ্রহের ভর, $M = 6 \times 10^{23}\ kg$

গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R = 3.2 \times 10^6\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ?$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$

আমরা জানি, $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{23}}{(3.2\times10^6)^2} = 3.91\ ms^{-2}$

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, ঘূর্ণন অক্ষের সাথে কোণ = 45°

∴ অক্ষাংশে, $\lambda = 90° - 45° = 45°$

গ্রহের পর্যায়কাল, $T = 6\ hr = 6 \times 3600\ s = 21600\ s$

∴ কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{21600} = 2.91 \times 10^{-4}\ s$

বস্তুর ভর, $m = 100\ kg$

'গ' হতে পাই, পূর্বে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 3.91\ ms^{-2}$

পূর্বের ওজন, $W_1 = mg = 100 \times 3.91 = 391\ N$

ঘূর্ণনের কারণে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

∴ পরবর্তী ওজন, $W_2 = mg' = m(g - \omega^2 R\cos^2\lambda)$

$= 100\{3.91 - (2.91 \times 10^{-4})^2 \times 3.2 \times 10^6 \times (\cos 45)^2\} = 377.45\ N$

∴ ওজনের পরিবর্তন, $\Delta W = W_1 - W_2$

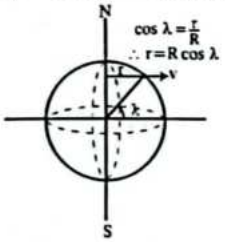
$= 391 - 377.45 = 13.55\ N$

04. একজন পদার্থবিদ পৃথিবীর ঘূর্ণনের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর সম্পর্ক স্থাপনের জন্য 70 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠে উত্তর অক্ষাংশে রাখলেন। পৃথিবী নিজ অক্ষে 24 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। (পৃথিবীর ভর $M = 6 \times 10^{24}$ kg, ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.77\ ms^{-2}$) [BB'24]

(গ) পৃথিবী ঘূর্ণনের জন্য 70° উত্তর অক্ষাংশে বস্তুটির রৈখিক বেগ কত? ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, আবর্তনকাল,

$T = 24\ hr = 24 \times 3600\ sec = 86400\ sec$



পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6\ m$

আমরা জানি, কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86400}\ rads^{-1}$

$= 7.27 \times 10^{-5}\ rads^{-1}$

70° অক্ষাংশে বস্তুটির রৈখিক বেগ, $v = \omega r = \omega R\cos\lambda$

$= 7.27 \times 10^{-5} \times 6.4 \times 10^6 \times \cos 70°$

$= 159.14\ ms^{-1}$ (Ans.)

05. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km, পৃথিবীর নিজ অক্ষের সাপেক্ষে আবর্তনকাল 24 ঘণ্টা। ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$। [MB'24]

(গ) পৃথিবীর 60° অক্ষাংশে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান কত? [BB'17] ৩

(ঘ) যদি পৃথিবীর ঘূর্ণন বর্তমান ঘূর্ণনের চেয়ে 10 গুণ বেশি হয় তবে বিষুবীয় অঞ্চলে 'g' এর মান অর্ধেকে পরিণত হবে কি-না-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ,

$R = 6400\ km = 6.4 \times 10^6 m$

ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

অক্ষাংশ, $\lambda = 60°$

আবর্তনকাল, $T = 24\ hr = (24 \times 60 \times 60)sec$

$= 86400\ sec$

∴ কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{86400}\ rads^{-1}$

λ অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ, g_λ হলে,

আমরা জানি, $g_\lambda = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= 9.8 - \left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times (\cos 60°)^2$

$= 9.79154\ ms^{-2}$ (Ans.)

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{86400}\ rads^{-1}$

প্রশ্নমতে, নতুন কৌণিক বেগ, $\omega' = 10\omega = \frac{20\pi}{86400}\ rads^{-1}$

বিষুবীয় অঞ্চলে অক্ষাংশ, $\lambda' = 0°$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400\ km = 6.4 \times 10^6\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আমরা জানি, λ অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g'_\lambda = g - \omega'^2 R\cos^2\lambda'$

$= 9.8 - \left(\frac{20\pi}{86400}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times (\cos 0°)^2$

$= 6.42\ ms^{-2}$

এখানে, $g_{\lambda'} \neq \frac{g}{2}$; সুতরাং, বিষুব অঞ্চলে g এর মান অর্ধেকে পরিণত হবে না।

06. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে স্থানান্তর করা হলো। পৃথিবীর বার্ষিক গতি এবং আহ্নিক গতি যথাক্রমে 365 days এবং 24 hours। পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যকার দূরত্ব 1.5×10^{11} m, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m, অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.81\ ms^{-2}$। [RB'23]

(ঘ) যদি আহ্নিক গতি না থাকতো তবে বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে বস্তুটি স্থানান্তরের ফলে ওজনের পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

(ঘ) উত্তর: আহ্নিক গতি না থাকলে, $\omega = 0\ rad\ s^{-1}$

∴ বিষুবীয় অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চল পর্যন্ত যেকোনো জায়গায় কার্যকর অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$\Rightarrow g' = g - 0^2 \times R\cos^2\lambda \Rightarrow g' = g$

∴ ওজনের পরিবর্তন হবে না।

07. m ভরের একটি বস্তুকে পৃথিবীর কেন্দ্রগামী একটি সুড়ঙ্গের মধ্য দিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। পৃথিবীর পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $6.4 \times 10^6 m$ [$OP = 5 \times 10^5$ m] [CB'23]



(গ) P বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

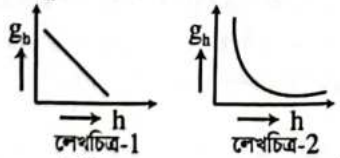
(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6 m$
পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে P বিন্দুর গভীরতা, $d = R - OP$
$= 6.4 \times 10^6 - 5 \times 10^5 = 5.9 \times 10^6 m$
আমরা জানি, $g' = \left(1 - \frac{d}{R}\right) g$
$= \left(1 - \frac{5.9 \times 10^6}{6.4 \times 10^6}\right) \times 9.8 = 0.7656\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

08 24 ঘণ্টায় নিজ অক্ষে আবর্তনরত এ পৃথিবীতে একটি বস্তুর ওজন সর্বত্র সমান হওয়া সম্ভব নয়। **[JB'23]**
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, 6.4×10^3 km এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ, $9.8\ ms^{-2}$
(গ) পৃথিবীর মেরু বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে পৃথিবীর বিষুবীয় অঞ্চলে একটি বস্তুর ওজন শূন্য হতে হলে কৌণিক বেগের মান বৃদ্ধি করতে হবে। –গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, g_λ = মেরুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ
$g = 9.8\ m^{-2}$; λ = মেরুর অক্ষাংশ = 90°
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R
আমরা জানি,
$g_\lambda = g - \omega^2 R \cos^2 \lambda = 9.8 - \omega^2 R \cos^2 90°$
$= 9.8\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ω_2 = শেষ কৌণিক বেগ,
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m
বিষুবীয় অঞ্চলে, $\lambda = 0°$
ওজন = $mg_\lambda = 0 \Rightarrow g_\lambda = 0$
এখন, $g_\lambda = g - \omega_2^2 R \cos^2 \lambda$
$\Rightarrow 0 = 9.8 - 6.4 \times 10^6 \times \cos^2 0 \times \omega_2^2$
$\Rightarrow \omega_2^2 = \frac{9.8}{6.4 \times 10^6} \Rightarrow \omega_2 = 1.23 \times 10^{-3}\ rads^{-1}$
আদি কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi N}{T} = \frac{2\pi \times 1}{24 \times 60 \times 60}$
$= 7.27 \times 10^{-5}\ rads^{-1}$; $\omega_2 > \omega$
∴ কৌণিক বেগ বাড়াতে হবে।

09 লিমন গুগল থেকে নিম্নের তথ্যসমূহ পেল। তথ্যসমূহ ব্যবহার করে নিম্নরূপ দু'টি লেখচিত্র অঙ্কন করে। **[MB'23]**

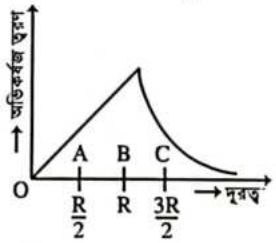


লেখচিত্র-1 লেখচিত্র-2

দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6.0 \times 10^{24}$ kg
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$
লেখচিত্র-১: ভূপৃষ্ঠ হতে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে h দূরত্ব ও h দূরত্বের অভিকর্ষজ ত্বরণ g_h
লেখচিত্র-২: ভূপৃষ্ঠ হতে উপরের দিকে h দূরত্ব ও h দূরত্বে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_h
(ঘ) উদ্দীপকের লেখচিত্র দুটি ভিন্ন হওয়ার কারণ কী? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** চিত্রে ১ম লেখ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর গভীরে g এর মানের পরিবর্তন দেখায়। ২য় লেখ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিকে g এর মানের পরিবর্তন দেখায়। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে নিচের দিকে যাওয়ার সময় g এর মান দূরত্বের সমানুপাতে হ্রাস পায়।
$g_h = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g$। এখানে, h এর মান বৃদ্ধি পাওয়ার সাথে সাথে $\frac{h}{R}$ এর মান বৃদ্ধি পায়। ফলে $\left(1 - \frac{h}{R}\right) g$ এর মান হ্রাস পায়। এবং পৃথিবীর কেন্দ্রে, $g_h = \left(1 - \frac{R}{R}\right) g = 0\ ms^{-2}$
তাই, ভূমি থেকে নিচের দিকে g_h এর মান দূরত্বের সমানুপাতে হ্রাস পায়।
ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিক যাওয়ার সময়,
$g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g = \frac{R^2}{x^2} g\ [x = R + h] \therefore g_h \propto \frac{1}{x^2}$
উপরের দিকে যাওয়ার সময় g_h এর মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক হয়।
তাই এ লেখ ১ম লেখ থেকে আলাদা হয়।

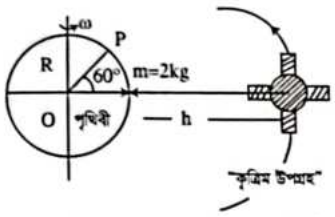
10 দূরত্বের সাপেক্ষে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র নিম্নে প্রদত্ত হল: **[SB'22]**
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m,
পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,
$G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2 kg^{-2}$



(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত A ও C বিন্দুর মধ্যে কোথায় কোনো একটি বস্তু বেশি ওজন অনুভব করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** C বিন্দুতে ভূ-পৃষ্ঠ হতে উচ্চতা, $h_c = \frac{3R}{2} - R = \frac{R}{2}$
ভূ-পৃষ্ঠে, $g = \frac{GM}{R^2} = 9.775\ ms^{-2}$
আবার C বিন্দুতে, $g_c = \frac{GM}{(R+h_c)^2}$
এখন, $\frac{g_c}{g} = \frac{R^2}{(R+h_c)^2} \Rightarrow g_c = \left(\frac{R}{R+\frac{R}{2}}\right)^2 \times g$
$\Rightarrow g_c = \left(\frac{R}{\frac{3R}{2}}\right)^2 \times g \Rightarrow g_c = \frac{4}{9} \times 9.775$
$\therefore g_c = 4.34\ ms^{-2}$
সুতরাং C বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_c = 4.34\ ms^{-2}$ যা ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$ থেকে কম।
আর 'গ' হতে পাই, $g_A = 4.8875\ ms^{-2}$।
দেখা যাচ্ছে, $g_A > g_C$ তাই A বিন্দুতে বেশি ওজন অনুভব করবে।

11. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m এবং আবর্তনকাল 24 ঘণ্টা। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে একটি কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা $h = 3.6 \times 10^7$ m। পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg। [Din.B'22]



(গ) P বিন্দুতে m ভরের বস্তুর উপর কার্যকর অভিকর্ষ বলের মান কত? ৩

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি, $\lambda = 60°$

$m = 2$ kg; $R = 6.4 \times 10^6$ m

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24\times60\times60} = 7.27 \times 10^{-5}$ rads^{-1}

P বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g'$

আমরা জানি, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= 9.8 - [(7.27 \times 10^{-5})^2 \times 6.4 \times 10^6 \times (\cos 60°)^2]$

$= 9.79154$ ms^{-2}

∴ বস্তুটির উপর কার্যকর অভিকর্ষ বল,

$F_G = mg' = (2 \times 9.79154)$N $= 19.58308$ N (Ans.)

12. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24} kg এবং 6400 km। এর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক 6.673×10^{-11} Nm^{2}kg^{-2}। এর পৃষ্ঠ থেকে একটি উপগ্রহকে 700 km উচ্চতায় তোলা হলো। [Ctg.B'19]

(গ) পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় উপগ্রহের ওজন পৃথিবী পৃষ্ঠের ওজনের 80% হবে? নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি, $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$।

এখন, $g' = 0.8g$ ∴ $0.8 = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow \left(1+\frac{h}{R}\right)^2 = \frac{5}{4}$

$\Rightarrow h = \left(\frac{\sqrt{5}}{2} - 1\right)R = \left(\frac{\sqrt{5}}{2} - 1\right) \times 6.4 \times 10^6$

$= 7.554 \times 10^5$m

∴ পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 7.554×10^5m উচ্চতায়। (Ans.)

13. 6.4×10^6 m ব্যাসার্ধের একটি গ্রহ নিজ অক্ষে 24 ঘণ্টায় একবার ঘুরে। একজন বিজ্ঞানী গ্রহটির সাথে অভিকর্ষীয় ত্বরণ g -এর সম্পর্ক স্থাপনের জন্য 58° উত্তর অক্ষাংশের সাথে একটি স্থানে 80 kg ভরের একটি বস্তু রাখলেন। অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = 9.80$ ms^{-2}। [SB'19]

(ঘ) উক্ত স্থানে বস্তুটির ওজন গ্রহটির পৃষ্ঠে বস্তুর ওজনের চেয়ে বেশি না কম হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= 9.8 - \left[\left(\frac{2\pi}{24\times3600}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \cos^2 58°\right] = 9.79$

∴ ঐ অবস্থায় ওজন, $W_2 = mg' = 9.79 \times 80 = 783.2$ N

সাধারণ অবস্থায় ওজন, $W_1 = mg = 9.8 \times 80$ N $= 784$ N

∵ $W_1 > W_2$ সুতরাং, ওজন কম হবে।

14. 5 kg ভরের একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগে নিক্ষেপ করায় সেটি মহাশূন্যের অন্য একটি গ্রহে পৌঁছায় যার ভর পৃথিবীর ভরের ষোলগুণ এবং ব্যাস পৃথিবীর ব্যাসার্ধের আটগুণ। (পৃথিবীর ভর $= 6 \times 10^{24}$ kg, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^3 km) [DB, SB, JB, Din.B'18]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত অন্য গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** নতুন গ্রহ ও পৃথিবীর ভর যথাক্রমে M_N ও M_E এবং ব্যাসার্ধ R_N ও R_E হলে, $M_N = 16M_E$

$D_N = 8R_E \Rightarrow R_N = 4R_E$

∴ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_N = \frac{GM_N}{R_N^2} = \frac{G16M_E}{16R_E^2}$

$= \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2} = 9.77$ms^{-2}(Ans.)

15. পৃথিবী নিজ অক্ষের চারদিকে 24 ঘণ্টায় একবার প্রদক্ষিণ করে, একে আহ্নিক গতি বলে। পৃথিবীর এই ঘূর্ণন গতির জন্য অভিকর্ষীয় ত্বরণ সর্বত্র সমান নয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। [BB'17]

(ঘ) বিষুব অঞ্চলে অবস্থিত কোনো বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ শূন্য হতে হলে পৃথিবীর কৌণিক বেগের কিরূপ পরিবর্তন করতে হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ভূ পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ ms^{-2}

বিষুব অঞ্চলে অক্ষাংশ, $\lambda = 0°$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$ m

পৃথিবীর কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{24\times3600}$ rads^{-1}

$= 7.2722 \times 10^{-5}$ rads^{-1}

মনে করি, পৃথিবীর কৌণিক বেগ ω' হলে, বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য হবে।

∴ $g' = 0 \Rightarrow g - \omega'^2 R\cos^2\lambda = 0 \Rightarrow \omega'^2 R\cos^2 0° = g$

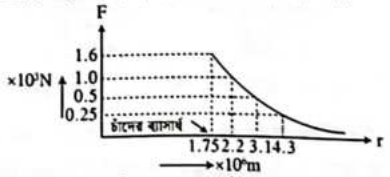
$\Rightarrow \omega' = \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9.8}{6.4\times10^6}}$ rads^{-1} $= 1.24 \times 10^{-3}$ rads^{-1}

∴ পরিবর্তিত কৌণিক বেগ 1.24×10^{-3} rads^{-1} হলে বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য হবে।

∴ $\frac{\omega'}{\omega} = \frac{1.24\times10^{-3}}{7.2722\times10^{-5}} \approx 17$

∴ পৃথিবীর কৌণিক বেগ 17 গুণ করতে হবে।

16. লেখচিত্রে দেখানো হল চন্দ্রের কেন্দ্র থেকে দূরত্ব r, চন্দ্র পৃষ্ঠের উপরের বিভিন্ন দূরত্বের সাথে 1000 kg ভরের একটি বস্তুর উপর চন্দ্রের অভিকর্ষজ বল F এর পরিবর্তন। [JB'17]



দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m. পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8$ ms^{-2}

$G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2 kg^{-2}

(গ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে চন্দ্রের ভর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে পৃথিবী পৃষ্ঠ ও চন্দ্র থেকে 2.55×10^6m উচ্চতায় ঐ বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বলের তুলনা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** গ্রাফ হতে, চন্দ্রের ব্যাসার্ধ, $R_m = 1.75 \times 10^6$ m

এবং $F = W_m = 1.6 \times 10^3$ N

চন্দ্রপৃষ্ঠে m = 1000 kg ভরের বস্তুর ওজন, $W_m = mg_m$

$\Rightarrow 1.6 \times 10^3 = 1000 \times g_m \Rightarrow g_m = 1.6\ ms^{-2}$

মনে করি, চন্দ্রের ভর = M_m $\therefore g_m = \frac{GM_m}{R_m^2}$

$\Rightarrow M_m = \frac{g_m R_m^2}{G} = \frac{1.6\times(1.75\times10^6)^2}{6.67\times10^{-11}}$ kg

$= 7.35 \times 10^{22}$ kg

(ঘ) **উত্তর:** পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$m

পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা, $h = 2.55 \times 10^6$m

মনে করি, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ = g′

$\therefore \frac{g'}{g_e} = \frac{R_e^2}{(R_e+h)^2} \Rightarrow g' = g\left(\frac{6.4\times10^6}{6.4\times10^6+2.55\times10^6}\right)^2$

$= 5.011\ ms^{-2}$

$\therefore$ h উচ্চতায় m = 10^3kg

ভরের বস্তুর ওজন, $W_e = mg' = 5011$ N

গ্রাফ হতে, চন্দ্র পৃষ্ঠ থেকে 2.55×10^6m উচ্চতায়,

$g'_m = \left(\frac{R_m}{R_m+h}\right)^2 \times g_m = \left(\frac{1.75\times10^6}{(1.75+2.55)\times10^6}\right)^2 \times 1.6$

$= 0.265\ ms^{-2}\left[g_m = \frac{g_e}{6} = 1.6\ ms^{-2}\right]$

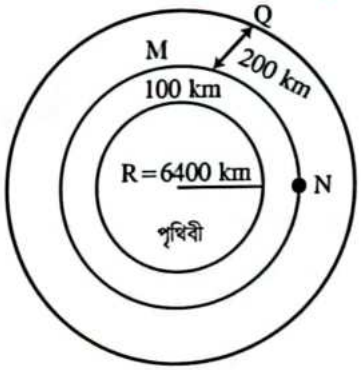
$\therefore$ চন্দ্রপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় বস্তুটির ওজন,

$W_m = mg'_m = 265$ N

$\therefore$ অভিকর্ষজ বলের অনুপাত = $\frac{W_e}{W_m} = \frac{5011}{265} = 18.91$

17. পৃথিবী নিজ অক্ষের চারদিকে 24 ঘণ্টায় একবার প্রদক্ষিণ করে। ভূ-পৃষ্ঠের একটি অক্ষাংশে 50 kg ভরের একটি বস্তুর আহ্নিক গতির কারণে ওজন 1 N পরিমাণ হ্রাস পায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km ও ভর 6×10^{24} kg।

[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]



(গ) ভূ-পৃষ্ঠের কত ডিগ্রী অক্ষাংশে ওজন 1 N হ্রাস পাবে? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, m = 50 kg

R = 6400 km,

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{86400}\ rad\ s^{-1}$

ধরি, λ অক্ষাংশে ওজন 1 N হ্রাস পাবে।

$\therefore mg_\lambda = mg - m\omega^2 R\cos^2\lambda$

$\Rightarrow mg - mg_\lambda = m\omega^2 R\cos^2\lambda$

$\Rightarrow 1 = 50 \times \left(\frac{2\pi}{86400}\right)^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \cos^2\lambda$

$\Rightarrow \lambda = 39.76°$

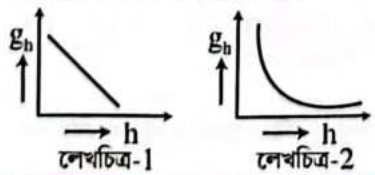
নিজে করো

18. একজন পদার্থবিদ পৃথিবীর ঘূর্ণনের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর সম্পর্ক স্থাপনের জন্য 70 kg ভরের একটি বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠে উত্তর অক্ষাংশে রাখলেন। পৃথিবী নিজ অক্ষে 24 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। (পৃথিবীর ভর $M = 6 \times 10^{24}$ kg, ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.77\ ms^{-2}$) [BB'24]

(ঘ) আবর্তনজনিত কারণে উদ্দীপকে উল্লিখিত স্থানে বস্তুটির ওজন বাড়বে না কমবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

[Ans: $W > W_\lambda$; সুতরাং, 70° অক্ষাংশে বস্তুর ওজন হ্রাস পাবে।]

19. লিমন গুগল থেকে নিম্নের তথ্যসমূহ পেল। তথ্যসমূহ ব্যবহার করে নিম্নরূপ দু'টি লেখচিত্র অঙ্কন করে। [MB'23]



দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6.0 \times 10^{24}$ kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$

লেখচিত্র-১: ভূপৃষ্ঠ হতে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে h দূরত্ব ও h দূরত্বের অভিকর্ষজ ত্বরণ g_h

লেখচিত্র-২: ভূপৃষ্ঠ হতে উপরের দিকে h দূরত্ব ও h দূরত্বে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_h

(গ) ডাটাগুলো ব্যবহার করে পৃথিবীর পৃষ্ঠে g এর মান নির্ণয় কর। [Ans: $9.77\ ms^{-2}$]

20. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 500 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.81\ ms^{-2}$। [RB'22]

(গ) উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর।

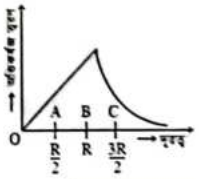
[Ans: $8.44\ ms^{-2}$]

21. দূরত্বের সাপেক্ষে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র নিম্নে প্রদত্ত হল: [SB'22]

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m,

পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$



(গ) যখন কোনো বস্তু A বিন্দুতে অবস্থান করে তখন অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। [Ans: 4.8875 ms^{-2}]

T-03: মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব

Concept

M ভরের বস্তুর কেন্দ্র হতে r দূরত্বে প্রাবল্য, $E = \frac{GM}{r^2}$ এবং বিভব, $V = -\frac{GM}{r}$

পৃথিবীর বা অন্য কোনো গ্রহে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য = অভিকর্ষজ ত্বরণ

প্রাবল্যকে ভেক্টরের নিয়মে যোগ করা হয় এবং বিভবকে বীজগাণিতিক/স্কেলার পদ্ধতিতে যোগ করা হয়।

- প্রাবল্য ও বিভবের মধ্যে সম্পর্ক:

$E = -\frac{dV}{dr} \Rightarrow V = \int -\vec{E} \cdot d\vec{r}$; ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায়, মহাকর্ষীয় প্রাবল্য, $\vec{E} = -\vec{\nabla}V = -\left(\frac{\partial}{\partial x}V\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}V\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}V\hat{k}\right)$

এখানে, (−) চিহ্নের তাৎপর্য হলো যেদিকে গেলে মহাকর্ষীয় বিভব হ্রাস পায়, মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের দিক সেদিকে।

- m ভরের বস্তুর মহাকর্ষীয় বিভব শক্তি, $E_p = m \times V = -G\frac{mM}{r}$
- মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে বস্তুকে স্থানান্তর করতে বাহ্যিক বল দ্বারা কৃতকাজ,

এখানে, r_1 = আদি অবস্থান এবং r_2 = শেষ অবস্থান

$W_{ext} = E_{p_2} - E_{p_1} = \left(-\frac{GMm}{r_2}\right) - \left(-G\frac{Mm}{r_1}\right) = GMm\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$ এবং মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ, $W_g = GMm\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)$

- নিরেট ও ফাঁপা গোলকের বিভিন্ন অবস্থানে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব:

অবস্থান	প্রাবল্যের মান	বিভব
নিরেট বা ফাঁপা গোলকের বাহিরে	$E = \frac{GM}{r^2}$	$V = -\frac{GM}{r}$
নিরেট গোলকের ভিতরে	$E = \frac{GM}{a^3}r$	$V = -\frac{GM(3a^2-r^2)}{2a^3}$
ফাঁপা গোলকের ভিতরে	0	$V = -\frac{GM}{a}$

এখানে, M = গোলকের ভর, a = গোলকের ব্যাসার্ধ এবং r = গোলকের কেন্দ্র হতে কোনো বিন্দুর দূরত্ব।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24}kg ও 6400 km। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 1000 km দূরে একটি উপগ্রহ আবর্তনশীল আছে। একজন নভোচারী মনে করে উপগ্রহটিকে আরো 22200 km দূরত্বে সরালে এর বেগ অর্ধেক হবে। [RB'24]

[মহাকর্ষ ধ্রুবক = $6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে উপগ্রহটির প্রাথমিক অবস্থানে পৃথিবীর জন্য মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400\ km = 6.4 \times 10^6$m

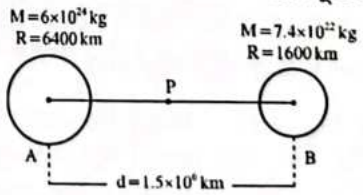
ভূ-পৃষ্ঠ হতে উপগ্রহের উচ্চতা, $h = 1000\ km = 10^6$m

সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$

আমরা জানি, মহাকর্ষীয় বিভব,

$$V = -\frac{GM}{R+h} = -\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6+10^6)}$$
$$= -5.41 \times 10^7\ Nkg^{-1}$$

02. A ও B দুটি কাল্পনিক গ্রহ পরস্পর হতে 1.5×10^6 km দূরে অবস্থিত। তাদের সংযোজক রেখার মধ্যবিন্দু P। [JB'24]



(গ) P বিন্দুতে লব্ধি মহাকর্ষীয় প্রাবল্য বের কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, A গ্রহের ভর, $M_A = 6 \times 10^{24}$ kg

A গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R_A = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$m

A গ্রহের কেন্দ্র হতে P বিন্দুর দূরত্ব,

$d_A = \frac{1.5\times10^6}{2} = 7.5 \times 10^5$ km $= 7.5 \times 10^8$m

P বিন্দুতে A গ্রহের মহাকর্ষীয় প্রাবল্য,

$E_A = \frac{GM_A}{d_A^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(7.5\times10^8)^2}$

$= 711.47 \times 10^{-6}$ Nkg^{-1}

আবার, B গ্রহের ভর, $M_B = 7.4 \times 10^{22}$ kg

B গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R_B = 1600$ km $= 1.6 \times 10^6$ m

B গ্রহের কেন্দ্র হতে P বিন্দুর দূরত্ব, $d_B = 7.5 \times 10^8$ m

P বিন্দুতে B গ্রহের মহাকর্ষীয় প্রাবল্য,

$E_B = \frac{GM_B}{d_B^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times7.4\times10^{22}}{(7.5\times10^8)^2}$

$= 8.775 \times 10^{-6}$ Nkg^{-1}

∴ P বিন্দুতে লব্ধি মহাকর্ষীয় প্রাবল্য,

$E = E_A - E_B = (711.47 \times 10^{-6} - 8.775 \times 10^{-6})$

$= 702.695 \times 10^{-6}$ Nkg^{-1}[PA বরাবর] **(Ans.)**

03. A এবং B একই উপাদান এবং একই গড় ঘনত্ববিশিষ্ট দুটি গ্রহ (কাল্পনিক)। A এর ভর 5.93×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.93×10^6 m এবং B এর ব্যাসার্ধ 3×10^6 m। **[BB'22]**

(গ) A গ্রহের পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) A ও B উভয় গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান কি একই হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

(গ) **উত্তর:** A গ্রহের ভর, $M = 5.93 \times 10^{24}$ kg

A গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R = 6.93 \times 10^6$ m

A গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় বিভব,

$V = -\frac{GM}{R} = -\frac{6.673\times10^{-11}\times5.93\times10^{24}}{6.93\times10^6}$ Jkg^{-1}

$= -5.71 \times 10^7$ Jkg^{-1} **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** A ও B একই গড় ঘনত্ববিশিষ্ট দুটি গ্রহ।

আমরা জানি, $M \propto V$ এবং $V \propto R^3$ (গোলকজাতীয় বস্তুর ক্ষেত্রে)

∴ $\frac{M_B}{M_A} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3$ [উভয় গ্রহের ক্ষেত্রে ঘনত্ব ধ্রুবক]

⇒ $M_B = \left(\frac{3\times10^6}{6.93\times10^6}\right)^3 \times (5.93 \times 10^{24})$

∴ $M_B = 4.81 \times 10^{23}$ kg

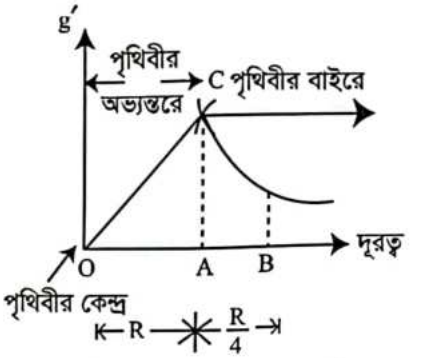
আবার, মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের ক্ষেত্রে, $E \propto M$ এবং $E \propto \frac{1}{R^2}$

∴ $\frac{E_A}{E_B} = \frac{M_A}{M_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{5.93\times10^{24}}{4.81\times10^{23}} \times \left(\frac{3\times10^6}{6.93\times10^6}\right)^2$

∴ $\frac{E_A}{E_B} = 2.31$

∴ A ও B উভয় গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান একই হবে না।

04. উদ্দীপকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। পৃথিবীর ভর, $M = 6.0 \times 10^{24}$ kg এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km। **[DB'17]**



(গ) উদ্দীপকের A বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৪

(গ) **উত্তর:** A বিন্দুটি হচ্ছে পৃথিবী পৃষ্ঠ।

দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$ m

∴ মহাকর্ষীয় প্রাবল্য $= \frac{GM}{R^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2}$

$= 9.775$ ms^{-2} **(Ans.)**

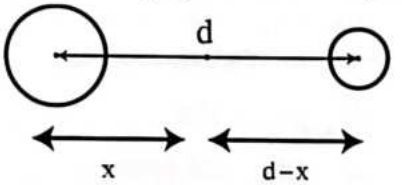
05. একদল বিজ্ঞানী 100 kg ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে 3.6×10^4 km উপরে উঠিয়ে 3.1 kms^{-1} রৈখিক বেগ প্রদান করে চাঁদ সদৃশ উপগ্রহে পরিণত করার চেষ্টা করল। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাদের ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 81 ও 16 গুণ। পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব 3×10^5km। পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}, **[Ctg.B'17]**

মহাকর্ষ ধ্রুবকের মান 6.673×10^{-11} Nm^{2}kg^{-2}।

(গ) পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে? ৩

(গ) **উত্তর:** মনে করি, পৃথিবীর ভর $= M_e$,

চাঁদের ভর $= M_m$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $= R_e$, চাঁদের ব্যাসার্ধ $= R_m$।



∴ দেওয়া আছে, $\frac{M_e}{M_m} = 81$ ও $\frac{R_e}{R_m} = 16$

পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব, $d = 3 \times 10^5$ km $= 3 \times 10^8$ m

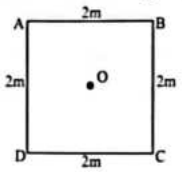
ধরি, পৃথিবী হতে x দূরত্বে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য শূন্য।

∴ $\frac{GM_e}{x^2} = \frac{GM_m}{(d-x)^2} \Rightarrow \left(\frac{x}{d-x}\right)^2 = \frac{M_e}{M_m} \Rightarrow \left(\frac{x}{d-x}\right)^2 = 81$

⇒ $\frac{x}{d-x} = 9 \Rightarrow x = 9d - 9x \Rightarrow x = \frac{9d}{10} = 2.7 \times 10^8$m

∴ পৃথিবী হতে 2.7×10^8 m দূরত্বে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য সমান হবে।

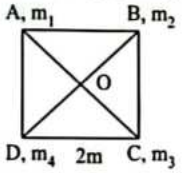
06. 2m বাহুবিশিষ্ট ABCD বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র O এবং উক্ত বিন্দুতে 1 kg ভরের বস্তু রাখা আছে। A, B, C ও D বিন্দুতে যথাক্রমে 4 kg, 4 kg, 2 kg,ও 2 kg ভরের চারটি বস্তু রাখা আছে। $[G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}]$ [CB'17]



(গ) 'O' বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) O বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** $AB = BC = CD = AD = 2m$



$AC = BD = 2\sqrt{2}m$

$\therefore OA = OB = OC = OD = \frac{AC}{2} = \sqrt{2}\ m$

$m_1 = m_2 = 4kg\ ;\ m_3 = m_4 = 2kg$

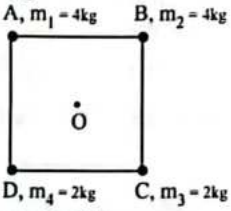
$\therefore$ O বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব,

$V = -G\left[\frac{m_1}{OA} + \frac{m_2}{OB} + \frac{m_3}{OC} + \frac{m_4}{OD}\right]$

$= -G\left[\frac{4}{\sqrt{2}} + \frac{4}{\sqrt{2}} + \frac{2}{\sqrt{2}} + \frac{2}{\sqrt{2}}\right]\ Jkg^{-1}$

$= -5.66 \times 10^{-10}\ Jkg^{-1}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** $m_1 = 4\ kg$ এর জন্য মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,



$E_A = \frac{Gm_1}{OA^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times4}{(\sqrt{2})^2}\ Nkg^{-1}$

$= 1.3346 \times 10^{-10}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OA}$ বরাবর।

$m_2 = 4kg$ এর জন্য মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,

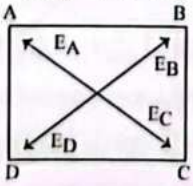
$E_B = \frac{Gm_2}{OB^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times4}{(\sqrt{2})^2}\ Nkg^{-1}$

$= 1.3346 \times 10^{-10}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OB}$ বরাবর।

$m_3 = 2kg$ এর জন্য মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,

$E_C = \frac{Gm_3}{O_C^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times2}{(\sqrt{2})^2}\ Nkg^{-1}$

$= 6.673 \times 10^{-11} Nkg^{-1}, \overrightarrow{OC}$ বরাবর।



একইভাবে, $E_D = 6.673 \times 10^{-11}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OD}$ বরাবর।

E_A ও E_C বিপরীতমুখী $\therefore$ তাদের লব্ধি, $E_{AC} = E_A - E_C$

$= 6.673 \times 10^{-11}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OA}$ বরাবর,

E_B ও E_D বিপরীতমুখী। $\therefore$ তাদের লব্ধি

$E_{BD} = E_B - E_D = 6.673 \times 10^{-11}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OB}$ বরাবর।

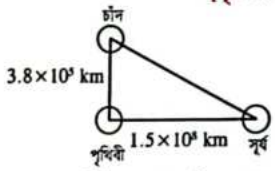
$\therefore$ চারটি প্রাবল্যের লব্ধি, $E = \sqrt{E_{AC}^2 + E_{BD}^2}$

$= \sqrt{(6.673 \times 10^{-11})^2 + (6.673 \times 10^{-11})^2}\ Nkg^{-1}$

$= 9.437 \times 10^{-11}\ Nkg^{-1}$

যেহেতু O বিন্দুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রপ্রাবল্য শূন্য নয়, সেহেতু এই বিন্দুতে কোনো বস্তু রাখলে তা স্থির থাকবে না।

07. নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও। [কৃষি বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ]



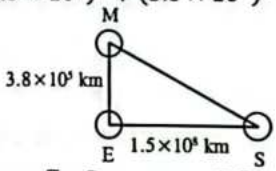
পৃথিবীর ভর 6×10^{24} kg, সূর্যের ভর 2×10^{30}kg এবং চাঁদের ভর 7.2×10^{22} kg

(গ) চাঁদে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) সূর্যগ্রহণ ও চন্দ্রগ্রহণ এই দুই সময়ের মধ্যে কখন চাঁদের মহাকর্ষীয় প্রাবল্য বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** চাঁদ ও সূর্যের দূরত্ব,

$R_{MS} = \sqrt{(1.5 \times 10^8)^2 + (3.8 \times 10^5)^2} = 1.5 \times 10^8$ km

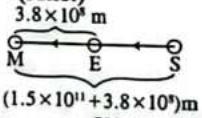


চাঁদের মোট মহাকর্ষীয় বিভব, V = পৃথিবীর জন্য বিভব + সূর্যের জন্য বিভব

$= -\frac{GM_e}{3.8\times10^8} - \frac{GM_s}{1.5\times10^{11}} = -\frac{G\times6\times10^{24}}{3.8\times10^{24}} - \frac{G\times2\times10^{30}}{1.5\times10^{11}}$

$= 1.053 \times 10^6 - 8.88 \times 10^8$

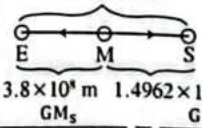
$= -8.907 \times 10^8\ Jkg^{-1}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** চন্দ্রগ্রহণের সময়: 

চাঁদের প্রাবল্য, $E_1 = E_e + E_s = \frac{GM_e}{(3.8\times10^8)^2} + \frac{GM_s}{(1.5038\times10^{11})^2}$

$= 6.673 \times 10^{11}\left[\frac{6\times10^{24}}{(3.8\times10^8)^2} + \frac{2\times10^{30}}{(1.5038\times10^{11})^2}\right] Nkg^{-1}$

$= 8.674 \times 10^{-3}\ Nkg^{-1}$

সূর্যগ্রহণের সময়: 

$\therefore$ প্রাবল্য, $E_2 = \frac{GM_s}{(1.4692\times10^{11})^2} - \frac{GM_e}{(3.8\times10^8)^2}$

$= 6.673 \times 10^{-11} \times \left[\frac{2\times10^{30}}{(1.4692\times10^{11})^2} - \frac{6\times10^{24}}{(3.8\times10^8)^2}\right] Nkg^{-1}$

$= 3.189 \times 10^{-3}\ Nkg^{-1}$

যেহেতু $E_1 > E_2$, সেহেতু চন্দ্রগ্রহণের সময় প্রাবল্য বেশি হবে।

T-04: কেপলারের সূত্র

Concept

- গ্রহের গতি সম্পর্কিত কেপলারের সূত্র:
  - (i) উপবৃত্ত সূত্র: প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে।
  - (ii) ক্ষেত্রফল সূত্র: গ্রহ এবং সূর্যের সংযোগকারী ব্যাসার্ধ রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।
    যদি t সময়ে ব্যাসার্ধ রেখাটি A ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে তবে, $\frac{dA}{dt}$ = ধ্রুবক।
    এখানে ধ্রুবক = $\frac{L}{2m}$। এই সূত্র কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা সমর্থন করে।
  - (iii) সময়ের সূত্র: প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য থেকে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $T^2 \propto R^3$
    এখানে, গড় দূরত্ব না বলে উপবৃত্তাকার কক্ষপথের অর্ধপরাক্ষ বলা যেতে পারে।
- $T^2 \propto R^3$ [এখানে, T = গ্রহের পর্যায়কাল এবং R = গ্রহের কক্ষপথের গড় ব্যাসার্ধ] $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} \times R^3$
- $v \propto \frac{1}{r}$ [এখানে, v = গ্রহের কাক্ষিক গতিবেগ এবং r = গ্রহের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = সূর্য বা নক্ষত্র থেকে গ্রহের দূরত্ব]

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

[এই টপিক থেকে বিগত বোর্ড পরীক্ষায় কোনো সৃজনশীল প্রশ্ন আসেনি]

T-05: মুক্তিবেগ

Concept

- ভূ-পৃষ্ঠ থেকে নিক্ষিপ্ত হলে, $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$; মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না। R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ।
- যদি ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতা থেকে নিক্ষেপ করা হয়, তাহলে $v_e = \sqrt{2g'(R+h)} = \sqrt{\frac{2GM}{R+h}}$; এখানে, g' = h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

০১ দুটি গ্রহের মুক্তি বেগ যথাক্রমে $11.2\ kms^{-1}$ এবং $5.2\ kms^{-1}$। প্রথম গ্রহের ভর দ্বিতীয় গ্রহের ভরের চার গুণ। উভয় গ্রহের পৃষ্ঠ হতে $4\ ms^{-1}$ বেগে দুটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। [SB'24]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত দুটি গ্রহের ব্যাসার্ধের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয় বস্তু নিজ গ্রহ পৃষ্ঠ হতে সমান উচ্চতায় উঠতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** ধরি, ১ম গ্রহের ভর, $M_1 = 4M$ kg

১ম গ্রহের ব্যাসার্ধ = R_1 m; ২য় গ্রহের ভর, $M_2 = M$ kg

২য় গ্রহের ব্যাসার্ধ = R_2 m

১ম গ্রহের মুক্তিবেগ, $v_{e_1} = 11.2\ kms^{-1} = 11200\ ms^{-1}$

২য় গ্রহের মুক্তিবেগ, $v_{e_2} = 5.2\ kms^{-1} = 5200\ ms^{-1}$

সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$ হলে,

আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ $\therefore v_{e_1} = \sqrt{\frac{2GM_1}{R_1}}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{2G\times4M}{R_1}} = 11200 \ldots\ldots\ldots$ (i)

আবার, $v_{e_2} = \sqrt{\frac{2GM_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{2\times G\times M}{R_2}} = 5200 \ldots\ldots\ldots$ (ii)

এখন, (ii) ÷ (i) $\Rightarrow \frac{\sqrt{\frac{2GM}{R_2}}}{\sqrt{\frac{2G4M}{R_1}}} = \frac{5200}{11200} \Rightarrow \sqrt{\frac{R_1}{4R_2}} = \frac{13}{28}$

$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = 4 \times \left(\frac{13}{28}\right)^2 = \frac{169}{196}$ $\therefore R_1 : R_2 = 169 : 196$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, ১ম গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ = g_1 এবং ২য় গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ = g_2

১ম গ্রহের ব্যাসার্ধ = R_1; ২য় গ্রহের ব্যাসার্ধ = R_2

দেওয়া আছে, ১ম গ্রহের পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ, $v_{e_1} = 11.2\ kms^{-1}$

২য় গ্রহের পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ, $v_{e_2} = 5.2\ kms^{-1}$

আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$

$\therefore v_{e_1} = \sqrt{2g_1R_1} \ldots\ldots\ldots$ (i) এবং $v_{e_2} = \sqrt{2g_2R_2} \ldots\ldots\ldots$ (ii)

এখন, (i) ÷ (ii) $\Rightarrow$

$\frac{v_{e_1}}{v_{e_2}} = \frac{\sqrt{2g_1R_1}}{\sqrt{2g_2R_2}} \Rightarrow \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{v_{e_1}}{v_{e_2}} \times \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = \frac{11.2}{5.2} \times \sqrt{\frac{196}{169}}$

['গ' হতে পাই, $\frac{R_2}{R_1} = \frac{196}{169}$]

$\Rightarrow \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{392}{169} \Rightarrow \frac{g_1}{g_2} = 5.38 \Rightarrow g_1 = 5.38g_2$

এখন, নিক্ষিপ্ত বস্তুর আদিবেগ, $u = 4\ ms^{-1}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় নিক্ষিপ্ত বস্তুর শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2gh \Rightarrow 0^2 = u^2 - 2gh \Rightarrow h = \frac{u^2}{2g}$

$\therefore$ ১ম গ্রহের পৃষ্ঠে উচ্চতা, $h_1 = \frac{u^2}{2g_1}$

২য় গ্রহের পৃষ্ঠে উচ্চতা, $h_2 = \frac{u^2}{2g_2}$

$\therefore \frac{h_1}{h_2} = \frac{g_2}{g_1} = \frac{g_2}{5.38g_2} = \frac{1}{5.38} = 0.186 \Rightarrow h_1 = 0.186h_2$

যেহেতু, $h_1 \neq h_2$; সুতরাং নিজ গ্রহ পৃষ্ঠ হতে সমান উচ্চতায় উঠতে পারবে না।

02. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের সমান কিন্তু ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ। 3 kg ভরের একটি বস্তু উভয় গ্রহের পৃষ্ঠ হতে 9 kms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। পৃথিবীর ভর 5.97×10^{24} kg এবং ব্যাসার্ধ 6.4×10^{6} m। [DB'22]

(গ) পৃথিবীর মুক্তিবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের নিক্ষিপ্ত বস্তুটি উভয় গ্রহে ফিরে আসবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** পৃথিবীর মুক্তিবেগ,

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{(2\times6.673\times10^{-11}\times5.97\times10^{24})}{6.4\times10^{6}}}$$

$$= 11.16\ kms^{-1}\ (Ans.)$$

(ঘ) **উত্তর:** নতুন গ্রহের ব্যাসার্ধ,

$R' = 2R_c = (2 \times 6.4 \times 10^{6})$ m

নতুন গ্রহের মুক্তিবেগ, $v_e' = \sqrt{\frac{2GM}{R'}}$;

$$v_e' = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times5.97\times10^{24}}{2\times6.4\times10^{6}}} = 7.89\ kms^{-1}$$

'গ' হতে প্রাপ্ত, পৃথিবীর মুক্তিবেগ, $v_e = 11.16\ kms^{-1}$

দেখা যাচ্ছে, $v_e > 9$ এবং $v_e' < 9$।

তাই পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে নিক্ষিপ্ত বস্তু ফিরে আসবে কিন্তু কাল্পনিক গ্রহের পৃষ্ঠ হতে নিক্ষিপ্ত বস্তু ফিরে আসবে না।

03. [Din.B'19]

গ্রহের নাম	ভর (kg)	ব্যাসার্ধ (km)	সূর্য হতে দূরত্ব (km)
মঙ্গল	6.39×10^{23} kg	3390 km	227.9×10^{6} km
পৃথিবী	5.97×10^{24} kg	6378 km	149.6×10^{6} km

এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$।

(ঘ) উভয় গ্রহে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ সমান হবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** মঙ্গল গ্রহে মুক্তিবেগ, $v_{e_1} = \sqrt{\frac{2GM_1}{R_1}}$

$$= \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.39\times10^{23}}{3.39\times10^{6}}} = 5015.63 ms^{-1}$$

পৃথিবীর মুক্তিবেগ, $v_{e_2} = \sqrt{\frac{2GM_2}{R_2}}$

$$= \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times5.97\times10^{24}}{6.378\times10^{6}}} = 11176.8769\ ms^{-1}$$

∴ উভয় গ্রহে মুক্তিবেগ সমান হবে না।

04. 5 kg ভরের একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগে নিক্ষেপ করায় সেটি মহাশূন্যের অন্য একটি গ্রহে পৌঁছায় যার ভর পৃথিবীর ভরের ষোলগুণ এবং ব্যাস পৃথিবীর ব্যাসার্ধের আটগুণ। (পৃথিবীর ভর $= 6 \times 10^{24}$ kg, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^{3} km) [DB, SB, JB, Din.B'18]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বস্তুটির ভর অর্ধেক হলেও ঐ বস্তুটিকে পুনরায় অন্য গ্রহটি হতে মহাশূন্যে নিক্ষেপ করতে প্রয়োজনীয় মুক্তিবেগ ভূপৃষ্ঠের মুক্তিবেগের সমান হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** নতুন গ্রহ হতে মুক্তিবেগ,

$$v_N = \sqrt{\frac{2GM_N}{R_N}}$$

$$= \sqrt{\frac{2G16M_E}{4R_E}} = 2\sqrt{\frac{2GM_E}{R_E}} = 2 \times v_E$$

$= 2 \times$ পৃথিবী হতে মুক্তিবেগ

সুতরাং বস্তুটির ভর অর্ধেক হলেও ঐ বস্তুটিকে পুনরায় অন্য গ্রহ হতে মহাশূন্যে নিক্ষেপ করতে মুক্তিবেগ ভূপৃষ্ঠের মুক্তিবেগের সমান হবে না।

05. একটি মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ ও ভর যথাক্রমে 3.2×10^{6} m এবং 4×10^{24} kg। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$। একটি ধূমকেতুর আঘাতে মহাজাগতিক বস্তুটি আটটি সমান খণ্ডে বিভক্ত হল। [Din.B'17]

(ঘ) প্রতিটি খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুটির মুক্তিবেগের এক অষ্টমাংশ হবে কিনা যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** মহাজাগতিক বস্তুর ভর, $M = 4 \times 10^{24}$ kg

মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ, $R = 3.2 \times 10^{6}$ m

1টি খণ্ডের ভর, $m = \frac{M}{8}$ ও ব্যাসার্ধ $= r$ হলে,

$$8 \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow 8r^3 = R^3 \Rightarrow r = \frac{R}{2}$$

∴ মহাজাগতিক বস্তুর মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

∴ খণ্ডের মুক্তিবেগ, $v_e' = \sqrt{\frac{2Gm}{r}}$ ∴ $\frac{v_e}{v_e'} = \sqrt{\frac{M}{m} \times \frac{r}{R}}$

$$= \sqrt{8 \times \frac{1}{2}} = \sqrt{4} = 2 \therefore v_e = 2v_e' \Rightarrow v_e' = \frac{v_e}{2}$$

∴ প্রতিটি খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুর মুক্তিবেগের এক-অষ্টমাংশ হবে- উক্তিটি যথার্থ নয়। খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুর মুক্তিবেগের অর্ধেক হবে।

CamScanner

T-06: উপগ্রহের গতি

Concept

- ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় আবর্তনরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের রৈখিক বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$ [যেহেতু $GM = gR^2$]।
- আবর্তনকাল T হলে রৈখিক বেগ, $v = \frac{2\pi}{T}(R+h)$
- h উচ্চতায় আবর্তনরত উপগ্রহের আবর্তনকাল T হলে, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
- কৃত্রিম উপগ্রহটি m ভরবিশিষ্ট এবং এর বেগ v হলে, কাক্ষিক গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\frac{GM}{R+h} = \frac{GMm}{2(R+h)}$
- কার্যকর স্যাটেলাইটের স্থিতিশক্তি E_p এবং গতিশক্তি E_k হলে, $E_p = \frac{-GMm}{R+h}$, $E_k = \frac{GMm}{2(R+h)}$ এবং $E_{Total} = \frac{-GMm}{2(R+h)}$
- $E_p = -2E_k$, $E_{Total} = -E_k$
- প্রয়োজনীয় মানসমূহ:
  পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m; মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$
  পৃথিবীর গড় ঘনত্ব, $\rho = 5.5 \times 10^3 kgm^{-3}$; পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$kg ; সূর্যের ভর $= 2 \times 10^{30}$kg

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24}kg ও 6400 km। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 1000 km দূরে একটি উপগ্রহ আবর্তনশীল আছে। একজন নভোচারী মনে করে উপগ্রহটিকে আরো 22200 km দূরত্বে সরালে এর বেগ অর্ধেক হবে। [RB'24]
[মহাকর্ষ ধ্রুবক $= 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$]

(ঘ) নভোচারীর ধারণা সঠিক কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$m
১ম ক্ষেত্রে, ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতা, $h = 1000$ km $= 10^6$ m
২য় ক্ষেত্রে, ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতা,
$h' = (1000 + 22200)$km $= 2.32 \times 10^7$m
1000 km উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ,
$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6+10^6}} = 7355.64\ ms^{-1}$
আবার, 2.32×10^7m উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ,
$v' = \sqrt{\frac{GM}{R+h'}} = \sqrt{\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6+2.32\times10^7}} = 3677.82\ ms^{-1}$
এখানে, $v' = \frac{v}{2}$; সুতরাং, নভোচারীর ধারণা সঠিক।

02. একটি উপগ্রহ পৃথিবীকে 12 ঘণ্টায় বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করতে পারে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$। [Din.B'24]

(গ) পৃথিবীর কেন্দ্র হতে উপগ্রহটি কত উচ্চতায় অবস্থান করছিল নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উচ্চতার পরিবর্তন না করে উপগ্রহটিকে কত বেগ প্রদান করলে এটি ভূ-স্থির উপগ্রহে পরিণত হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, উপগ্রহটির পর্যায়কাল,
$T = 12$ hr $= 12 \times 3600$ sec $= 43200$ sec
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$ m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
ধরি, উপগ্রহটি h উচ্চতায় অবস্থান করছে, পৃথিবীর ভর, M এবং সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G হলে
আমরা জানি, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
[$\because GM = gR^2$]
$= \left[\frac{9.8\times(6.4\times10^6)^2\times(43200)^2}{4\times(3.1416)^2}\right]^{\frac{1}{3}} - (6.4 \times 10^6)$
$= 2.02725 \times 10^7$ m **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, উপগ্রহটির উচ্চতা,
$h = 2.0725 \times 10^7$m
দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ,
$R = 6400$ km $= 6.4 \times 10^6$ m
∴ উপগ্রহটির কক্ষপথের ব্যাসার্ধ,
$R + h = \{(6.4 \times 10^6) + (2.0725 \times 10^7)\}$ m
$= 2.7125 \times 10^7$ m
আমরা জানি, ভূ-স্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল,
$T = 24$ hr $= 24 \times 3600$ sec $= 86400$ sec
ধরি, h উচ্চতায় উপগ্রহটিকে v বেগ দিলে সেটি ভূ-স্থির উপগ্রহে পরিণত হবে।
আমরা জানি, $v \times T = 2\pi(R + h)$
$\Rightarrow v = \frac{2\pi(R+h)}{T} = \frac{2\times3.1416\times2.7125\times10^7}{86400} = 1972.6\ ms^{-1}$
সুতরাং উপগ্রহটিকে $1972.6\ ms^{-1}$ বেগ দিতে হবে।

03. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে স্থানান্তর করা হলো। পৃথিবীর বার্ষিক গতি এবং আহ্নিক গতি যথাক্রমে 365 days এবং 24 hours। পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যকার দূরত্ব 1.5×10^{11} m, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m, অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.81\ ms^{-2}$। [RB'23]

(গ) সূর্যের চারপাশে পৃথিবীর রৈখিক দ্রুতি বের কর। ৩

(গ) **উত্তর:** R = পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যকার দূরত্ব = 1.5×10^{11}m

সময়, T = 365 দিন = $365 \times 24 \times 3600$ s

$= 31.536 \times 10^6$s

আমরা জানি, রৈখিক বেগ,

$v = \frac{2\pi R}{T} = \frac{2\pi \times 1.5 \times 10^{11}}{31.536 \times 10^6} ms^{-1} = 29.885 \times 10^3 ms^{-1}$

04. চাঁদকে একটি সুষম গোলক বিবেচনা করা হলো। ধরা যাক চাঁদের কেন্দ্র হতে 2×10^6 m উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ঘূর্ণনরত আছে। চাঁদের পরিধি $= 10.048 \times 10^6$ m এবং ঘনত্ব $= 1742.3\ kg\ m^{-3}$। [CB'23]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির রৈখিক বেগের মান নির্ণয় কর।

[SB'23, Ctg.B'22, JB'22, MB'22] ৩

(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটিকে যদি $1.7538\ kms^{-1}$ বেগে চাঁদের পৃষ্ঠ থেকে উৎক্ষেপণ করা হয় তাহলে তার চূড়ান্ত পরিণতি গাণিতিক বিশ্লেষণসহ উপস্থাপন কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পরিধি, $2\pi R = 10.048 \times 10^6$

$\Rightarrow R = 1.6 \times 10^6$m; $M = V\rho = \frac{4}{3}\pi R^3 \times \rho$

$= \frac{4}{3}\pi \times (1.6 \times 10^6)^3 \times 1742.3 = 2.98 \times 10^{22}$kg

$R + h = 2 \times 10^6$ m

আমরা জানি, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

$= \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 2.98 \times 10^{22}}{2 \times 10^6}} = 977.13\ ms^{-1}$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' থেকে, চাঁদের ভর, $M = 2.98 \times 10^{22}$kg এবং চাঁদের ব্যাসার্ধ, $R = 1.6 \times 10^6$m

চাঁদের পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$= \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 2.98 \times 10^{22}}{1.6 \times 10^6}} = 1576.6\ ms^{-1}$

$= 1.5766\ kms^{-1}$

দেওয়া আছে, উৎক্ষেপণ বেগ, $v = 1.7538\ kms^{-1}$।

$\because$ উৎক্ষেপণ বেগ, $v > v_e$; তাই, কৃত্রিম উপগ্রহ চন্দ্র পৃষ্ঠের আকর্ষণ ছাড়িয়ে চাঁদের মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের বাইরে চলে যাবে।

05. পৃথিবীর ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $M = 6 \times 10^{24}$kg এবং $R = 6.4 \times 10^6$m। পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে 700 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ আবর্তন করছে।

$[G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}]$ [BB'23]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি মহাশূন্যে মিলিয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা আছে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সঠিক সিদ্ধান্ত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

উপগ্রহের উচ্চতা, $h = 700\ km = 7 \times 10^5$m

কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, a =?

আমরা জানি, $a = \frac{v^2}{R+h} = \frac{\left(\sqrt{\frac{GM}{R+h}}\right)^2}{R+h} = \frac{GM}{(R+h)^2}$

$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(6.4 \times 10^6 + 7 \times 10^5)^2} = 7.94\ ms^{-2}$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি, ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় মুক্তিবেগ,

$V_m = \sqrt{\frac{2GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6 + 700 \times 10^3}}$

$= 10619.92 ms^{-1}$

h উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ,

$v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6.67\ 3 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10 + 700 \times 10^3}} = 7509.43\ ms^{-1}$

তাই ঐ উপগ্রহের বেগ আরও $(10619.92 - 7509.43)$

$= 3110.49\ ms^{-1}$ বৃদ্ধি করলে তা মহাশূন্যে বিলীন হবে।

06. পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে 3×10^4 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ $3\ kms^{-1}$ বেগে পৃথিবীকে আবর্তন করছে। [JB'23]

পৃথিবীর ভর, 6×10^{24}kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, 6.4×10^3km

উপগ্রহটির ভর, 1×10^3kg

এবং $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটিকে উল্লিখিত উচ্চতায় তুলতে কত কাজ করতে হয়েছে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহটি স্থায়ী হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$kg

উপগ্রহটির ভর, $m = 10^3$kg

উচ্চতা, $h = 3 \times 10^4$m $= 3 \times 10^7$m

প্রাথমিক শক্তি, $= E_i$; পরিবর্তিত শক্তি, $= E_f$

আমরা জানি, $E_i + W = E_f$

$\Rightarrow -\frac{GMm}{R} + W = -\frac{GMm}{R+h} \Rightarrow W = \frac{GMm}{R} - \frac{GMm}{R+h}$

$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 10^3}{6.4 \times 10^6} - \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 10^3}{6.4 \times 10^6 + 3 \times 10^7}$

$= 5.16 \times 10^{10}$J (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** উল্লিখিত উচ্চতায় বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

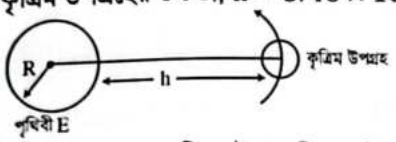
$= \sqrt{\frac{6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6 + 3 \times 10^7}} = 3316.54\ ms^{-1}$

$= 3.316\ kms^{-1}$

প্রশ্নানুযায়ী, উপগ্রহের বেগ, $v' = 3\ kms^{-1}$

$v > v'$, তাই উপগ্রহ স্থায়ী হবে না।

07. পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg [SB'23]
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}
কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা, $h = 3.46 \times 10^6$ m



(ঘ) উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। [Ctg.B'22] 8

(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি, $T' = \sqrt{\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GM}}$

$= \sqrt{\frac{4\pi^2(6.4\times10^6+3.46\times10^6)^3}{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}} = 9722.07s = 2.7\ hr$

ভূ-স্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল, $T = 24$ hr; $T' < 24$ hr
∴ উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ হবে না।

08. পৃথিবীর ভর 6×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m। 80 kg ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূ-পৃষ্ঠ হতে 200 km উচ্চতায় তুলে এর মধ্যে 4.5×10^9 Joule গতিশক্তি সঞ্চারিত করা হলো।
[$G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}, $g = 9.8$ ms^{-2}] [Din.B'23]
(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল নির্ণয় করো। [JB'19] ৩
(ঘ) উদ্দীপকে উপগ্রহটিকে মহাশূন্যে পাঠানোর জন্য গতিশক্তির পরিবর্তন করতে হবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। 8

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m
উচ্চতা, $h = 200$ km $= 200 \times 10^3$m
পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$kg
আমরা জানি, পর্যায়কাল,

$T = \sqrt{\frac{4\pi^2(R+h)^3}{GM}} = \sqrt{\frac{4\pi^2(6.4\times10^6+200\times10^3)}{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}}$
$= 5325.46\ s$(Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** 200 km উচ্চতায় মোট শক্তি, $E_{total} = E_P + E_k$
$= \frac{-GMm}{R+h} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{GMm}{R+h} + \frac{1}{2}m \times \frac{GM}{R+h}$
$= \frac{-GMm}{(R+h)\times2} = -\frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times80}{(6.4\times10^6+200\times10^3)\times2} = -2.43 \times 10^9$
ধরি মহাশূন্যে পাঠাতে W পরিমাণ আরও গতিশক্তি দিতে হবে,
$-2.43 \times 10^9 + W = 0 \Rightarrow W = 2.43 \times 10^9$ J
∴ $W > 4.5 \times 10^3$ J। তাই গতিশক্তি বাড়াতে হবে।

09. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 500 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.81 ms^{-2}। [RB'22]
(ঘ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর সম্ভব কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। 8

(ঘ) **উত্তর:** কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ,

$v_i = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}} = \sqrt{\frac{9.8\times(6400\times10^3)^2}{(6400+500)\times10^3}} = 7627.26\ ms^{-1}$

কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল, $T_i = \frac{2\pi(R+h)}{v_i}$
$= \frac{2\times3.1416\times(6400+500)\times10^3}{7627.26} = 5684.1\ s = 1.58\ h$

ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করতে কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল, $T_f = 24$ h হতে হবে।
সেক্ষেত্রে, কৃত্রিম উপগ্রহটির উচ্চতা হবে, $H' = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

$= \left\{\frac{9.8\times(6400\times10^3)^2\times(24\times3600)^2}{4\times(3.1416)^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - (6400\times10^3)$
$= 3.6 \times 10^7$m $= 36000$ km
∴ কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ হবে, $v_f = \frac{2\pi(R+h')}{T_f}$
$= \frac{2\times3.1416\times(6400+36000)\times10^3}{24\times3600} = 3083.42\ ms^{-1}$
∴ উপগ্রহটিকে ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করতে উপগ্রহটিকে আরো $(36000 - 500)$ km $= 35500$ km উঁচুতে উঠিয়ে $(7627.26 - 3083.42)ms^{-1} = 4543.84\ ms^{-1}$ বেগ হ্রাস করতে হবে।

10. কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ কেন্দ্র হতে 3.6×10^4 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ করা হলো। যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8$ ms^{-2}। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক যথাক্রমে 6.4×10^6 m এবং 6.7×10^{-11} Nm^2 kg^{-2}। [JB'22]
(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কাল $T = 2\pi(R+h)\sqrt{\frac{R+h}{GM}}$
$= 2 \times 3.1416 \times (6.4 \times 10^6 + 3.6 \times 10^7) \times$
$\sqrt{\frac{6.4\times10^6+3.6\times10^7}{6.02\times10^{24}\times6.67\times10^{-11}}}$
∴ $T = 86376.25$ s $= 23.99$ hour
যেহেতু কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল ≈ 24 hour, তাই এটি ভূ-স্থির হবে।

11. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 3.6×10^4 km উচ্চতায় বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট স্থাপিত। এটি U-19 বিশ্বকাপ ক্রিকেট খেলা সম্প্রসারণের জন্য নির্ধারিত। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m। [MB'22]
(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত উপগ্রহটি U-19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম কিনা—ব্যাখ্যা কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** উদ্দীপকের উপগ্রহটি U–19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম হবে যদি এটা ভূ-স্থির উপগ্রহ হয়।
এখন, ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল, $T = 24$ h $= 86400$ s
তাহলে, ভূ-স্থির উপগ্রহের উচ্চতা, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

$= \left\{\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times(86400)^2}{4\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - 6.4\times10^6$
$= 3.6 \times 10^7$m $= 3.6 \times 10^4$ km
উদ্দীপকের বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইটও এই উচ্চতায় আছে।
সুতরাং, এটি U–19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম।

12. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24} kg এবং 6400 km। এর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক 6.673×10^{-11} Nm^2kg^{-2}। এর পৃষ্ঠ থেকে একটি উপগ্রহকে 700 km উচ্চতায় তোলা হলো। [Ctg.B'19]
(ঘ) উদ্দীপকের উৎক্ষেপিত উপগ্রহটি চাঁদের মতো উপগ্রহ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) উত্তর: আবর্তনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{(6.4\times10^6+7.554\times10^5)^3}{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}} = 6010.292\ s$

অর্থাৎ, উপগ্রহটির আবর্তনকাল হবে 6010.292 s

আমরা জানি, পৃথিবীকে একবার আবর্তন করতে চাঁদের 27 দিন 8 ঘণ্টা সময় লাগে। এখন, 27 দিন 8 ঘণ্টা

$= \{(27\times86400)+(8\times3600)\} = 2361600\ s > T$

সুতরাং উক্ত উপগ্রহটি চাঁদের মতো উপগ্রহ হবে না।

13. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে **600 km** উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ **6400 km** এবং পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$। **[BB'19]**

(ঘ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করা সম্ভব কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। 8

(ঘ) উত্তর: ভূ-স্থির উপগ্রহের জন্য, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

$= \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left\{\frac{9.8\times(6.4\times10^6)^2\times(24\times3600)^2}{4\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - 6.4\times10^6$

$= 3.6\times10^7\ m$

$\therefore$ আরও $(3.6\times10^7 - 6\times10^5) = 3.54\times10^7\ m$ উচ্চতায় উঠালে তা ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর হবে।

14. $6.4\times10^6\ m$ ব্যাসার্ধের একটি গ্রহ নিজ অক্ষে 24 ঘণ্টায় একবার ঘুরে। একজন বিজ্ঞানী গ্রহটির সাথে অভিকর্ষীয় ত্বরণ g -এর সম্পর্ক স্থাপনের জন্য 58° উত্তর অক্ষাংশের সাথে একটি স্থানে **80 kg** ভরের একটি বস্তু রাখলেন।

অভিকর্ষীয় ত্বরণ $g = 9.80\ ms^{-2}$। **[SB'19]**

(গ) উক্ত স্থানে গ্রহটির ঘূর্ণনের জন্য বস্তুটির রৈখিক বেগ কত? ৩

(গ) উত্তর:আমরা জানি, $\omega = \frac{2\pi}{24\times3600} = 7.272\times10^{-5}\ rads^{-1}$

$\therefore$ বস্তুর রৈখিক বেগ, $v = \omega r$

$= 7.272\times10^{-5}\times6.4\times10^6 = 465.422\ ms^{-1}$

15. কোনো গ্রহের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষপথে $7.8\ kms^{-1}$ বেগে ঘুরছে, যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.0\ ms^{-2}$। অন্য একটি গ্রহের সাথে গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধের অনুপাত যথাক্রমে 80:1 ও 4:1। **[SB'17]**

(গ) বৃত্তাকার কক্ষপথের উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গ্রহ দুটির মধ্যে একটি নভোযান যাতায়াত করলে কোনো গ্রহ হতে অধিক গতিশক্তি নিয়ে নভোযানটিকে যাত্রা শুরু করতে হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

(গ) উত্তর: বেগ, $v = 7.8\ kms^{-1} = 7800\ ms^{-1}$

কক্ষপথে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_s = 9.0\ ms^{-2}$

গ্রহের ভর = M ও কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = r হলে,

$mg_s = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{g_s} = \frac{(7800)^2}{9.0}m = 6.76\times10^6 m$

(ঘ) উত্তর: মনে করি, গ্রহদ্বয়ের ভর যথাক্রমে M_1, M_2 এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে R_1 ও R_2। $\therefore \frac{M_1}{M_2} = 80$ ও $\frac{R_1}{R_2} = 4$

$\therefore$ প্রথম গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_1 = \frac{GM_1}{R_1^2}$ এবং ২য় গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_2 = \frac{GM_2}{R_2^2}$

$\therefore$ প্রথম গ্রহ হতে যাত্রা করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি,

$E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_e^2 = \frac{1}{2}m(2g_1R_1) = mg_1R_1$ [m = নভোযানের ভর]

তেমনি, ২য় গ্রহ হতে যাত্রা করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি,

$E_{k_2} = \frac{1}{2}m\,v_e^2 = \frac{1}{2}m(2g_2R_2) = mg_2R_2$

$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{g_1R_1}{g_2R_2} = \frac{\frac{GM_1}{R_1^2}R_1}{\frac{GM_2}{R_2^2}R_2} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right)\times\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$

$= 80\times\frac{1}{4} = 20 \therefore E_{k_1} = 20E_{k_2}$

$\therefore$ প্রথম গ্রহ থেকে নভোযানটিকে বেশি শক্তি নিয়ে যেতে হবে।

16. TVR নামক গ্রহকে কেন্দ্র করে একটি উপগ্রহ 30 দিনে পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করে। উপগ্রহটির ব্যাসার্ধ **3200 km** এবং এর পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ $3.6\ kms^{-1}$। উপগ্রহটি গ্রহটিকে কেন্দ্র করে $\frac{1}{2}v_{eT}$ (v_{eT} = গ্রহটির পৃষ্ঠে মুক্তি বেগ) বেগে ঘুরছে। গ্রহটির পৃষ্ঠে $g = 7.8\ ms^{-2}$। **[নটর ডেম কলেজ]**

(গ) উপগ্রহটির ঘনত্ব কত? ৩

(ঘ) যদি উপগ্রহটি থেমে গিয়ে গ্রহটিতে ফিরে আসে তাহলে গ্রহটিতে আঘাত করার মুহূর্তে বেগ নির্ণয় করা সম্ভব হবে কী?- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $v_e = 3600\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে, $v_e = \sqrt{2gR}$

$\Rightarrow g = \frac{v_e^2}{2R} = \frac{3600^2}{2\times3.2\times10^6}ms^{-2} = 2.025\ ms^{-2}$

ঘনত্ব ρ হলে, $g = \frac{4}{3}\pi\rho GR$

$\Rightarrow \rho = \frac{3g}{4\pi GR} = \frac{3\times2.025}{4\times\pi\times6.673\times10^{-11}\times3.2\times10^6} = 2263.94\ kgm^{-3}$

CamScanner

(ঘ) উত্তর: গ্রহের ব্যাসার্ধ R হলে এর পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ, $v_{eT} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

h উচ্চতায় বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ শর্তমতে, $v = \frac{1}{2}v_{eT}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2GM}{R}} \Rightarrow R + h = 2R \Rightarrow h = R$

উপগ্রহের পর্যায়কাল T হলে,

$T = 30 \times 86400 = 2.592 \times 10^6$ s

এখন, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R \Rightarrow R + R = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}$ [h = R]

$\Rightarrow (2R)^3 = \frac{gR^2T^2}{4\pi^2}$ $\left[\frac{GM}{R^2} = g \Rightarrow GM = gR^2\right]$

$\Rightarrow \frac{8R^3}{R^2} = \frac{gT^2}{4\pi^2} \Rightarrow R = \frac{7.8\times(2.592\times10^6)^2}{8\times4\times\pi^2}$

$= 1.659 \times 10^{11}$ m

∴ উপগ্রহের উচ্চতা, $h = R = 1.659 \times 10^{11}$ m

কেন্দ্র হতে দূরত্ব, $h + R = 2R$

শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, কক্ষপথে মোট শক্তি

= পৃষ্ঠে মোট শক্তি

$-\frac{GMm}{2R} + 0 = -\frac{GMm}{R} + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v^2 = \frac{2GM}{R}\left(1 - \frac{1}{2}\right)$

$\Rightarrow v^2 = \frac{gR^2}{R} = gR$

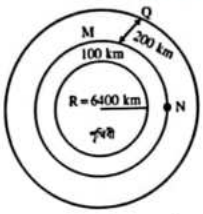
$\therefore v = \sqrt{gR} = \sqrt{7.8 \times 1.659 \times 10^{11}}$ ms^{-1}

$= 1.1376 \times 10^6$ ms^{-1} $= 1137.64$ kms^{-1}

অর্থাৎ, উপগ্রহের বেগ নির্ণয় করা সম্ভব।

17. পৃথিবী নিজ অক্ষের চারদিকে 24 ঘণ্টায় একবার প্রদক্ষিণ করে। ভূ-পৃষ্ঠের একটি অক্ষাংশে 50 kg ভরের একটি বস্তুর আহ্নিক গতির কারণে ওজন 1 N পরিমাণ হ্রাস পায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km ও ভর 6×10^{24} kg।

[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]



(ঘ) 33000 kg ভরের একটি রকেটকে M থেকে Q তে নাকি M থেকে N এর স্থানান্তর করতে কাজের পরিমাণ বেশি হবে– গাণিতিক ভাবে যাচাই করো। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

$m = 33000$ kg; $R = 6.4 \times 10^6$ m

$h_m = 100$ km $= 1 \times 10^5$ m

$h_Q = 300$ km $= 3 \times 10^5$ m

M বিন্দুতে বিভবশক্তি, $E_{P_M} = -\frac{GMm}{R+h_M}$

$= -\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times33000}{6.4\times10^6+10^5} = -2.03 \times 10^{12}$ J

Q বিন্দুর বিভবশক্তি, $E_{P_Q} = -\frac{GMm}{R+h_Q}$

$= -\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times33000}{6.4\times10^6+3\times10^5} = -1.972 \times 10^{12}$ J

∴ M থেকে Q তে নিতে কৃতকাজ, $W_1 = E_{P_Q} - E_{P_M}$

$= -1.972 \times 10^{12} + 2.3 \times 10^{12} = 5.8 \times 10^{10}$ J

কিন্তু, M ও N এর উচ্চতা একই হওয়াতে M হতে N এর স্থানান্তরে কোনো কাজ হবে না। অর্থাৎ, $W_2 = 0$

০৬

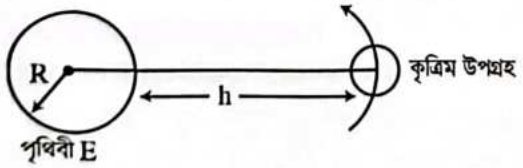
নিজে করো

18. পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg [SB'23]

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}

কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা, $h = 3.46 \times 10^6$ m



(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ নির্ণয় কর। [Ans: 6372.32 ms^{-1}]

19. ঢাকার ভূ-পৃষ্ঠ হতে খাড়া 26000 km উপরে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং ভর 6×10^{24} kg। [Ctg.B'22]

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির কক্ষীয় বেগ নির্ণয় কর।

[Ans: 3.51 kms^{-1}]

(ঘ) উপগ্রহটিকে সব সময় ঢাকার উপর দেখা যাবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মত দাও।

[Ans: উপগ্রহটিকে সবসময় ঢাকার উপর দেখা যাবে না।]

20. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ কেনেডি স্পেস সেন্টার হতে উৎক্ষেপণের পর এটি ভূ-পৃষ্ঠ হতে 3.58×10^7m উচ্চতায় নিরক্ষরেখা বরাবর পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। পৃথিবীর ভর 5.972×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m, মহাকর্ষ ধ্রুবক $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}। [JB'19]

(গ) উপগ্রহটির পর্যায়কাল বের কর। [Ans: 23.96 h]

CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	মহাকর্ষীয় বলের সূত্রের ব্যবহার	4	1	16	SB'24, RB'23; Ctg.B'17; 17; BB'17.	SB'24, 18; MB'24, 23; RB'23, 19, 17; JB'23, 22, 18; BB'19; CB'19, 17; DB'18; Din.B'18.
✪✪✪	T-02	অভিকর্ষজ ত্বরণ	1	13	45	BB'24, 23; Ctg.B'24, 19;JB'23, 19; CB'23, 17; MB'23; RB'22, 17; Din.B'22; SB'19, 17.	DB'24, 23, 22, 19, 18, 17; RB'24, 23, 19; BB'24, 22; MB'24, 22; Din.B'24, 19, 18, 17; JB'24, 23, 18, 17; Ctg.B'23, 22, 17; SB'23, 22, 19, 18, 17; CB'23, 22, 17.
✪✪✪	T-03	মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব	7	3	21	CB'24, 22; RB'22; SB'22; BB'22; JB'24, 19, 17; MB'22; DB'17;	RB'24; CB'24, 23; JB'24, 22, 18; Din.B'24, 18; DB'23, 22, 18; BB'23; MB'22; SB'18, 17;
✪✪	T-04	কেপলারের সূত্র	1	2	11	SB'19; Ctg.B'17; JB'17.	CB'24, 19; Din.B'24; JB'24; DB'23, 22; Ctg.B'23; SB'23, 22; BB'17.
✪✪✪	T-05	মুক্তিবেগ	12	8	17	RB'24, 23; Ctg.B'24, 23, 22; SB'24, 23, 19; DB'24, 19; Din.B'24, 22, 19; BB'24,19, 17; MB'23, 22; JB'22; CB'19.	SB'24, 23, 22, 19, 17; Din.B'23, 22, 19; RB'22; Ctg.B'22, 19, 17; JB'22; DB'19; BB'17.
✪✪✪	T-06	উপগ্রহের গতি	9	1	18	CB'24, 23, 22; DB'24, 22, 17; Ctg.B'22, 19; SB'22, 19; JB'22; MB'22.	RB'24, 23; Ctg.B'24; SB'22, 17; MB'24, 23; BB'23; CB'19; DB'17, 16 JB'23, 17; Din.B'22, 19;

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. মহাকর্ষ বল কাকে বলে? [SB'24]

উত্তর: মহাবিশ্বের যেকোনো দু'টি বস্তুর মধ্যকার ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

02. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক কাকে বলে? [RB'23, SB, Ctg.B'17]

উত্তর: একক ভরের দুইটি বস্তুকণা একক দূরত্বে যে বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে, তাকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

03. মুক্তিবেগ কী?

[RB'24; Ctg.B'24, 23, 22; MB'23, Din.B'24, 22; DB'19; SB'19; CB'19; BB'24, 17]

উত্তর: কোনো বস্তুকে ন্যূনতম যে বেগে উর্ধ্বে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবী পৃষ্ঠে ফিরে আসে না, সেই বেগকে মুক্তি বেগ বলে।

04. পার্কিং কক্ষপথ কী? [Din.B'24; CB'23, JB, MB'22; SB'19]

উত্তর: কোনো ভূ-স্থির উপগ্রহ যে কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে সেই কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

05. ভূ-স্থির উপগ্রহ কাকে বলে? [DB'24; CB'24; SB'22; Ctg.B'19]

উত্তর: কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান পৃথিবীর আবর্তনকালের সমান হলে পৃথিবী সাপেক্ষে উপগ্রহটি স্থির থাকবে। এ ধরনের উপগ্রহকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।

06. মহাকর্ষীয় বিভব কী? [RB, CB'22; JB'24; 19; DB'17]

উত্তর: অসীম দূরত্ব হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে উক্ত বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে।

CamScanner

07. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র কী? [BB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর আশেপাশে যে অঞ্চলব্যাপী এর মহাকর্ষীয় প্রভাব বজায় থাকে, অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু রাখা হলে সেটি আকর্ষণ বল লাভ করে, তাকে ঐ বস্তুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র বলে।

08. মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কাকে বলে? [JB'17]

উত্তর: মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের যেকোনো বিন্দুতে একটি একক ভরের বস্তু স্থাপন করলে ঐ ভরের উপর যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় প্রাবল্য বলা হয়।

09. গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি লিখ। [JB'17]

উত্তর: গ্রহ এবং সূর্যের সংযোজক সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

10. অভিকর্ষজ কেন্দ্র কাকে বলে? [CB'17]

উত্তর: একটি বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন বস্তুর ভেতরে অবস্থিত যে বিন্দুর মধ্য দিয়ে মোট ওজন ক্রিয়া করে, সেই বিন্দুকে বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র বলে।

11. কেপলারের ৩য় সূত্রটি লিখ।

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ঢাকা]

উত্তর: কেপলারের ৩য় সূত্রটি হলো- সূর্যের চারদিকে প্রতিটি গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য থেকে ঐ গ্রহের গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

12. কৃত্রিম উপগ্রহ কী?

[সফিউদ্দিন সরকার একাডেমি এন্ড কলেজ, গাজীপুর]

উত্তর: মানুষের পাঠানো যেসব বস্তু বা মহাকাশযান পৃথিবীকে কেন্দ্র করে নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘোরে সেগুলোই কৃত্রিম উপগ্রহ।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য কেন ব্যাখ্যা করো। [Ctg.B'24]

উত্তর: কোনো স্থানে অভিকর্ষের টানে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। পৃথিবী তার অভিকর্ষ বল দ্বারা সকল কিছুকে তার কেন্দ্রের দিকে টানে। তাই কোনো বস্তু পৃথিবীর কেন্দ্র চলে গেলে তখন তার উপর প্রযুক্ত নিট বল শূন্য হয়ে যাবে বিধায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য হবে।

গাণিতিকভাবে, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে d গভীরতায়, কেন্দ্রে $d = R$,

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_d = g\left(1 - \frac{d}{R}\right) = g\left(1 - \frac{R}{R}\right) = 0$

02. রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয় কেন? [SB'24]

উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কোনো বস্তুকে ন্যূনতম যে বেগে নিক্ষেপ করলে তা গ্রহের আকর্ষণ কাটিয়ে মহাশূন্যে বিলীন হয়ে যাবে, তাকে মুক্তি বেগ বলে।

রকেট কখনো নিক্ষিপ্ত বস্তুর ন্যায় ক্রিয়া করেনা, কেননা রকেট ক্রমান্বয়ে জ্বালানি পুড়িয়ে পিছনের দিকে বল প্রয়োগ করে তার প্রতিক্রিয়া বল দ্বারা এগিয়ে যায়। তাই বলা যায়, রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয়।

03. কোনো স্থানের অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান ঐ স্থানে খনিজ সম্পদ পাওয়ার সম্ভাবনা নির্দেশ করে ব্যাখ্যা করো। [JB'24]

উত্তর: অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পরোক্ষভাবে ভূতাত্ত্বিক বিন্যাসকে প্রভাবিত করার মাধ্যমে খনিজ সম্পদ পাওয়ার সম্ভাবনা নির্দেশ করে। কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বেশি হলে সেখানে বিভিন্ন খনিজ (ধাতু) দ্রুত বিন্যস্ত হয়ে জমা হয় এবং সেখানে খনিজ প্রাপ্তির সম্ভাবনা বেড়ে যায়। পাশাপাশি অভিকর্ষজ ত্বরণের মান টেকটোনিক প্রভাবের দ্বারা খনিজ সঞ্চয় প্রক্রিয়ায় প্রভাব বিস্তার করে।

04. পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ অভিকর্ষ প্রাবল্যের সমান– ব্যাখ্যা করো। [CB'24]

উত্তর: মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। আর মহাকর্ষ ক্ষেত্রে একক ভরের কোনো বস্তুকে রাখলে তা যে পরিমাণ আকর্ষণ বল লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ প্রাবল্য বলে।

পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

প্রাবল্য, $E = \frac{GM}{R^2}$

তাই পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ ও প্রাবল্য সমান।

05. সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তিবেগের মান সমান কি-না? ব্যাখ্যা কর। [RB'23]

উত্তর: সূর্যের সকল গ্রহে মুক্তি বেগের মান সমান নয় মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$।

মুক্তিবেগ গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে। সূর্যের চারপাশের গ্রহসমূহের প্রত্যেকের ভর ও ব্যাসার্ধ ভিন্ন হওয়ায় এদের প্রত্যেকের মুক্তিবেগ ভিন্ন।

06. পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন যে সূত্র মেনে চলে তা ব্যাখ্যা কর। [CB'23]

উত্তর: $\frac{g_h}{g} = \frac{\frac{GM}{(R+h)^2}}{\frac{GM}{R^2}}$

$\Rightarrow g_h = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \times g$

এখানে R ধ্রুবক

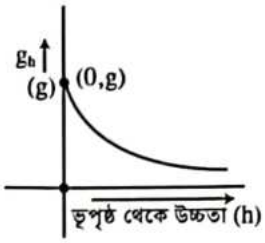
এবং ধরি, $R + h = x$

$\Rightarrow g_h = \left(\frac{R}{x}\right)^2 \times g$

$\Rightarrow g_h \propto \frac{1}{x^2}$ যেহেতু R ও g ধ্রুবক।

যখন, $h = 0$ অর্থাৎ পৃষ্ঠে $g_h = g$

অতএব, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরের দিকে অভিকর্ষকজ ত্বরণের মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ, উচ্চতা বাড়ার সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান হ্রাস পায়।



07. চাঁদে মানুষ বসবাস করতে পারে কি না? ব্যাখ্যা কর। [BB'23]

উত্তর: চাঁদে মানুষ বাঁচার জন্য প্রয়োজনীয় অক্সিজেন, পানি ইত্যাদির সরবরাহ নেই। আবার, চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর ৬ ভাগের ১ ভাগ। তাই মানুষ যেভাবে চলে অভ্যস্ত সেভাবে চলাফেরা চাঁদে কষ্টকর হবে। তাই চাঁদে বসবাস মানুষের জন্য কষ্টকর।

08. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যতই নিচে যাওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে –ব্যাখ্যা কর। [JB'23]

উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠের নিচে $g' = \left(1 - \frac{x}{R}\right)g$

এখানে x, ভূপৃষ্ঠ থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্ব বুঝায় বা গভীরতা এখানে x এর মান যত বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ, ভূপৃষ্ঠ থেকে যত নিচে যাবে $\frac{x}{R}$ এর মান তত বৃদ্ধি পাবে। ফলে $\left(1 - \frac{x}{R}\right)g$ এর মান হ্রাস পাবে। ফলে নিচের দিকে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কমতে থাকে।

09. মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠ হতে বৃহস্পতির পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ বেশি–ব্যাখ্যা কর। [BB'24; SB'23]

উত্তর: আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

বৃহস্পতি গ্রহের $\frac{M}{R}$ অনুপাত মঙ্গল গ্রহের চেয়ে বেশি। ফলে বৃহস্পতির মুক্তিবেগ বেশি। অর্থাৎ, একটি বস্তুকে গ্রহের আকর্ষণ থেকে মুক্ত করতে মঙ্গল গ্রহ থেকে বৃহস্পতি গ্রহে বস্তুকে অধিক বেগে নিক্ষেপ করতে হবে।

10. "কোনো নির্দিষ্ট স্থানে ওজন ভরের সমানুপাতিক"– ব্যাখ্যা কর। [MB'23]

উত্তর: আমরা জানি, ওজন, $W = mg$। কোনো নির্দিষ্ট স্থানে g এর মান ধ্রুব থাকায় $W \propto m$ তাই, নির্দিষ্ট স্থানে ভর বাড়লে ওজন বাড়ে এবং ভর কমলে ওজন কমে। তাই নির্দিষ্ট স্থানে ওজন ভরের সমানুপাতিক।

11. পৃথিবীর ঘনত্বের পরিবর্তনে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হবে কী? [RB'22; Ctg.B'19]

উত্তর: M ভর এবং R ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট পৃথিবীর

$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4}{3}\pi GR\rho$। অর্থাৎ, $g \propto \rho$ মানে অভিকর্ষজ ত্বরণ ঘনত্বের সমানুপাতিক। ঘনত্ব পরিবর্তন হওয়া মানে ভর এর পরিবর্তন হওয়া। অর্থাৎ, বলা যায় ঘনত্বের পরিবর্তন হলে অভিকর্ষজ ত্বরণেরও পরিবর্তন হবে।

12. একই কক্ষপথে স্থাপিত দু'টি ভিন্ন ভরের স্যাটেলাইটের বেগ কি একই হবে, না ভিন্ন হবে? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22]

উত্তর: পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল কৃত্রিম উপগ্রহের ভরের উপর নির্ভর করে না। কৃত্রিম উপগ্রহের বেগের সমীকরণ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$। দেখা যাচ্ছে, উক্ত সমীকরণ কৃত্রিম উপগ্রহের ভরের উপর নির্ভর করে না। সুতরাং একই কক্ষপথে ভিন্ন ভরের দুটি স্যাটেলাইটের বেগ সমান হবে।

13. মহাকর্ষীয় বিভব 12 Jkg^{-1} বলতে কী বুঝ ? [SB'22]

উত্তর: একক ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয় তাকে মহাকর্ষীয় বিভব বলে।

মহাকর্ষীয় বিভব, $V = \frac{W}{m}$। মহাকর্ষীয় বিভব 12 Jkg^{-1} বলতে 1 kg ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে 12 J কাজ করতে হয়।

14. কখন বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়? ব্যাখ্যা কর। [BB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর ভরকেন্দ্র শুধুমাত্র বস্তুর গঠনের উপর নির্ভর করলেও বস্তুর ভারকেন্দ্র গঠনের সাথে সাথে বস্তুর সকল কণার উপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। কোনো বস্তুর সকল বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হলে বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়। সাধারণত ছোট বস্তুর ক্ষেত্রে ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হওয়ার সম্ভাবনা বেশি হয়।

CamScanner

15. মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল নয়-ব্যাখ্যা কর। [DB'24; JB'22]

উত্তর: আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$। দেখা যাচ্ছে, v_e গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল। কিন্তু মুক্তিবেগের রাশিমালায় বস্তুর ভর এর কোনো চলক নেই। তাই মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভরশীল নয়।

16. বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুর ওজন হ্রাস পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22;SB'17]

উত্তর: পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়। উত্তর-দক্ষিণে কিছুটা চাপা এবং নিরক্ষীয় অঞ্চলে কিছুটা স্ফীত। পৃথিবীর মেরু ব্যাসার্ধের চেয়ে বিষুবীয় ব্যাসার্ধ প্রায় 22 km বেশি। এখন অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য, $g = \frac{GM}{R^2}$। অর্থাৎ, অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর ব্যাসার্ধের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। তাই R এর মান বিষুবীয় অঞ্চলে বেশি হওয়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান হ্রাস পাবে। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান হ্রাস পেলে ঐ স্থানে বস্তুর ওজনও হ্রাস পাবে।

17. মহাকর্ষীয় বিভব অসীমে সর্বাধিক কিন্তু শূন্য– ব্যাখ্যা কর। [MB'22]

উত্তর: অসীম দূরত্ব হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব বলে। M ভরের কোনো বস্তুর অবস্থান থেকে r দূরত্বে মহাকর্ষীয় বিভব V হলে, $V = -\frac{GM}{r}$

অর্থাৎ, মহাকর্ষীয় বিভব দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন প্রকাশ করে যে, অসীমে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ এবং তা শূন্য। বস্তুটিকে যতই মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের দিকে আনা হয় ততই মহাকর্ষীয় বিভবের মান কমতে থাকে।

18. সূর্যকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান গ্রহগুলোর আবর্তনকাল ভিন্ন হয়-ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: কক্ষপথের দূরত্ব আলাদা হওয়ায় নানা গ্রহের আবর্তনকাল আলাদা হয়। কেপলারের সূত্রানুসারে,

$T^2 \propto R^3$ নানা গ্রহের R আলাদা বলে T আলাদা তথা আবর্তনকাল আলাদা হয়।

19. স্থির ভরের কোনো গ্রহ সম্প্রসারিত হলে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ পরিবর্তন হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [BB'19]

উত্তর: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \Rightarrow v_e \propto \frac{1}{\sqrt{R}}$। অর্থাৎ, গ্রহ সম্প্রসারিত হলে এর মুক্তিবেগ হ্রাস পাবে।

20. পৃথিবীর নিজ অক্ষের চারপাশে ঘূর্ণন হঠাৎ থেমে গেলে পৃথিবী পৃষ্ঠে g-এর মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে ব্যাখ্যা কর। [JB'19]

উত্তর: পৃথিবীর নিজ অক্ষের উপর ঘূর্ণন থেমে গেলে পৃথিবী পৃষ্ঠে g এর মানের পরিবর্তন ঘটবে।

সাধারণত $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$। অর্থাৎ ঘূর্ণন বন্ধ হয়ে গেলে g এর মান $\omega^2 R\cos^2\lambda$ পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

21. কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ওই গ্রহের ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল কিনা- ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক। মুক্তিবেগ যদি v_eহয় তবে,

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \Rightarrow \sqrt{\frac{2G}{R} \times \rho V} = \sqrt{\frac{2G}{R} \times \rho \times \frac{4}{3}\pi R^3}$$

$$= \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho G R^2} = \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho G} \times R$$

কোনো গ্রহের গড় ঘনত্ব যেহেতু ধ্রুব থাকে তাই মুক্তিবেগ ঐ গ্রহের ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক হবে। কিন্তু যদি ভর স্থির রেখে তুলনা করা হয়, তবে $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ অনুসারে $v_e \propto \sqrt{\frac{1}{R}}$।

অর্থাৎ, মুক্তিবেগ ব্যাসার্ধের বর্গমূলের ব্যাস্তানুপাতিক।

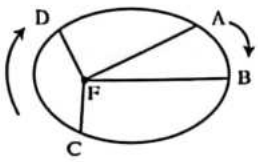
22. ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতা থেকে পড়ন্ত বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ সুষম থাকে না– ব্যাখ্যা কর। [RB'17]

উত্তর: ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতায় বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ বিভিন্ন। আমরা জানি, h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$। অর্থাৎ, উচ্চতা বাড়লে অভিকর্ষজ ত্বরণ কমতে থাকে। তবে উচ্চতা খুব কম হলে অর্থাৎ, $\frac{h}{R} \ll 1$ হলে, অভিকর্ষীয় ত্বরণের পরিবর্তনকে নগন্য ধরা যায়। তাই স্বল্প উচ্চতার ব্যবধানে অভিকর্ষজ ত্বরণ ধ্রুবক ধরা হয়।

23. পৃথিবী সূর্যের নিকটবর্তী হলে পৃথিবীর বেগ বৃদ্ধি পায়- কেপলারের সূত্রের আলোকে ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'17]

উত্তর: পৃথিবী সূর্যের নিকটবর্তী হলে পৃথিবীর বেগ বৃদ্ধি পায় এই ঘটনাটি কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়।

কেপলারের ২য় সূত্র মতে, গ্রহ ও সূর্যের সংযোগকে সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।



ধরা যাক, চিত্রে F ফোকাসে সূর্য অবস্থিত। পৃথিবী A হতে B অবস্থানে আসতে t সময় নেয় এবং C হতে D অবস্থানে আসতেও t সময় নেয়। তা হলে AFB ক্ষেত্রফল = CFD ক্ষেত্রফল। চিত্র হতে লক্ষ্য করা যায় যে, গ্রহ কাছে থাকলে একই ক্ষেত্রফল অতিক্রম করতে বেশি দূরত্ব যেতে হবে। ফলে এর বেগ C অবস্থানে বেশি। আবার কৌণিক ভরবেগ যেহেতু সংরক্ষিত থাকে তাই সূর্য থেকে দূরত্ব কমে গেলে গ্রহের বেগ বৃদ্ধি পাবে আবর্তনের সময়।

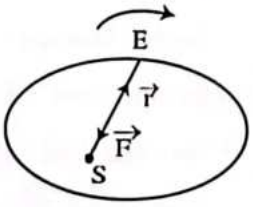
24. মহাকর্ষ ধ্রুবক স্কেলার রাশি কেন? [BB'17]

উত্তর: মহাকর্ষ বল, $\vec{F} = G\frac{M_1M_2}{|\vec{r}|^3}\vec{r}$

এখানে, মহাকর্ষ বল এর দিক ব্যাসার্ধ ভেক্টর r এর ওপর নির্ভরশীল। ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r}$ যেদিকে হয় মহাকর্ষ বলও সেদিকে হয়। তাই মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G একটি স্কেলার রাশি।

25. পৃথিবীর ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে টর্ক না থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর: পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরে। কিন্তু সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যকার বল পৃথিবীর উপর কোনো টর্ক সৃষ্টি করে না।



কেননা ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে বল ও অবস্থান ভেক্টর সমান্তরালে থাকে। চিত্র হতে বুঝা যাচ্ছে যে, পৃথিবীর অবস্থান ভেক্টর ($\vec{r}$) ও বল ($\vec{F}$) এর মধ্যবর্তী কোণ 180°।

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

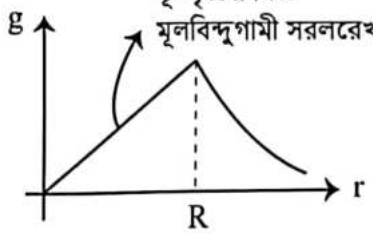
$\Rightarrow |\vec{\tau}| = rF\sin\theta = rF\sin 180° = 0$

26. পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্বের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর। [SB'19, CB'17]

উত্তর: মনে করি, R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ। তাহলে কেন্দ্র হতে r(r < R) দূরত্বে অবস্থিত কোনো বিন্দুতে

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{4}{3}\pi\rho Gr \Rightarrow \frac{g}{r} = \frac{4}{3}\pi\rho G = \text{constant}$

ভূ-পৃষ্ঠের নিচে



$\therefore g \propto r$ এর অর্থ হলো পৃথিবীর কেন্দ্র হতে ভূপৃষ্ঠ পর্যন্ত অভিকর্ষজ ত্বরণ সরলরৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়। g বনাম r গ্রাফ থেকেও তা বোঝা যায়।

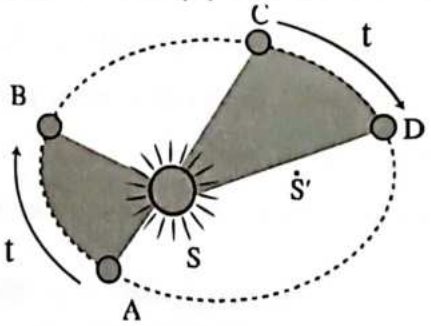
27. আম ভূ-পৃষ্ঠে আছড়ে পড়ে কিন্তু কৃত্রিম উপগ্রহ আছড়ে পড়ে না কেন- ব্যাখ্যা করো। [হলি ক্রস কলেজ]

উত্তর: পৃথিবীর আহ্নিক গতির জন্য আমের একটি বৃত্তাকার গতি থাকে। কিন্তু এই গতিবেগের জন্য সৃষ্ট কেন্দ্রবিমুখী বল মহাকর্ষ বলের তুলনায় খুবই কম হওয়ায় তা লব্ধি বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে আছড়ে পড়ে। কিন্তু কৃত্রিম উপগ্রহের বৃত্তাকর গতির কারণে সৃষ্ট কেন্দ্রবিমুখী বল পৃথিবীর মহাকর্ষ বলের সমান হওয়ায় তা আছড়ে পড়ে না।

28. কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র ব্যাখ্যা করো। [বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ]

উত্তর: কেপলারের দ্বিতীয় সূত্রটি হলো- সূর্য ও গ্রহের সংযোজক রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

যেহেতু গ্রহ সূর্যকে উপকেন্দ্রে রেখে উপবৃত্তাকার পথে ঘোরে সেহেতু সূর্য হতে গ্রহের দূরত্ব সর্বদা সমান থাকে না।



ধরা যাক, S উপকেন্দ্রে সূর্যকে রেখে একটি গ্রহ ABCD উপবৃত্তাকার পথে ঘুরছে। A থেকে B-তে এবং C থেকে D-তে যেতে গ্রহটির যদি একই সময় লাগে তবে কেপলারের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে, ABS ও CDS ক্ষেত্রদ্বয়ের ক্ষেত্রফল সমান হবে। এ থেকে বোঝা যায়, গ্রহ যখন সূর্যের কাছাকাছি অবস্থান করে তখন এর দ্রুতি বেশি হয় এবং যতই সূর্য থেকে দূরে যেতে থাকে ততই এর দ্রুতি কমতে থাকে।

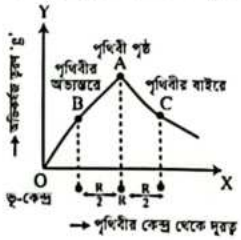
CamScanner

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. মহাকর্ষীয় বিভবের একক হলো- [DB'24]
(a) Volt (b) Jkg^{-1} (c) $N\text{-}kg^{-1}$ (d) $N\text{-}m^{-1}$

02. ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত km উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের মানের 25% হবে? [R = 6400 km] [DB'24]
(a) 6400 (b) 640 (c) 250 (d) 100

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



03. 50 kg ভরের একটি বস্তুকে A থেকে B বিন্দুতে নিয়ে গেলে এর ওজন হবে- [RB'24]
(a) 217.8 N (b) 245 N (c) 272.2 N (d) 490 N

04. (i) A বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য সর্বোচ্চ
(ii) B বিন্দুতে g এর মান A বিন্দুর অর্ধেক
(iii) B ও C বিন্দুতে বস্তুটির ওজন সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. সুষম আয়তাকার বস্তুর ভারকেন্দ্র থাকে- [RB'24]
(a) জ্যামিতিক কেন্দ্রে (b) মধ্যবিন্দুতে
(c) কর্ণদ্বয়ের ছেদ বিন্দুতে (d) মধ্যমাত্রয়ের ছেদ বিন্দুতে

06. G-এর মান কোনটি? [Ctg.B'24; BB'22; AIIB'18]
(a) $8.854 \times 10^{-6}\ Nm^2\ kg^{-2}$
(b) $1.256 \times 10^{-7}\ Nm^2\ kg^{-2}$
(c) $6.673 \times 10^{-8}\ Nm^2\ kg^{-2}$
(d) $6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$

07. পৃথিবীতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ- [Ctg.B'24; SB'19]
(i) $v_e = \sqrt{2gR}$ (ii) $v_e = \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho GR^2}$
(iii) $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

08. চাঁদের ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে চাঁদের পৃষ্ঠে $\frac{g}{G}$ হবে- [Ctg.B'24; CB'22; DB'19]
(a) $\frac{M}{R}$ (b) $\frac{R}{M}$ (c) $\frac{M}{R^2}$ (d) $\frac{R^2}{M}$

09. পার্কিং কক্ষপথে আবর্তনরত কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল কত? [Ctg.B'24]
(a) 2h (b) 24h (c) 30d (d) 365d

10. মহাকর্ষীয় বিভবশক্তি ও উচ্চতার লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? [CB'24]
(a) অভিকর্ষীয় বল (b) প্রত্যয়নী বল
(c) মহাকর্ষীয় তীব্রতা (d) মহাকর্ষ বল

11. একজন ব্যক্তির ওজন পৃথিবী পৃষ্ঠে 785 N এবং মঙ্গল গ্রহ পৃষ্ঠে 298 N। মঙ্গল পৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা কত? (পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.8\ ms^{-2}$) [CB'24]
(a) $2.63\ Nkg^{-1}$ (b) $3.72\ Nkg^{-1}$
(c) $6.09\ Nkg^{-1}$ (d) $9.81\ Nkg^{-1}$

12. পৃথিবীর ভর M ও ব্যাসার্ধ R। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে m ভরের বস্তুকে অসীমে নেওয়া হলে সম্পাদিত কাজের রাশিমালা কোনটি? (অভিকর্ষজ ত্বরণ = g) [CB'24]
(a) $W = \frac{GMm}{R^2}$ (b) $W = \frac{-GM}{R}$
(c) $W = GmR$ (d) $W = gmR$

13. সূর্য ও গ্রহের গড় দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে গ্রহের গতি কতগুণ হবে? [CB'24]
(a) 2 গুণ (b) $2\sqrt{2}$ গুণ (c) 4 গুণ (d) 8 গুণ

14. পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব r(r > R) ও অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মধ্যে সম্পর্ক- [BB'23]
(a) $g \propto r$ (b) $g \propto \frac{1}{r}$ (c) $g \propto r^2$ (d) $g \propto \frac{1}{r^2}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. b	02. a	03. b	04. a	05. c	06. d	07. d	08. c	09. b	10. d	11. b	12. d	13. -	14. d

02. $\frac{g_h}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow 0.25 = \left(\frac{6400}{6400+h}\right)^2 \therefore h = 6400\ km$

03. $\frac{g_d}{g} = 1 - \frac{d}{R} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$
$\therefore w = mg_d = \frac{mg}{2} = \frac{50\times9.8}{2} = 245\ N$

04. পৃষ্ঠে প্রাবল্য সর্বাধিক হয়। $g_B = \frac{g_A}{2}$
কিন্তু, $\frac{g_C}{g_A} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9}$
$\therefore g_C \neq g_B \Rightarrow w_C \neq w_B$

07. $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{8}{3}\pi\rho GR^2}$

08. $g = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow \frac{g}{G} = \frac{M}{R^2}$

10. $W = mgh = Fh$
$y = mx$ [m = F (মহাকর্ষীয় বল)]

11. অভিকর্ষ ক্ষেত্রের তীব্রতা
$= \left(\frac{298}{785} \times 9.8\right) N\ kg^{-1} = 3.72\ N\ kg^{-1}$

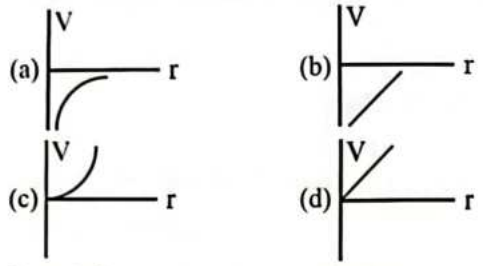
12. $W = \frac{GMm}{R} = \frac{GM}{R^2} \cdot mR = gmR$

13. সঠিক উত্তর: $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুণ; $v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} \Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{\sqrt{2}}$

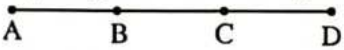
14. $r > R$ হলে, $g = \frac{GM}{r^2} \Rightarrow g \propto \frac{1}{r^2}$

15. নিচের কোন ভৌত রাশিটি স্কেলার ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট? [BB'23]
(a) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য (b) রৈখিক ভরবেগ
(c) মহাকর্ষীয় বিভব (d) কৌণিক ভরবেগ

16. নিচের কোন লেখচিত্রটি মহাকর্ষীয় বিভব (V) বনাম দূরত্বের (r) মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে? [BB'23]



নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



AB = BC = CD = 1m

17. B বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান- [BB'23]
(a) 15G (b) 10G (c) 5G (d) $\frac{5}{2}$G

18. B ও C বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের অনুপাত- [BB'23]
(a) 5:2 (b) 5:4 (c) 2:5 (d) 4:5

19. কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র কোন ভৌত রাশির নিত্যতা সূত্র থেকে প্রমাণ করা যায়? [JB'24]
(a) কৌণিক ভরবেগ (b) রৈখিক ভরবেগ
(c) শক্তি (d) যান্ত্রিক শক্তি

20. পৃথিবীর কেন্দ্র হতে কোনো বিন্দুর দূরত্ব x হলে (x < R), অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর মান নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R) [JB'24; MB'22]
(a) $g \propto \frac{1}{x}$ (b) $g \propto x$
(c) $g \propto \frac{1}{x^2}$ (d) $g \propto x^2$

21. কোনো বৃহদাকার বস্তুর জন্য মহাকর্ষীয় বিভবের সর্বোচ্চ মান কোথায় পাওয়া যাবে? [JB'24]
(a) বস্তুর কেন্দ্র (b) বস্তুর পৃষ্ঠে
(c) পৃষ্ঠের বাইরে যে কোনো বিন্দুতে
(d) অসীম দূরত্বে

22. ভূকেন্দ্র হতে 8×10^3 km দূরে অবস্থান করে এরূপ একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে পৃথিবীর চারদিকে কত বেগে ঘুরতে হবে? [JB'24]
(a) 2518 ms^{-1} (b) 5810 ms^{-1}
(c) 7089 ms^{-1} (d) 8905 ms^{-1}

23. একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ 3200 km এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 4.1 ms^{-2}। ঐ গ্রহে মুক্তি বেগের মান কত? [SB'24]
(a) 11.2 kms^{-1} (b) 7.92 kms^{-1}
(c) 6.45 kms^{-1} (d) 5.122 kms^{-1}

24. 80 kg ভরের একজন নভোচারীর চন্দ্রে ভর কত? [SB'24; BB'19]
(a) 784 kg (b) 784 N (c) 80 N (d) 80 kg

25. "পৃথিবী সূর্যের চারদিকে উপবৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণ করছে"-এই সূত্রটি কে প্রদান করেন? [Din.B'24]
(a) কেপলার (b) নিউটন
(c) গ্যালিলিও (d) কোপারনিকাস

26. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) বরাবর কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের এক-চতুর্থাংশ হবে? [Din.B'24]
(a) $\frac{4}{3}$R (b) $\frac{3}{4}$R (c) $\frac{1}{3}$R (d) $\frac{1}{4}$R

27. মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে- [Din.B'24, 18; DB'22, 18; MB'22; SB'18, 17; JB'18]
(i) $V = -\frac{GM}{r^2}$ (ii) একক Jkg^{-1}
(iii) এটি একটি স্কেলার রাশি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

15. c	16. a	17. d	18. d	19. a	20. b	21. d	22. c	23. d	24. d	25. a	26. b	27. b

16. $v = -\frac{GM}{r} \Rightarrow v \propto -\frac{1}{r}$

17. $E_{net} = E_1 - E_2 = G\left(\frac{M_1}{r_1^2} - \frac{M_1}{r_2^2}\right) = G\left(\frac{5}{1^2} - \frac{10}{2^2}\right) = \frac{5}{2}$ G.

18. $\frac{V_B}{V_C} = \frac{\frac{M_1}{AB} + \frac{M_2}{BD}}{\frac{M_1}{AC} + \frac{M_2}{CD}} = \frac{\frac{5}{1} + \frac{10}{2}}{\frac{5}{2} + \frac{10}{1}} = \frac{20}{25} = \frac{4}{5}$

19. বাহ্যিক কোনো টর্ক প্রযুক্ত হয় না; তাই কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

20. x < R হলে, $\frac{g_x}{g} = \frac{x}{R}$
$\Rightarrow g_x = \frac{g}{R} \cdot x \Rightarrow g_x \propto x$

21. মহাকর্ষীয় বিভবের সর্বোচ্চ মান অসীমে শূন্য।

22. $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{r}}$
$= \sqrt{\frac{9.81 \times (6.4 \times 10^6)^2}{8 \times 10^6}} = 7087.115\ ms^{-1}$

23. $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2 \times 4.1 \times 3200 \times 10^3} = 5122.5\ ms^{-1}$

24. ভর কখনো পরিবর্তন হবে না অন্য গ্রহে গেলেও।

26. $\frac{g_d}{g} = \frac{R-d}{R} \Rightarrow \frac{1}{4} = 1 - \frac{d}{R}$
$\Rightarrow \frac{d}{R} = \frac{3}{4} \Rightarrow d = \frac{3}{4}R$

28. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক 'G' মাধ্যমের কোন বৈশিষ্ট্যে উপর নির্ভর করে না- [MB'24; JB'23]
(i) প্রবেশ্যতা (ii) প্রবণতা (iii) দিকদর্শিতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. অভিকর্ষীয় ত্বরণ 'g' এর তারতম্য এর ক্ষেত্রে কোনটির কোনো ভূমিকা নেই? [MB'24]
(a) পৃথিবীর আকার
(b) সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর ঘূর্ণনগতি
(c) নিজ অক্ষের চারিদিকে পৃথিবীর ঘূর্ণন গতি
(d) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা

30. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 10600 km উপরে অবস্থান করে ঘুরছে এক্ষেত্রে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km ও ভূ-পৃষ্ঠে g এর মান 9.8 m/s^2 হলে এর বেগ কত? [MB'24]
(a) 3.13 km/s (b) 4.85 km/s
(c) 9.8 km/s (d) 16.18 km/s

31. মহকর্ষীয় বিভবের একক হলো- [DB'23]
(a) Nm^{-2} (b) Nkg^{-1} (c) Jkg^{-1} (d) Nm^{-1}

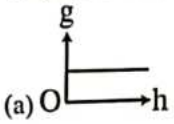
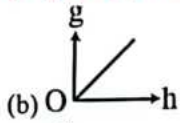
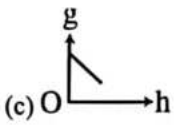
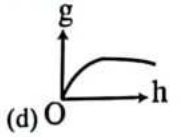
32. সূর্য থেকে কোনো গ্রহের গড় দূরত্ব কমে গেলে গ্রহটির পর্যায়কাল-
(a) কমে যাবে (b) বেড়ে যাবে[DB,SB'23,22]
(c) স্থির থাকবে (d) অসীম হবে

33. ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল কত? [RB'23; CB'19]
(a) 12 ঘণ্টা (b) 24 ঘণ্টা (c) 1 মাস (d) 1 বছর

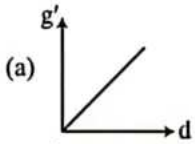
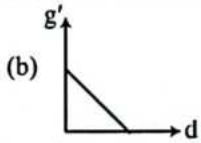
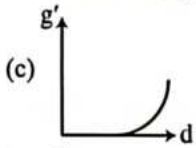
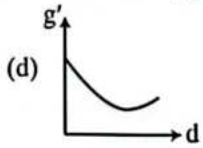
34. পৃথিবী 365 দিনে এবং বুধ 88 দিনে সূর্যকে একবার প্রদক্ষিণ করে, সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব 1.5×10^{11} m হলে সূর্য থেকে বুধের গড় দূরত্ব কত? [RB'23, JB'23,17]
(a) 128.2×10^{10} m (b) 38.68×10^{10} m
(c) 5.81×10^{10} m (d) 1.77×10^{10} m

35. দুটি বস্তুর মধ্যে দূরত্ব তিনগুণ হলে মহাকর্ষীয় বল হবে— [RB'23]
(a) $\frac{1}{9}$ গুণ (b) $\frac{1}{3}$ গুণ (c) 3 গুণ (d) 9 গুণ

36. গ্রহের পর্যায়কাল T এবং সূর্য থেকে গ্রহের গড় দূরত্ব r হলে কেপলারের তৃতীয় সূত্রানুসারে– [Ctg.B'23; SB'22]
(a) $T \propto r$ (b) $T \propto r^2$ (c) $T^2 \propto r$ (d) $T^2 \propto r^3$

37. পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কেন্দ্রের দিকে গেলে বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Ctg.B'23; BB'22; DB'17]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

38. 5 kg ভরের বস্তুকে কোনো দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে দিলে তার উপর অভিকর্ষজ বল কত হবে? [Ctg.B'23]
(a) 1.96 N (b) 9.8 N (c) 49 N (d) 245 N

39. পৃথিবীর অভ্যন্তরে কেন্দ্র হতে কোনো বিন্দুর দূরত্ব d বনাম অভিকর্ষজ ত্বরণ g' এর লেখচিত্র– [RB'23, CB'23, JB'23; Ctg'22]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

40. মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও মহাকর্ষীয় বিভবের মধ্যে সম্পর্ক- [CB'23]
(a) $E = \frac{dv}{dr}$ (b) $E = -\frac{dv}{dr}$
(c) $V = -\frac{dE}{dr}$ (d) $V = \frac{dE}{dr}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

28. d	29. b	30. b	31. c	32. a	33. b	34. c	35. a	36. d	37. c	38. c	39. a	40. b

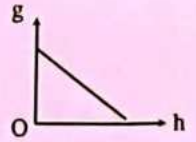
30. $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$
$= \sqrt{\frac{9.8 \times (6400 \times 10^3)^2}{10600 \times 10^3 + 6400 \times 10^3}}$
$\therefore v = 4859.2\ ms^{-1} = 4.85\ km/s$

31. $V = \frac{W}{m} = \frac{J}{kg} = Jkg^{-1}$

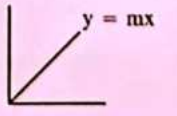
32. $T^2 \propto a^3$

34. $\frac{Tm^2}{Te^2} = \frac{a_m^3}{a_e^3} \Rightarrow a_m = \sqrt[3]{\frac{88^2}{365^2} \times (1.5 \times 10^{11})^3} = 5.81 \times 10^{10} m$

35. $\frac{E_2}{E_1} = \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{1^2}{3^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{9} E_1$

37. পৃথিবী পৃষ্ঠে g সর্বোচ্চ।
অতঃপর যত গভীরে যাওয়া হবে, g এর মান তত কম হবে।
∴ গ্রাফটি সরলরৈখিক ও নিম্নমুখী হবে।


38. অভিকর্ষজ বল, $F = mg = 5 \times 9.8 = 49$ N

39. কেন্দ্র থেকে পৃষ্ঠের দিকে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান দূরত্বের সমানুপাতে বৃদ্ধি পায়।
$\frac{g'}{g} = \frac{R-h}{R} \Rightarrow g' = \frac{R-h}{R} g \Rightarrow g' = \frac{d}{R} g$
$\therefore g' = \frac{g}{R} d;\ y = mx$


41. গ্যালিলিও সূত্র প্রযোজ্য হয়– [CB'23]
(a) সমতলে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে
(b) বস্তু ও তলের মধ্যে ঘর্ষণ থাকলে
(c) বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে
(d) বাতাসের বাধা থাকলে

42. কৃত্রিম উপগ্রহ পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে পৃথিবীর ব্যাসার্ধের (R) সমান উচ্চতায় ঘুরলে এর বেগ হবে— [BB'23]
(a) $\sqrt{2gR}$ (b) $\sqrt{1.5gR}$
(c) $\sqrt{gR}$ (d) $\sqrt{0.5gR}$

43. পার্কিং কক্ষপথে ভ্রমণরত কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কাল কত? [JB'23]
(a) 365 দিন (b) 24 মাস
(c) 24 দিন (d) 24 ঘণ্টা

44. পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের এবং পৃথিবীর ভরের সমান ভরের একটি কাল্পনিক গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের– [JB'23]
(a) 4 গুণ (b) 2 গুণ (c) অর্ধেক (d) $\frac{1}{4}$ গুণ

45. মেরু অঞ্চল অপেক্ষা বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত কম? [SB'23]
(a) $\omega^2 R\cos\theta$ (b) $\omega^2 R$
(c) $\omega^2 R\cos^2\theta$ (d) $\omega R\cos\theta$

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
M ভর এবং R ব্যাসার্ধবিশিষ্ট পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে m ভরের একটি বস্তুকে শূন্যে নিক্ষেপ করা হলো।
[এখানে g =অভিকর্ষজ ত্বরণ, G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক]

46. মুক্তিবেগ হলো– [SB'23]
(a) $v_e = \sqrt{\frac{GM}{R-h}}$ (b) $v_e = \sqrt{\frac{GM}{(R+h)^2}}$
(c) $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ (d) $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$

47. যদি নিক্ষিপ্ত বস্তুর বেগ $v = \frac{v_e}{\sqrt{2}}$ হয় তবে বস্তুটি- [SB'23]
(a) পৃথিবীতে ফিরে আসবে
(b) ভূ-স্থির উপগ্রহে পরিণত হবে
(c) চাঁদের মত উপগ্রহে পরিণত হবে
(d) উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে

48. সর্বনিম্ন কত বেগে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কোনো বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর কখনো ফিরে আসবে না? [Din.B'23]
(a) 2gR (b) gR (c) $\sqrt{2gR}$ (d) $\sqrt{2gR^2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পৃথিবীর মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$। পৃথিবীর সমভরের একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ এবং অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান পৃথিবীর মানের যথাক্রমে অর্ধেক এবং দ্বিগুণ।

49. ঐ গ্রহটির মুক্তিবেগ পৃথিবীর মানের কতগুণ? [Din.B'23]
(a) দ্বিগুণ (b) সমান
(c) অর্ধেক (d) এক-চতুর্থাংশ

50. যদি গ্রহটিকে একটি সুষম গোলক ধরা হয় তবে এর-
(i) পৃষ্ঠ সমবিভব তল হবে [Din.B'23]
(ii) অভিকর্ষীয় ত্বরণ হবে $19.6\ ms^{-2}$
(iii) পৃষ্ঠ মহাকর্ষীয় প্রাবল্য পৃথিবীর মানের চেয়ে বেশি হবে।
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii ও iii

51. মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা কোনটি? [MB'23, RB'19, CB'17]
(a) $[M^{-1}L^3T^{-2}]$ (b) $[M^{-1}L^{-3}T^{-1}]$
(c) $[M^{-1}L^{-2}T^3]$ (d) $[M^{-1}L^{-3}T^{-2}]$

52. পার্কিং কক্ষপথ হলো– [MB'23; DB'17,16]
(a) গ্রহের চলার পথ (b) ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথ
(c) পোলার উপগ্রহের কক্ষপথ (d) পৃথিবীর কক্ষপথ

53. R ও 2R ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিণরত দুটি কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কালের অনুপাত হবে– [MB'23]
(a) $1:2\sqrt{2}$ (b) $2\sqrt{2}:1$ (c) 1:8 (d) 8:1

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

41. c	42. d	43. d	44. d	45. d	46. c	47. c	48. c	49. b	50. d	51. a	52. b	53. a

42. $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{GM}{R+R}} = \sqrt{\frac{GM}{2R^2}\times R} = \sqrt{\frac{1}{2}gR} = \sqrt{0.5gR}$

45. $T^2 \propto R^3$; R হ্রাস পেলে T হ্রাস পাবে।

49. নতুন গ্রহের ভর = পৃথিবীর ভর = M
ব্যাসার্ধ, $R' = \frac{\text{পৃথিবীর ব্যাসার্ধ}}{2} = \frac{R}{2}$; অভিকর্ষীয় ত্বরণ,
$g' = 2g$; পৃথিবীর মুক্তিবেগ $= \sqrt{2gR} = 11.2\ kms^{-1}$
নতুন গ্রহের মুক্তিবেগ $= \sqrt{2g'R'} = \sqrt{2\times 2g\times\frac{R}{2}}$
$= \sqrt{2gR} = 11.2\ kms^{-1}$

50. (iii) মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান = অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান

51. $G = \frac{Fd^2}{m_1m_2} = \frac{kgms^{-2}m^2}{kg^2}$
$= m^3s^{-2}kg^{-1}$
$[G] = [L^3T^{-2}M^{-1}] = [M^{-1}L^3T^{-2}]$

53. $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{R}{2R}\right)^3 = \frac{1}{8}$
$\Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{\sqrt{8}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$
$T_1 : T_2 = 1:2\sqrt{2}$

54. অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর পরিবর্তনের কারণ– [DB'22;RB'19]
(i) আহ্নিক গতি (ii) পৃথিবীর আকার
(iii) উচ্চতা ও গভীরতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

55. ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণরত কোনো উপগ্রহকে অতিরিক্ত কত বেগ দিলে সেটি পৃথিবীর আকর্ষণ ছাড়িয়ে চলে যাবে? [RB'22]
(a) 10.8 kms^{-1} (b) 9.2 kms^{-1}
(c) 7.8 kms^{-1} (d) 3.25 kms^{-1}

56. ভর ধ্রুব রেখে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করা হলে কোনো বস্তুর ওজন হবে – [RB'22]
(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক
(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

57. পৃথিবীতে মুক্তিবেগ নির্ভর করে– [Ctg.B,RB'22]
(a) বস্তুর ভরের উপর (b) পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর
(c) বস্তুর ব্যাসার্ধের উপর
(d) পৃথিবী ও বস্তুর দূরত্বের উপর

58. একটি গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের অর্ধেক হলে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে g এর মান পৃথিবী পৃষ্ঠের g এর মানের- [Ctg.B'22]
(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

59. কত অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে কম? [Ctg.B'22]
(a) 0° (b) 30° (c) 45° (d) 90°

60. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 'R' এবং পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 'h' উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? [SB'22; CB'22]
(a) $\frac{g(R-h)}{R}$ (b) $\frac{gR^2}{(R+h)^2}$ (c) $\frac{gR}{(R+h)}$ (d) $\frac{g(R-h)^2}{R^2}$

61. পৃথিবীতে মুক্তিবেগের মান কত? [SB'22]
(a) 11.2 ms^{-1} (b) 1120 ms^{-1}
(c) 11.2 kms^{-1} (d) 112 kms^{-1}

62. ভূপৃষ্ঠ হতে যে গভীরতায় ও উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হবে সেই গভীরতা ও উচ্চতার অনুপাত হবে প্রায়- [BB'22]
(a) 1 : 1 (b) 1 : 2 (c) 2 : 1 (d) 3 : 1

63. বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে বিশেষ বিন্দুর মধ্য দিয়ে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করে তাকে কী বলে? [JB'22]
(a) অভিকর্ষ কেন্দ্র (b) অভিকর্ষ ত্বরণ
(c) মহাকর্ষ বল (d) মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য

64. যদি কোনো গ্রহের ভর 2×10^{27} kg ও ব্যাসার্ধ 7×10^7 m হয় তবে ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ কত? [$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$] [JB'22]
(a) 30.8 kms^{-1} (b) 43.66 kms^{-1}
(c) 61.7 kms^{-1} (d) 5.17×10^6 kms^{-1}

65. মহাকর্ষ সূত্র ব্যবহার করে যে সমস্ত কাজ করা সম্ভব- [JB'22]
(i) প্রাকৃতিক গ্যাস উত্তোলন (ii) বিভিন্ন খনিজ পদার্থ উত্তোলন
(iii) ভূ-গর্ভস্থ তাপঘটিত শক্তি উত্তোলন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

66. মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মাত্রার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [JB'22]
(a) $[LT^{-1}]$ (b) $[LT^{-2}]$
(c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[MLT^{-2}]$

67. R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় g এর মান ভূ-পৃষ্ঠের মানের অর্ধেক হবে? [CB'22]
(a) 0.207 R (b) 0.414 R (c) 2 R (d) 4 R

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

54. d	55. d	56. a	57. b	58. c	59. a	60. b	61. c	62. c	63. a
64. c	65. d	66. b	67. b						

55. $\Delta v = v_e - v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} - \sqrt{\frac{GM}{R}} = 3.25\ kms^{-1}$

56. $W \propto g$ এবং $g \propto \frac{1}{R^2}$ $\therefore g' = \frac{R^2}{(2R)^2} g = \frac{1}{4} g$

57. $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

58. $g_p = \frac{G\frac{M}{2}}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = 2 \times \frac{GM}{R^2} = 2g$

59. $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R \cos^2\lambda$; $\lambda = 0°$ এর জন্য, g_λ সর্বনিম্ন।

61. $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11.2\ kms^{-1}$

62. 'h_1' গভীরতায়, $g' = \left(1 - \frac{h_1}{R}\right) g$ 'h_2' উচ্চতায়, $g' = \left(1 - \frac{2h_2}{R}\right) g$
প্রশ্নমতে, $1 - \frac{h_1}{R} = 1 - \frac{2h_2}{R} \Rightarrow h_1 = 2h_2$ $\therefore \frac{h_1}{h_2} = \frac{2}{1}$

64. $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{27}}{7 \times 10^7}} = 61.7\ kms^{-1}$

66. $E = \frac{GM}{R^2} = \frac{[L^3M^{-1}T^{-2}][M]}{L^2} = [LT^{-2}]$

67. $\frac{g'}{g} = \frac{1}{2} \Rightarrow \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{R}{R+h} = \frac{1}{\sqrt{2}}$
$\Rightarrow \frac{R+h}{R} = \sqrt{2} \Rightarrow 1 + \frac{h}{R} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{h}{R} = \sqrt{2} - 1$
$\therefore h = 0.414\ R$

68. কোনো সরল দোলককে নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে আনলে দোলনকাল– [CB'22]
(a) সমান থাকবে (b) শূন্য হবে
(c) বাড়বে (d) কমবে

69. নিরক্ষরেখায় অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান g′ হলে– [CB'22; DinB'19; CB'17]
(a) $g' = 1 + \omega^2 R$ (b) $g' = 1 - \omega^2 R$
(c) $g' = g - \omega^2 R$ (d) $g' = g + \omega^2 R$

70. একটি কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষপথের উচ্চতার সমীকরণ- [Din.B'22]
(a) $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ (b) $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{3} - R$
(c) $h = \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ (d) $h = \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^{3} - R$

71. একটি বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ কত হলে বস্তুটি পৃথিবীর চারিদিকে চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে? [Din.B'22]
(a) 11.2 kms^{-1} (b) 7.88 kms^{-1}
(c) 5.7 kms^{-1} (d) 3.24 kms^{-1}

72. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ $\frac{g}{4}$ হলে, কোনো বস্তু সেখানে তার ওজন হারাবে – [MB'22]
(a) 25% (b) 75% (c) 85% (d) 90%

73. মুক্তিবেগ- [DB'19]
(i) বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে
(ii) এর মান পৃথিবীপৃষ্ঠে 11.2 kms^{-1}
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

74. অভিকর্ষজ ত্বরণ g- এর পরিবর্তনের কারণ- [RB'19]
(i) পৃথিবীর আকার (ii) আহ্নিক গতি
(iii) বার্ষিক গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii
(c) i, iii (d) i, ii, iii

75. পৃথিবীর আকার হঠাৎ ছোট হয়ে ব্যাসার্ধ পূর্বের অর্ধেক হলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন হবে। পরিবর্তিত মান পূর্বমানের কতগুণ হবে? [RB'19]
(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 6 গুণ (d) 8 গুণ

76. অভিকর্ষীয় ত্বরণ ধ্রুবক হলে, কোনো বস্তুর মুক্তি-বেগের সাথে ওই গ্রহের ব্যাসার্ধের সম্পর্ক হচ্ছে- [Ctg.B'19]
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

77. g -এর মান- [SB'19]
(i) পৃথিবী পৃষ্ঠে বেশি (ii) পৃথিবীর কেন্দ্রে শূন্য হয়
(iii) পৃথিবী পৃষ্ঠে ও চাঁদের পৃষ্ঠের অনুপাত 16 : 81
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

78. সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব যদি বর্তমান দূরত্বের দুই-তৃতীয়াংশ হয় তবে এক বছরে দিনের সংখ্যা কত?
[পৃথিবীতে 1 বছর = 365 দিন] [CB'19]
(a) 108.15 দিন (b) 121.66 দিন
(c) 198.68 দিন (d) 243.33 দিন

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

68. d	69. c	70. a	71. b	72. b	73. c	74. a	75. b	76. c	77. a	78. c

68. $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$; নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলের দিকে গেলে g এর মান বৃদ্ধি পেতে থাকে। সুতরাং, দোলনকাল কমবে।

69. $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$; নিরক্ষ রেখায়, $\lambda = 0°$

71. $v = \frac{v_e}{\sqrt{2}} = \frac{11.2}{\sqrt{2}} = 7.92\ kms^{-1} \approx 7.88\ kms^{-1}$

72. $\frac{W'}{W} = \frac{g'}{g} = \frac{\frac{g}{4}}{g} = \frac{g}{4} \times \frac{1}{g} = \frac{1}{4}$
$\Rightarrow W' = \frac{W}{4} \therefore \Delta W = \frac{W - W'}{W} \times 100\% = \frac{W - \frac{W}{4}}{W} \times 100\%$
$= 75\%$

75. $g = \frac{Gm}{R^2} \therefore g' = \frac{Gm}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = 4 \times \frac{Gm}{R^2}$
$\therefore g' = 4g$

76. $v_e = \sqrt{2gR} \Rightarrow v_e \propto \sqrt{R}$

78. কেপলারের সূত্র অনুসারে, $\frac{R_2^3}{R_1^3} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$
$\Rightarrow \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}} \times T_1$
$= 198.68$ দিন [$T_1 = 365$ দিন]

79. ভূ-স্থির উপগ্রহের ক্ষেত্রে- [Din.B'19]
(i) এর কক্ষপথ পৃথিবীর নিরক্ষীয় তলে অবস্থিত
(ii) পশ্চিম দিক থেকে পূর্বদিকে আবর্তন করে
(iii) পৃথিবীর মুক্তিবেগের সমান বেগে আবর্তন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো গ্রহের অভিকর্ষজনিত ত্বরণ $\frac{1}{5}g$ এবং ব্যাসার্ধ $\frac{1}{4}R$। এখানে, g পৃথিবীর অভিকর্ষজনিত ত্বরণ এবং R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ।

80. পৃথিবীর হতে 588 N ওজনের একটি বস্তু ওই গ্রহে নিয়ে গেলে বস্তুটি কত ওজন হারাবে? [Din.B'19]
(a) 60.0 N (b) 117.6 N (c) 470.4 N (d) 528.0 N

81. পৃথিবী পৃষ্ঠ, পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় ও পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ যথাক্রমে g, g_h ও g_{bh} হলে- [All B'18]
(a) $g_{bh} < g_h < g$ (b) $g_h < g_{bh} < g$
(c) $g_h > g_{bh} > g$ (d) $g_b > g > g_{bh}$

82. 1 kg ভরের দুটি বস্তুকে পরস্পর হতে 1 m দূরে স্থাপন করলে তারা পরস্পরকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে তার মান হল– [RB'17]
(a) 1N
(b) $6.67 \times 10^{-7} Nm^2kg^{-2}$
(c) $6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$
(d) $6.67 \times 10^{-11} N$

83. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি করলে উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগ– [Ctg.B'17]
(i) বাড়তে পারে (ii) কমতে পারে
(iii) অপরিবর্তিত থাকতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

84. পৃথিবীর ঘূর্ণন না থাকলে পৃথিবীপৃষ্ঠের কোনো স্থানে বস্তুর ওজন– [Ctg.B,Din'17]
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) শূন্য হবে
(c) অসীম হবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে

85. ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় পৃথিবীকে প্রদক্ষিণরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ– [SB'17]
(a) $v = \frac{GM}{R+h}$ (b) $v = \frac{GM}{(R+h)^2}$
(c) $v = \frac{GM^2}{R+h}$ (d) $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

86. মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠে $g = 3.8\ ms^{-2}$ এবং এর ব্যাসার্ধ 3×10^3km. মঙ্গল পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ কত হবে? [SB'17]
(a) $4.0 kms^{-1}$ (b) $4.8 kms^{-1}$
(c) $7.8 kms^{-1}$ (d) $11.0 kms^{-1}$

87. কেপলারের ৩য় সূত্রের নাম কোনটি? [BB'17]
(a) কক্ষপথের সূত্র (b) ক্ষেত্রফলের সূত্র
(c) পর্যায়কালের সূত্র (d) হারমোনিক সূত্র

88. কোনো বস্তুকে মুক্তিবেগের কতগুণ বেগে নিক্ষেপ করলে কৃত্রিম উপগ্রহে পরিণত হবে? [BB'17]
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}} v_e$ (b) $\frac{1}{2} v_e$
(c) $\sqrt{2}\, v_e$ (d) $2\, v_e$

89. মেরু অপেক্ষা বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কতটা কম? [CB'17]
(a) $\omega^2 R$ (b) ωR
(c) $R \cos\theta$ (d) $\omega^2 R \cos\theta$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

79. a	80. c	81. b	82. d	83. d	84. a	85. d	86. b	87. c	88. a	89. a

80. হারানো ওজন
$= mg - m\frac{g}{5} = mg\left(1 - \frac{1}{5}\right) = mg \times \frac{4}{5}$
$= 588 \times \frac{4}{5} = 470.4$ N

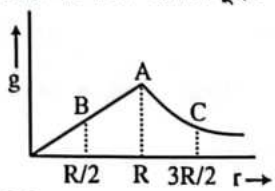
81. $g_{bh} = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$, $g_h = \left(1 - \frac{2h}{R}\right)g$
উভয়ক্ষেত্রে $h = 5km, R = 6400km$ বসিয়ে দেখা যায়, $g_{bh} > g_h$ এবং স্বভাবতই ভূপৃষ্ঠে g সর্বাধিক।

83. $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2\frac{GM}{R^2} \cdot R} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$
M ও R উভয়ই বাড়ানো হলেও, যেকোনো ঘটনাই ঘটতে পারে।
M, R অপেক্ষা বেশি বাড়ানো হলে, v_e বাড়বে।
M, R অপেক্ষা কম বাড়ানো হলে, v_e কমবে।
একই অনুপাতে M, R বাড়ানো হলে অপরিবর্তিত থাকবে।

86. $v_e = \sqrt{2gR} = 4.8\ kms^{-1}$

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

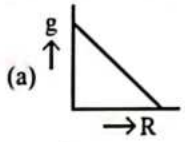


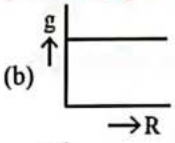
লেখচিত্রের পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্বের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণের (g) এর সম্পর্কে দেখানো হলো।

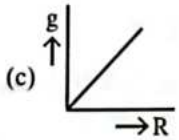
90. C বিন্দুতে 10 kg ভরের একটি বস্তুর ওজন কত? [নটর ডেম কলেজ]
(a) 9.8 N (b) 10 N (c) 43.56 N (d) 98.1 N

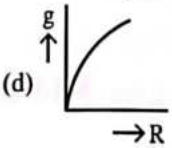
91. A, B এবং C বিন্দু সম্পর্কে বক্তব্যগুলো হলো- [নটর ডেম কলেজ]
(i) A বিন্দুতে মহাকর্ষ তীব্রতা সর্বোচ্চ
(ii) C বিন্দুতে কোনো বস্তুর ওজন B বিন্দু হতে বেশি
(iii) B বিন্দুতে মহাকর্ষ প্রাবল্য A বিন্দুর অর্ধেক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

92. অভিকর্ষজ ত্বরণ বনাম পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে গভীরতার লেখ কোনটি? [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]

(a) 

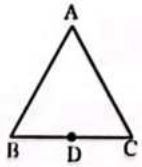
(b) 

(c) 

(d) 

93. মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা হলো- [বি এ এফ শাহীন কলেজ, কুর্মিটোলা]
(a) $M^{-1}L^2T^{-2}$ (b) $M^{-1}L^3T^{-2}$
(c) $M^{-1}L^{-1}T^{-2}$ (d) $M^{-1}LT^{-2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

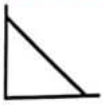
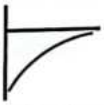


B ও C বিন্দুতে যথাক্রমে $m_1 = 1$ kg ও $m_2 = 2$kg ভরের দুটি বস্তু আছে। AB = AC = 1 m এবং BC = 2 m এবং BD = CD।

94. D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান- [বি এ এফ শাহীন কলেজ]
(a) G (b) 2G (c) 3G (d) 4G

95. A ও D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের অনুপাত- [বি এ এফ শাহীন কলেজ]
(a) 1:1 (b) 1:2 (c) 2:1 (d) 3:1

96. নিচের কোন গ্রাফটি অভিকর্ষীয় বিভব বনাম পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে দূরত্ব কে নির্দেশ করে? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]

(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

97. অভিকর্ষীয় বিভবের একক কী? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) Jm (b) Jkg (c) Jkg^{-1} (d) Jm^{-1}

98. পৃথিবীর অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা কোথায় সর্বোচ্চ? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) পৃথিবীর কেন্দ্রে (b) নিরক্ষীয় অঞ্চলে
(c) মেরু অঞ্চলে (d) a ও c উভয়টিই

99. নিচ তলায় অবস্থিত একটি পাম্প 30 m^3 আয়তনের একটি ট্যাংক 15 min এ পানি দ্বারা পূর্ণ হয়। ট্যাংকটি যদি ভূমি হতে 40 m উচুতে হয় এবং পাম্পের কর্মদক্ষতা 30% হয় তবে পাম্পটির ক্ষমতা কত হবে? [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]
(a) 43.6 kW (b) 53.6 kW
(c) 63.6 kW (d) 73.6 kW

100. কৃত্রিম উপগ্রহের ক্ষেত্রে- [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(i) পর্যায়কালের বর্গ ব্যাসার্ধের ঘনের সমানুপাতিক
(ii) বেগ এর ভরের উপর নির্ভর করে না
(iii) ব্যাসার্ধ বেশি হলে বেগ কম হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

101. মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে- [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(i) অসীমে এর মান সর্বোচ্চ (ii) কখনো ঋনাত্মক হতে পারে না
(iii) এর সর্বোচ্চ মান শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

90. c	91. c	92. a	93. b	94. a	95. a	96. d	97. c	98. c	99. a	100. d	101. b

CamScanner

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০৬

MCQ

পূর্ণমান: ৪০ সময়: ৪০ মিনিট

01. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের অর্ধেক হবে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R ধরে।
(a) R (b) $\frac{R}{2}$ (c) 2R (d) $\frac{R}{4}$

02. ভূ-পৃষ্ঠে একজন লোক 3m উঁচুতে লাফাতে পারে। চন্দ্র পৃষ্ঠে কত উঁচুতে লাফাতে পারবে?
(a) 3m (b) 6m (c) 9m (d) 18m

03. বস্তুর মধ্যস্থিত সকল কণার লব্ধি বল হিসাব করলে লব্ধি বল বস্তুর যে বিন্দু দিয়ে ক্রিয়া করবে সেই বিন্দুকে বলা হয়–
(a) ভরকেন্দ্র (b) ঘূর্ণন অক্ষ (c) ভারকেন্দ্র (d) ভূকেন্দ্র

04. গ্রহগুলির গতিপথ উপবৃত্তাকার এই সূত্রটি কোনো বিজ্ঞানীর?
(a) টলেমি (b) কেপলার
(c) পিথাগোরাস (d) গ্যালিলিও

05. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 1.5×10^{11}m এবং আবর্তন কাল 3.14×10^{7} সে. । পৃথিবীর দ্রুতি কত?
(a) $2 \times 10^{-7} ms^{-1}$ (b) $4.7 \times 10^{3} ms^{-1}$
(c) $15 \times 10^{3} ms^{-1}$ (d) $30 \times 10^{3} ms^{-1}$

06. কোনো বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ মুক্তিবেগ অপেক্ষা বেশি হলে বস্তুটি-
(i) চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে
(ii) পৃথিবীতে আর ফিরে আসে না
(iii) অধিবৃত্ত পথে পৃথিবী পৃষ্ঠ ছেড়ে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

07. মহাকর্ষীয় বিভব-
(i) একটি স্কেলার রাশি (ii) এর একক জুল/কিলোগ্রাম
(iii) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে এটি ঋণাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি গ্রহের ব্যাস 600km এবং এর পৃষ্ঠের অভিকর্ষীয় ত্বরণ $3.8 ms^{-2}$।

08. গ্রহটির পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুর মুক্তিবেগ হবে–
(a) $1.5 kms^{-1}$ (b) $1544 kms^{-1}$
(c) $4.77 kms^{-1}$ (d) $2.756 kms^{-1}$

09. বস্তুটির ভর দ্বিগুণ হলে মুক্তিবেগ-
(a) অপরিবর্তিত থাকবে (b) অর্ধেক হবে
(c) দ্বিগুণ হবে (d) কোনটিই নয়

10. মহাকর্ষীয় বিভব V এবং ক্ষেত্র প্রাবল্য E হলে-
(a) $E = \frac{dv}{dt}$ (b) $E = \frac{dv}{dt}$ (c) $E = \frac{dv}{dr}$ (d) $E = -\frac{dv}{dr}$

11. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের একক–
(a) Nkg^{-1} (b) N-m (c) ms^{-1} (d) ms^{-2}

12. একই কক্ষপথে আবর্তনরত দুটি উপগ্রহের একটির ভর অন্যটির দ্বিগুণ হলে ভারী উপগ্রহের আবর্তনকাল অন্যটির–
(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

13. মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের দিক হলো–
(i) পৃথিবীর ক্ষেত্রে কেন্দ্র বরাবর
(ii) একক ভরের বস্তু যেদিকে বল লাভ করে
(iii) মহাকর্ষীয় বলের দিকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

14. সৌরকেন্দ্রিক তত্ত্বের ধারণা দেন কে?
(a) কেপলার (b) কোপার্নিকাস
(c) টাইকোব্রাহ (d) গ্যালিলিও

15. মাধ্যমের প্রকৃতি বলতে বোঝায়
(i) প্রবেশ্যতা (ii) প্রবণতা (iii) দিকদর্শিতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

16. যদি পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব অর্ধেক করা হয় তবে পৃথিবীতে এক বছরে কত দিন হবে?
(a) 129 (b) 173 (c) 182.5 (d) 365

17. পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করার সময় কৃত্রিম উপগ্রহ–
(i) কেন্দ্রবিমুখী বল অনুভব করবে
(ii) প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল পৃথিবীর আকর্ষণ থেকে জোগাড় করে
(iii) শূন্যমানের লব্ধি বল অনুভব করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের এক শতাংশ হবে?
(a) 37.5×10^{5}m (b) 10×10^{5}m
(c) 2.1×10^{5}m (d) 57.6×10^{6}m

19. সুষম নিরেট গোলকের বাইরে কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব এর রাশিমালা-
(a) $V = \frac{GM}{r}$ (b) $V = -\frac{GM}{r}$
(c) $V = \frac{GM}{r^2}$ (d) $V = -\frac{GM}{r^2}$

20. পৃথিবীর ভর অপরিবর্তিত রেখে ব্যাসার্ধ 20% কমানো হলে g এর মান-
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) 20% পরিবর্তিত হবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে

21. পৃথিবীর একেক স্থানে একেক মানের হয়–
(i) বস্তুর ওজন (ii) পৃথিবীর ঘনত্ব
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে গ্যালিলিও এর তৃতীয় সূত্রটি হলো–
(a) $h \propto t$ (b) $h \propto t^2$ (c) $h \propto t^3$ (d) $v \propto t$

23. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G এর ক্ষেত্রে-
(i) মান 6.673×10^{-11} (ii) একক $Nkg^{-2}m^2$
(iii) মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পৃথিবী পৃষ্ঠে g এর মান $9.8ms^{-2}$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6 m$ এবং $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$
পৃথিবীর ভর $= 6.01 \times 10^{24} kg$.

24. পৃথিবীর গড় ঘনত্ব কত?
(a) $4.57 \times 10^3 kgm^{-3}$ (b) $5.47 \times 10^3 kgm^{-3}$
(c) $5.92 \times 10^3 kgm^{-3}$ (d) $5.99 \times 10^3 kgm^{-3}$

25. পৃথিবী পৃষ্ঠে বিভব–
(a) $-6.266 \times 10^7 Jkg^{-1}$ (b) $+6.266 \times 10^2 Jkg^{-1}$
(c) $6.01 \times 10^7 vm^{-1}$ (d) $9.79 \times 10^{13} Jkg^{-2}$

26. দুটি বস্তুর মধ্যকার দূরত্ব অর্ধেক করলে মহাকর্ষ বলের মান-
(a) দ্বিগুণ হবে (b) দ্বিগুণ বাড়বে
(c) চারগুণ কমবে (d) চারগুণ হবে

27. মহাকর্ষ বল কার্যকর হয় যে কণার বিনিময়ের ফলে–
(a) গ্রাভিটন (b) মেসন (c) ফোটন (d) টিউট্রন

28. মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের একক কোনটি?
(a) Nm^2kg^{-2} (b) Nm^2kg^2
(c) $Nmkg^{-1}$ (d) $Nmkg^{-2}$

29. যদি কোনো বিন্দু ফাঁপা গোলকের অভ্যন্তরে থাকে তবে ঐ বিন্দুতে প্রাবল্য-
(a) 0 (b) $-2\pi G\rho(a^2 - b^2)$
(c) $\frac{+GM}{a^2}$ (d) $\frac{-GM}{r}$

30. মহাকর্ষ বল–
(i) বস্তুকণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক
(ii) কণাদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(iii) কণাদ্বয়ের সংযোজক সরল রেখা বরাবর ক্রিয়া করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii, iii

31. 2kg ভরের কোনো বস্তু থেকে 2m দূরে একটি বিন্দু অবস্থিত, ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কত?
(a) $6.7 \times 10^{-11} Nkg^{-1}$ (b) $-6.7 \times 10^{-11} Jkg^{-1}$
(c) $3.33 \times 10^{-11} Nkg^{-1}$ (d) $13.4 \times 10^{-11} Jkg^{-1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
m ভর বিশিষ্ট একটি বস্তুকণা পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত। পৃথিবীর ভর $M = 6 \times 10^{24} kg$ এবং ব্যাসার্ধ $R = 6400km$।

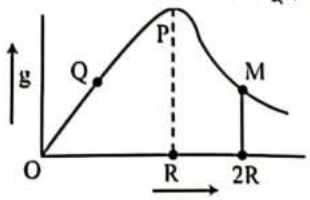
32. উদ্দীপকের বস্তুকণাটির ওজন প্রকাশ করে-
(a) mG (b) $\frac{GM}{r^2}$ (c) $\frac{GMm}{R^2}$ (d) $\frac{GMm}{r^2}$

33. বস্তুর ভর 10 kg হলে পৃথিবী উহাকে কত বলে টানবে?
(a) 96 N (b) 96 kgm^{-2}
(c) 98 N (d) 98 kgm^{-2}

34. কখন একজন ব্যক্তি লিফটে ওজনহীনতা অনুভব করবে?
(a) লিফট সমবেগে নিচে নামলে
(b) লিফট সমবেগে উপরে উঠলে
(c) লিফট g ত্বরণে নিচে নামলে
(d) লিফট g ত্বরণে উপরে উঠলে

35. সূর্যের চারদিকে শুক্র ও পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধের অনুপাত 54:75। পৃথিবীতে 365 দিনে এক বছর হলে শুক্রতে কত দিনে এক বছর হবে?
(a) 224 (b) 223 (c) 225 (d) 221

নিচের লেখচিত্র হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



36. চিত্রের P বিন্দুটি কোথায় হতে পারে?
(a) ভূ-পৃষ্ঠে (b) ভূ-পৃষ্ঠের উপরে
(c) ভূ-পৃষ্ঠের নিচে (d) পৃথিবীর কেন্দ্রে

37. M বিন্দুতে g এর মান কত হবে?
(a) $9.8ms^{-2}$ (b) $2.45ms^{-2}$
(c) $4.9ms^{-2}$ (d) $0ms^{-2}$

38. উৎক্ষেপণ বেগ v ও মুক্তিবেগ V_E হলে উৎক্ষিপ্ত বস্তু বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে যদি-
(a) $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$ (b) $v^2 > \frac{v_e^2}{2}$
(c) $v^2 < \frac{v_e^2}{2}$ (d) $v = v_e$

39. যে ভূ-উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘণ্টা তার কক্ষপথকে কী বলে?
(a) ভূ-স্থির কক্ষপথ (b) পার্কিং কক্ষপথ
(c) উপগ্রহ কক্ষপথ (d) স্থিতিশীল কক্ষপথ

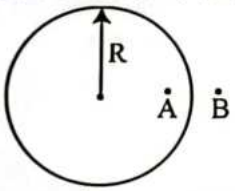
40. যদি পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বর্তমান ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ করা হয় তবে পৃথিবীর আবর্তনকাল হবে-
(a) 4 গুণ (b) 8 গুণ (c) $\frac{1}{4}$ গুণ (d) $\frac{1}{8}$ গুণ

CamScanner

পূর্ণমান: ৫০ CQ সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

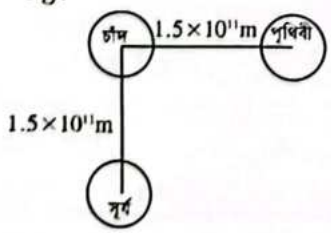
[যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও]

01. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 গুণ ও 4 গুণ। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24} kg এবং 6.4×10^{6} m। পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 3.84×10^{8} m এবং পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$।
$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$।
(ক) মহাকর্ষীয় বিভবের মাত্রা সমীকরণ লিখ।
(খ) মহাকর্ষীয় বিভব ঋণাত্মক কেন?
(গ) চন্দ্রপৃষ্ঠে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ নির্ণয় কর।
(ঘ) চাঁদের বেগ বর্তমান বেগ থেকে 42% বৃদ্ধি করলে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

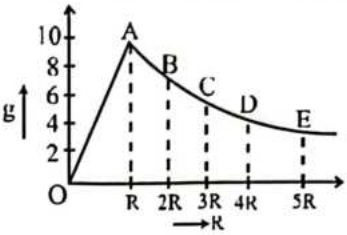
02. 

উদ্দীপকে একটি নিরেট গ্রহ দেখানো হলো যার ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 9×10^{27}kg এবং 7×10^{7}m।
গ্রহটির পৃষ্ঠ হতে 150 km দূরে দুটি বিন্দু হলো A এবং B। A বিন্দুটি গ্রহের অভ্যন্তরে এবং B বিন্দুটি গ্রহের বাহিরে অবস্থিত।
(ক) স্বাভাবিক উপগ্রহ কী?
(খ) দেখাও যে, কোনো স্থানের মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য ও অভিকর্ষীয় ত্বরণ একই।
(গ) গ্রহটির পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় কর।
(ঘ) A এবং B উভয় বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

03. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে বেশ উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ $7.5\ kms^{-1}$ বেগে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। পৃথিবীর ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24} kg এবং 6000 km।
(ক) কেপলারের সময়ের সূত্রটি লিখ।
(খ) ঘূর্ণনরত কোনো গ্রহ সূর্যের কাছে চলে আসলে তার বেগ বাড়ে কেন?
(গ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে কত উঁচুতে থেকে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে নির্ণয় কর।
(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ কিনা যাচাই কর।

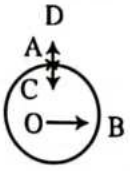
04. পাশের চিত্রে কোনো একদিন সূর্য, পৃথিবী ও চাঁদের পরস্পরের সাপেক্ষে অবস্থান দেখানো হয়েছে। সূর্য, পৃথিবী ও চাঁদের ভর যথাক্রমে 1.99×10^{30} kg, 6×10^{24} kg ও 7.3×10^{22} kg।


(ক) মহাকর্ষীয় ধ্রুবক এর মান কত?
(খ) পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে মুক্তি বেগ চন্দ্রপৃষ্ঠ থেকে মুক্তিবেগ অপেক্ষা বড় না ছোট?
(গ) চাঁদের উপর ক্রিয়াশীল মহাকর্ষীয় বলের লব্ধির মান নির্ণয় কর।
(ঘ) চাঁদ এবং সূর্যের মধ্যে কোনটি পৃথিবীকে বেশি বলে নিজের দিকে আকর্ষণ করবে? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও।

05. 

ভূকেন্দ্র থেকে দূরত্বের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র।
(ক) কেপলারের উপবৃত্ত সূত্রটি লিখ।
(খ) নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের ভেক্টররূপ কী?
(গ) D বিন্দুতে g-এর মান নির্ণয় কর।
(ঘ) OABCDE লেখটির প্রকৃতি গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর।

06. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 3.6×10^{4} km উচ্চতায় থেকে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ $3\ kms^{-1}$ বেগে পৃথিবীকে আবর্তন করছে। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যাথাক্রমে 6×10^{24} kg এবং 6400 km. উপগ্রহটির ভর 1000 kg।
$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$.
(ক) মহাকর্ষীয় বিভব কাকে বলে?
(খ) নভোযানে নভোচারীরা নিজেদের ওজনহীন মনে করে কেন?
(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল নির্ণয় কর।
(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহকে যদি আরো 1000km বেশি উচ্চতায় প্রেরণ করা হতো তাহলে অতিরিক্ত কত কাজ করতে হতো- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

07. 

AD=200 km
AC=100 km
OB=6.4×10^{3} km
গ্রহটির ভর = 6×10^{24}kg
(ক) অভিকর্ষ কেন্দ্র কাকে বলে?
(খ) পৃথিবীর ঘূর্ণনের কারণে আমরা ছিটকে পড়ি না কেন?
(গ) D বিন্দুতে অভিকর্ষীয় ত্বরণ কত?
(ঘ) 10 kg ভরের একটি একটি বস্তুকে A থেকে C তে নিয়ে যাওয়া যায় তবে এর ওজনের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তর দাও।

08. মিথিলা ও শিলা দুই বান্ধবী পৃথিবীর ঘূর্ণন ক্রিয়া এবং তার প্রভাবে পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের পরিবর্তন নিয়ে আলোচনা করছিল। পাশপাশি সৌরজগৎ নিয়েও কথা হচ্ছিল। সূর্য হতে পৃথিবীর গড় দূরত্ব 15 কোটি কি.মি.।
(ক) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র কী?
(খ) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে দূরত্ব এবং মহাকর্ষীয় বিভবের মধ্যে সম্পর্ক দেখাও।
(গ) সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব যদি বর্তমান দূরত্বের অর্ধেক হয়, তাহলে এক বছরে দিনের সংখ্যা কত হবে?
(ঘ) পৃথিবীর আবর্তন বন্ধ হলে নিরক্ষরেখায় অবস্থিত কোনো বস্তুর ওজনের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

09. A এবং B দুটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 800 kg এবং 600 kg তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 5 m। A এবং B বস্তু দুটি হতে যথাক্রমে 4m এবং 3 m দূরে কোনো বিন্দু P তে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র সৃষ্টি করে।
(ক) অভিকর্ষ বল কী?
(খ) পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য কেন?
(গ) P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের মান বের কর ।
(ঘ) P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান বের কর।

10. বিষুব রেখায় পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km, অক্ষাংশ 0°, অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2} এবং পৃথিবীর আবর্তনকাল 24 ঘণ্টা।
(ক) কেপলারের তৃতীয় সূত্রটি লেখ?
(খ) G-কে সর্বজনীন ধ্রুবক বলা হয় কেন?
(গ) বিষুবরেখা থেকে কত উচ্চতায় কোনো বস্তুর ওজন ভূ-পৃষ্ঠের 40% হবে নির্ণয় করো।
(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে পৃথিবীর কৌণিক বেগ বর্তমানের 17 গুণ হলে বিষুবরেখার ওপর অবস্থিত কোনো বস্তু ছিটকে যাওয়ার উপক্রম হয়- এর সত্যতা যাচাই করো।

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. b	02. d	03. c	04. b	05. d	06. b	07. d	08. a	09. a	10. d	11. a	12. a	13. d	14. b	15. d
16. a	17. d	18. d	19. b	20. a	21. b	22. b	23. d	24. b	25. a	26. d	27. a	28. a	29. a	30. d
31. c	32. c	33. c	34. c	35. b	36. a	37. b	38. a	39. b	40. d					

01. $g' = \left(1-\frac{h}{R}\right)g \Rightarrow \frac{1}{2} = 1-\frac{h}{R} \Rightarrow \frac{h}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow h = \frac{R}{2}$

02. যেহেতু চাঁদে g-এর মান পৃথিবীর $\frac{1}{6}$ গুণ,
সেহেতু লোকটি চাঁদে 6 গুণ বেশি লাফাতে পারবে।

05. $v = \frac{S}{t} = \frac{2\pi\times1.5\times10^{11}}{3.14\times10^{7}} = 30\times10^{3} ms^{-1}$

08. $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{gD}$
$= \sqrt{3.8\times600\times10^{3}} = 1509.97\ ms^{-1} = 1.5\ kms^{-1}$

11. $\because E = \frac{F}{m} \therefore$ একক Nkg^{-1}

16. $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3} \Rightarrow T_2 = T_1\times\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\frac{3}{2}} = 365\times\left(\frac{R_1}{2R_1}\right)^{1.5} = 129$ days

18. $g' = \frac{GM}{R'^2} \Rightarrow g' = g\times\left(\frac{R}{R'}\right)^2 = g\times\frac{1}{100}$ [$R' = R+h$]
$R = \frac{1}{10}R' \Rightarrow R' = 10R$
$\Rightarrow h = 9R = 9\times6.4\times10^{6} = 57.6\times10^{6}$m

24. $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3\times6.01\times10^{24}}{4\pi\times(6.4\times10^{6})^3} = 5.47\times10^{3} kgm^{-3}$

25. $V = -\frac{GM}{R} = \frac{-6.67\times10^{-11}\times6.01\times10^{24}}{6.4\times10^{6}} = -6.266\times10^{7} Jkg^{-1}$

26. $F \propto \frac{1}{r^2}$

31. $E_G = \frac{GM}{r^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times2}{2^2} = 3.33\times10^{-11}\ Nkg^{-1}$

33. $F = mg = 10\times9.8 = 98N$

35. $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3} \Rightarrow T_2 = \sqrt{T_1^2\times\frac{R_2^3}{R_1^3}} = \sqrt{365^2\times\left(\frac{54}{75}\right)^3} = 223$

37. $g' = g\times\frac{R^2}{(R+h)^2} = g\times\frac{R^2}{(2R)^2} = \frac{9.8}{4} = 2.45\ ms^{-2}$

40. $T_2 = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\frac{3}{2}}\times T_1 = \left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{3}{2}}\times T_1 = \frac{1}{8}T_1$

CQ

01. (গ). 2.48 kms^{-1}
(ঘ). পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে না

02. (গ). 25.87 Nkg^{-1}
(ঘ). সম্পূর্ণ সমান না হলেও প্রায় সমান

03. (গ). 1117.87 km
(ঘ). কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ নয়

04. (গ). 4.3×10^{20}N
(ঘ). সূর্য বেশি বলে আকর্ষণ করবে

05. (গ). 0.6125 ms^{-2}
(ঘ). যত দূরে যাওয়া যায়, g এর মান তত কমতে থাকে, যা ABCDE অংশে প্রতীয়মান।

06. (গ). 24.67 hour (ঘ). 2.17×10^{5}J

07. (গ). 9.19 ms^{-2} (ঘ). বস্তুর ওজন হ্রাস পাবে

08. (গ). 129 days
(ঘ). বস্তুর ওজন বৃদ্ধি পাবে

09. (গ). $-2.669\times10^{-8} Jkg^{-1}$
(ঘ). $5.56\times10^{-9} Nkg^{-1}$

10. (গ). 3712km (ঘ). উক্তিটি সত্য

অধ্যায় ০৭ পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

➢ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪	T-01	পীড়ন ও বিকৃতি	2	-	BB'23; RB'22
✪✪✪	T-02	ইয়ং এর গুণাঙ্ক	10	19	DB'24, 22, 19, 17;Ctg.B'24, 23, 22, 17; SB'24, 23 ; CB'24, 23; MB'24, 23; RB'23, 22, 17 ; BB'24, 23, 19; JB'23, 22, 17; Din.B'24, 23, 22, 19;
✪	T-03	কাঠিন্যের গুণাঙ্ক	2	1	RB'24; BB'17
✪	T-04	আয়তন গুণাঙ্ক	-	-	
✪✪✪	T-05	পয়সনের অনুপাত	13	4	DB'24, 23, 22; BB'24, 22; Ctg.B'24, 19; SB'24; JB'24; MB'23; CB'24, 22; RB'23, 17Din.B'23
✪✪	T-06	অসহ পীড়ন	1	2	MB'22; Ctg.B'22.
✪✪✪	T-07	কৃতকাজ ও সঞ্চিত শক্তি	15	2	DB'23, 19, 18; JB'24, 23, 17, 18; MB'24. Ctg.B'22, 22, 19, 18; SB'22, 18; Din.B'22, 19, 18;

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমনুা উত্তর

T-01: পীড়ন ও বিকৃতি

Concept

- প্রকৃতপক্ষে, পীড়ন মানে এক ধরনের চাপ যা প্রয়োগকৃত বলের বিপরীতে বস্তুতে অনুভূত হয় এবং বিকৃতি হলো একক মাত্রায় পরিবর্তন।
  - (i) দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$; যেখানে, l = দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন, L = আদি দৈর্ঘ্য
  - (ii) আয়তন বিকৃতি $= \frac{v}{V}$; যেখানে, v = আয়তনের পরিবর্তন, V = আদি আয়তন
  - (iii) কৃন্তন বিকৃতি $= \tan\theta$ [θ রেডিয়ানে প্রকাশিত।]
  - (iv) পীড়ন $= \frac{F}{A}$; যেখানে, F = প্রযুক্ত বল, A = ক্ষেত্রফল
  - (v) হুকের সূত্র: $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক, অর্থাৎ, পীড়ন $\propto$ বিকৃতি। পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত হল স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক।
- বিকৃতির কোনো একক নেই।
- পীড়ন, চাপ, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক প্রত্যেকেরই একক Nm^{-2} বা Pa এবং এগুলো সবই স্কেলার রাশি।

০৭

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C একই মানের পীড়ন $5 \times 10^{12} Nm^{-2}$ প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো। [BB'23]

(গ) 'B' তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি কত? নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: মনে করি,
তারটির আদি দৈর্ঘ্য, L
$\therefore$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $= \frac{\Delta L}{L} = \frac{L \times 2\%}{L} = 0.02$ (Ans.)

02. সুমন 2 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 9 m দীর্ঘ একটি তার নিয়ে নিচের প্রান্তে 12 kg ভর ঝুলিয়ে দিল। এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটল আদি দৈর্ঘ্যের 0.001% । ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $20 \times 10^{10} Nm^{-2}$। [RB'22]

(গ) উদ্দীপকে তারের উপর প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2\ mm^2 = 2 \times 10^{-6} m^2$
তাহলে প্রযুক্ত পীড়ন, $P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{12 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}} = 5.88 \times 10^7 Nm^{-2}$
অতএব, তারের ওপর প্রযুক্ত পীড়ন $= 5.88 \times 10^7 Nm^{-2}$

CamScanner

T-02: ইয়ং এর গুণাঙ্ক

Concept

- $Y = \frac{FL}{Al}$; Y= স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা ইয়ং এর গুণাঙ্ক, F = যেদিকে দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন হয় সেদিকে প্রযুক্ত বল
- L = আদি দৈর্ঘ্য, A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, l = দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি পরীক্ষণে 1 cm এবং 3 cm ব্যাসার্ধের ভিন্ন উপাদানের দুটি তার একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো হলো। তার দুটির দৈর্ঘ্য অভিন্ন। তার দুটিতে একই ভর ঝুলানোতে দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অর্ধেক হলো। প্রথম তারটির পয়সনের অনুপাত 0.3। [DB'24]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটির ভার বহনের সক্ষমতা বেশি হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** যে তারটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বেশি হবে সেই তারটির ভার বহনের সক্ষমতা বেশি।

আমরা জানি, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgl}{\pi r^2 l}$

এখানে, m = ঝুলানো ভর
L = আদি দৈর্ঘ্য
r = তারের ব্যাসার্ধ
l = দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি

১ম তারটির ক্ষেত্রে, $Y_1 = \frac{m_1 g L_1}{\pi r_1^2 \times l_1} = \frac{mgL}{\pi \times (10^{-2})^2 \times l}$

এখানে, $L_1 = L_2 = L$;
$m_1 = m_2 = m$
$r_1 = 1\ cm = 10^{-2} m$
$r_2 = 3\ cm = 3 \times 10^{-2} m$
$l_1 = l$ হলে, $l_2 = \frac{l}{2}$

২য় তারটির ক্ষেত্রে, $Y_2 = \frac{m_2 g L_2}{\pi r_2^2 l_2} = \frac{mgL}{\pi \times (3\times10^{-2})^2 \times \frac{l}{2}}$

এখন, $\frac{Y_1}{Y_2} = \frac{(3\times10^{-2})^2 \times \frac{1}{2}}{(10-2)^2} = \frac{9}{2} \Rightarrow Y_1 : Y_2 = 9:2 \ \therefore Y_1 > Y_2$

সুতরাং ১ম তারটির ভার বহনের সক্ষমতা বেশি।

02. P, Q ও R তারের বিভিন্ন রাশির মান নিম্নরূপ: [Ctg.B, CB'24]

তার	আদি দৈর্ঘ্য L	ব্যাস D	দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l	ব্যাস হ্রাস d	প্রযুক্ত বল F
	(m)	($\times 10^{-3}$m)	($\times 10^{-3}$m)	($\times 10^{-6}$m)	(N)
P	1	2	0.14	0.0418	10
Q	1	2	0.18	0.0593	12
R	1	2	0.22	0.0912	13

(ঘ) P ও Q তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** P তারের ক্ষেত্রে, দেওয়া আছে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_1 = 1m$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = 0.14 \times 10^{-3}$ m
ব্যাস, $D_1 = 2 \times 10^{-3}$m
প্রযুক্ত বল, $F_1 = 10$ N
$\therefore$ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_1 = \frac{1}{4}\pi D^2$
$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-3})^2 = 3.1416 \times 10^{-6}\ m^2$
P তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y_1 = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1} = \frac{10\times1}{3.1416\times10^{-6}\times0.14\times10^{-3}}$
$= 2.274 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
আবার, Q তারের ক্ষেত্রে
দেওয়া আছে, আদি দৈর্ঘ্য, $L_2 = 1m$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = 0.18 \times 10^{-3}$ m
ব্যাস, $D_2 = 2 \times 10^{-3}$ m
প্রযুক্ত বল, $F_2 = 12$ N
তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A_2 = \frac{1}{4}\pi D^2$
$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-3})^2 = 3.1416 \times 10^{-6} m^2$
এখন, Q তারের ইয়ং গুণাঙ্ক,
$Y_2 = \frac{F_2 L_2}{A_2 l_2} = \frac{12\times1}{3.1416\times10^{-6}\times0.18\times10^{-3}}$
$= 2.1221 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
এখানে, $Y_1 > Y_2$; সুতরাং P তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

03. একটি তারের আদি দৈর্ঘ্য 826 cm এবং তারের ব্যাস 4 mm, তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}\ N/m^2$। তারটির দৈর্ঘ্য 2mm বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় ভর যুক্ত করা হলো। [BB'24]

(গ) কী পরিমাণ ভর যুক্ত করা হয়েছিল নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** ধরি, প্রযুক্ত ভর, m kg
দেওয়া আছে, তারের আদি দৈর্ঘ্য, L = 826 cm = 8.26 m
তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 2mm = 2 \times 10^{-3} m$
তারের ব্যাস, $d = 4mm = 4 \times 10^{-3}$ m
$\therefore$ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \frac{1}{4}\pi d^2$
$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (4 \times 10^{-3})^2 = 1.25664 \times 10^{-5}\ m^2$
তারের ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
প্রযুক্ত বল, $F = mg = 9.8m$ N
আমরা জানি, ইয়ং গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$
$\Rightarrow 2 \times 10^{11} = \frac{9.8m\times8.26}{1.25664\times10^{-5}\times2\times10^{-3}}$
$\therefore m = 62.0961605$ kg **(Ans.)**

CamScanner

04. P ও Q দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 4mm ও 8mm। তার দুটিকে সমান বলে টানার ফলে P তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি Q তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির তিনগুণ হয়। Q তারের পয়সনের অনুপাত 0.45। [Din.B'24]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারের স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, P ও Q উভয় তারের দৈর্ঘ্য, $L_P = L_Q = L$

P ও Q উভয় তারের প্রযুক্ত বল, $F_P = F_Q = F$

দেওয়া আছে, P তারের ব্যাস, $d_P = 4mm = 4 \times 10^{-3}$ m

Q তারের ব্যাস, $d_Q = 8mm = 8 \times 10^{-3}$ m

P তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_P = 3l$

Q তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_Q = l$

এখন, P তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$A_P = \frac{1}{4}\pi d_P^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (4 \times 10^{-3})^2$ m^2

Q তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$A_Q = \frac{1}{4}\pi d_Q^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times (8 \times 10^{-3})^2$ m^2

এখন, P তারের স্থিতিস্থাপক সীমা,

$Y_P = \frac{F_P L_P}{A_P l_P} = \frac{FL}{\frac{1}{4}\pi(4\times10^{-3})^2 \times 3l}$

আবার, Q তারের স্থিতিস্থাপক সীমা,

$Y_Q = \frac{F_Q L_Q}{A_Q l_Q} = \frac{FL}{\frac{1}{4}\pi(8\times10^{-3})^2 \times l}$

$\therefore \frac{Y_P}{Y_Q} = \frac{(8\times10^{-3})^2}{(4\times10^{-3})^2 \times 3} = \frac{4}{3}$ $\therefore Y_P = \frac{4}{3} Y_Q$

সুতরাং, উদ্দীপকের P তারের স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি।

05. নিচের ছকে দুটি তার A ও B এর বিভিন্ন রাশির মান প্রদান করা হলো: [RB, Din.B, MB'23]

তার	দৈর্ঘ্য, L (m)	ব্যাস, D (mm)	প্রযুক্ত বল, F (N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ, l (mm)	পয়সনের অনুপাত, σ
A	1.60	1.0	5.0	14	0.57
B	1.50	1.2	6.0	16	–

(ঘ) কোন তারটি দিয়ে অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী স্প্রিং তৈরি করা যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** A এর ক্ষেত্রে, L = 1.6 m; 2r = 1 mm

$\Rightarrow r = 0.5 \times 10^{-3}$ m

$\therefore A = \pi r^2 = 7.85 \times 10^{-7}$ m^2; F = 5 N

$l = 14 \times 10^{-3}$ m $\therefore Y_A = \frac{FL}{Al} = 7.28 \times 10^8$ Pa

আবার B এর ক্ষেত্রে, L′ = 1.5 m; 2r′ = 1.2 mm

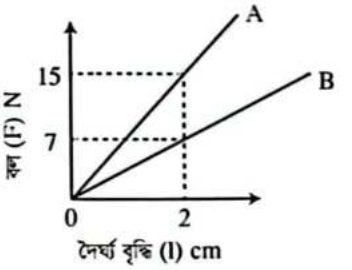
$\therefore r' = 0.6 \times 10^{-3}$ m $\therefore A' = \pi r'^2 = 1.13 \times 10^{-6}$ m^2

$F' = 6$ N; $l' = 16 \times 10^{-3}$ m

$\therefore Y_B = \frac{F'L'}{A'l'} = 4.98 \times 10^8$ Pa $\because Y_A > Y_B$

$\therefore$ A তারটি দিয়ে অপেক্ষাকৃত শক্তিশালী স্প্রিং তৈরি করা যাবে।

06. চিত্রে 1.5 m আদি দৈর্ঘ্যের A ও B দুইটি একই উপাদানের তার। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুইটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির লেখচিত্র উপরে প্রদর্শিত হয়েছে। $Y_A = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2}. [Ctg.B'23]



(গ) A তারের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, A তারের ক্ষেত্রে, F = 15 N

$l = 2$ cm $= 0.02$ m

L = 1.5 m

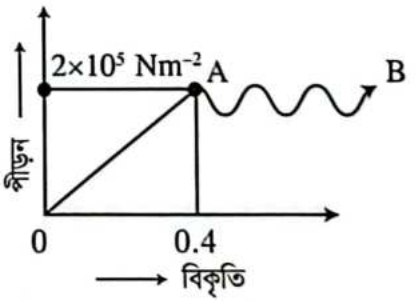
$Y_A = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2}

A তারের ব্যাসার্ধ r হলে, $Y_A = \frac{FL}{\pi r^2 l}$

$\Rightarrow r^2 = \frac{FL}{\pi Y_A l} = \frac{15\times1.5}{\pi\times2\times10^{11}\times0.02}$

$\therefore r = 4.231 \times 10^{-5}$ m (Ans.)

07. একটি স্থিতিস্থাপক বস্তুর পীড়ন বনাম বিকৃতি এর লেখচিত্র নিচে দেখানো হল। [CB'23]



(গ) বস্তুটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) লেখচিত্রের যে কোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব নয়-যৌক্তিক ব্যাখ্যা উপস্থাপন কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পীড়ন $= 2 \times 10^8$ Nm^{-2}

বিকৃতি = 0.4; স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

$Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{2\times10^8}{0.4} = 5 \times 10^8$ Nm^{-2} (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় সম্ভব নয়।

লেখচিত্রের শুধু ঐ অংশ থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় সম্ভব, যে অংশ হুক এর সূত্র মেনে চলে। অর্থাৎ যে অংশে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক। চিত্রে OA অংশ হুকের সূত্র মেনে চলে।

কিন্তু AB অংশ হুকের সূত্র মানে না। তাই AB অংশের কোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় সম্ভব নয়।

$\therefore$ লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুর ঢাল থেকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় সম্ভব নয়।

08. 2 m দৈর্ঘ্যের দুটি তারের ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 3 mm। তার দুটির প্রত্যেকটিতে 7×10^3 N বল প্রয়োগ করা হলে এদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 5% ও 2% বৃদ্ধি পেল। [JB'23]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত প্রদান কর। ৪

(ঘ) উত্তর: ১ম তারের ক্ষেত্র: প্রযুক্ত বল, $F = 7 \times 10^3$N

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2$

ব্যাসার্ধ, $r = \frac{d}{2} = \frac{2}{2} = 1mm = 10^{-3}m$

দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, $l = 0.05$ L

আমরা জানি, $Y_1 = \frac{FL}{A_1 l} = \frac{7\times10^3\times2}{\pi(10^{-3})^2\times0.05\times2}$

$\Rightarrow Y_1 = 4.45 \times 10^{10} Nm^{-2}$

২য় তারের ক্ষেত্রে:

$r = \frac{d}{2} = \frac{3}{2} = 1.5\ mm = 1.5 \times 10^{-3}m$

$l = 2\%\ L = 0.02L$

$Y_2 = \frac{FL}{A_2 l} \Rightarrow \frac{7\times10^3}{\pi\times(1.5\times10^{-3})^2} = Y_2 \times \frac{0.02L}{L}$

$\Rightarrow Y_2 = 4.95 \times 10^{10} Nm^{-2}$

যেহেতু, $Y_2 > Y_1$ তাই ২য় তারের স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি।

[বি.দ্র: ইয়ং এর গুণাঙ্ক বেশি হলে যে স্থিতিস্থাপক সীমা বেশি হবে এমন কথা নেই। কিন্তু প্রশ্নে পর্যাপ্ত উপাত্ত না থাকায় ইয়ং এর গুণাঙ্ক দিয়ে সমাধান করা হয়েছে।]

09. A ও B দুইটি ধাতব তার। তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2 m ও 2.05 m এবং তাদের ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm। তার দুইটিতে সমান ভরের বস্তু ঝুলালে A তারের প্রসারণ B তারের প্রসারণ অপেক্ষা দ্বিগুণ হয়। A তারের পয়সনের অনুপাত 0.4। [DB'22; Ctg'17]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) উত্তর: আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$

$\therefore \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{mgL_A}{\pi r_A^2 l_A} \times \frac{\pi r_B^2 l_B}{mgL_B} = \left(\frac{L_A}{L_B}\right) \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \times \left(\frac{l_B}{l_A}\right)$

$\Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{2}{2.05} \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = 3.048$

$\therefore Y_A = 3.048 \times Y_B$

অতএব, $Y_A > Y_B$ $\therefore$ A তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক।

10. সুমন 2 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 9 m দীর্ঘ একটি তার নিয়ে নিচের প্রান্তে 12 kg ভর ঝুলিয়ে দিল। এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটল আদি দৈর্ঘ্যের 0.001%। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $20 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$। [RB'22]

(ঘ) উদ্দীপকে সুমনের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাত ছিল কিনা যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 12$ kg

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2\ mm^2 = 2 \times 10^{-6}\ m^2$

প্রযুক্ত পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{12\times9.8}{2\times10^{-6}} = 5.88 \times 10^7 Nm^{-2}$

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 9m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 9 \times 0.001\% = 9 \times 10^{-5}m$

বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{9\times10^{-5}}{9} = 10^{-5}$

এখন, ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$Y = \frac{\text{প্রযুক্ত পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{5.88\times10^7}{10^{-5}} = 5.88 \times 10^{12} Nm^{-2}$

সুতরাং, সুমনের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাতের নয়।

11. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m এবং ব্যাস 1 mm। তারটির উপর 10 N বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। [SB'22]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2m$; দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো l

ব্যাস, $d = 1$ mm অথবা ব্যাসার্ধ,

$r = 0.5\ mm = 0.5 \times 10^{-3}\ m = 5 \times 10^{-4}\ m$

প্রযুক্ত বল, $F = 10$ N

এখন, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

$\Rightarrow l = \frac{FL}{A\times Y} = \frac{10\times2}{\pi\times(5\times10^{-4})^2\times2\times10^{11}} = 1.273 \times 10^{-4}\ m$

সুতরাং দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 1.273 \times 10^{-4}$ m **(Ans.)**

12. একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ mm^2$ এবং অপর একটি কার্বন মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2.25 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $0.90\ mm^2$। তার দুটির প্রত্যেকটিতে 20 N বল প্রয়োগ করলে যথাক্রমে 0.2 mm ও 0.19 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। [Din.B'22]

(ঘ) অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(ঘ) উত্তর: অ্যালুমিনিয়ামের ক্ষেত্রে, বল, $F = 20$ N

দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2m$; ক্ষেত্রফল, $A_1 = 1 \times 10^{-6} m^2$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = 0.2\ mm = 0.2 \times 10^{-3} m$

$\therefore$ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক,

$Y_1 = \frac{FL_1}{A_1 l_1} = \frac{20\times2}{1\times10^{-6}\times0.2\times10^{-3}} = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে, $L_2 = 2.25$ m

$A_2 = 0.9\ mm^2 = 0.9 \times 10^{-6} m^2$

বল, $F = 20$N

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = 0.19\ mm = 0.19 \times 10^{-3}$ m

$\therefore$ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক,

$Y_2 = \frac{FL_2}{A_2 l_2} = \frac{20\times2.25}{0.9\times10^{-6}\times0.19\times10^{-3}} = 2.63 \times 10^{11} Nm^{-2}$

সুতরাং, অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতা Y_2, যা Y_1 এর চেয়ে বেশি। অর্থাৎ, স্থিতিস্থাপকতা বৃদ্ধি পেয়েছে।

13. একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে 200 cm দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন উপাদানের তার A ও B ঝুলিয়ে তারদ্বয়ের নিচে 10 kg করে ভর ঝুলানো হলো। ফলে A তারটির দৈর্ঘ্য 7% ও B তারটির দৈর্ঘ্য 8% বৃদ্ধি পেল। [$g = 9.8\ ms^{-2}$]। [DB'19]

(ঘ) সমান বল প্রয়োগে বস্তুর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** এখানে, $L_1 = L_2 = 200\ cm$; $A_1 = A_2 = 1\ mm^2$

$L_1 = L_1 \times 7\% = 14\ cm$

$l_2 = L_2 \times 8\% = 16\ cm$; $F_1 = F_2$

$Y_A = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1}$; $Y_B = \frac{F_2 L_2}{A_2 l_2}$

$\therefore \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1} \times \frac{A_2 l_2}{F_2 L_2} \Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{16}{14} = \frac{8}{7}$

$\therefore Y_A : Y_B = 8 : 7$

অর্থাৎ, উদ্দীপকের আলোকে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে ইয়ং এর গুণাঙ্কের সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক। A ও B এর ইয়ং এর গুণাঙ্কের অনুপাত 8 : 7।

14. একটি স্টিল তারের ওপর 10N বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় 0.1 mm। বলের পরিবর্তন করার ফলে একই দৈর্ঘ্যের এবং দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের জন্য একটি তারে সমপরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। [BB'19]

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বলের পরিবর্তনের পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

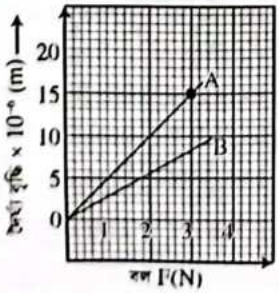
(ঘ) **উত্তর:** $Y = \frac{FL}{Al}$ এখন, $Y_1 = Y_2 \Rightarrow \frac{F_1 L_1}{A_1 l_1} = \frac{F_2 L_1}{A_2 l_1}$

$\Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1} = F_1 \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = F_1 \times 2^2$

$= 4 \times 10\ N = 40\ N$

$\therefore$ বলের পরিবর্তন $= (40 - 10)\ N = 30\ N$ (Ans.)

15. চিত্র অনুসারে A তারের আদি দৈর্ঘ্য 1m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1mm^2$। অপরদিকে 2m দৈর্ঘ্যের B তারের উপাদানের ইয়ং – এর গুণাঙ্ক $1.2 \times 10^{11} Nm^2$। তার দুটির একটি অপেক্ষাকৃত মোটা এবং অপরটি অধিক স্থিতিস্থাপক। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির লেখচিত্র চিত্রে প্রদর্শিত হয়েছে। A ও B দুটি তারের একটি দিয়ে বড় একটি বোঝাকে বেঁধে অপর তারটি দিয়ে তা টেনে নিয়ে যাওয়া হলো। [DB'17]



(গ) A তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** আদি দৈর্ঘ্য, L = 1m,

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1mm^2 = 10^{-6} m^2$

গ্রাফ হতে, $\frac{F}{l} = \frac{3}{15 \times 10^{-6}} Nm^{-1}$

$\therefore$ ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{L}{A} \cdot \frac{F}{l} = \frac{1}{10^{-6}} \times \frac{3}{15 \times 10^{-6}} Nm^{-2}$

$= 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$ (Ans.)

16. ইতি তার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে 100 cm লম্বা ও $4mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের নিচ প্রান্তে ভার ঝুলিয়ে এর দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তনের পাঠ নিল এবং তার বান্ধবী বিথীকে বলল যে তার পরীক্ষায় দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তন যথাক্রমে 5% ও 6% পাওয়া গেছে। এটা শুনে বিথী বলল, হতে পারে না। তোমার উপাত্ত সংগ্রহে ভুল হয়েছে।

[তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$] [RB'17]

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত তারটির দৈর্ঘ্য 10mm বৃদ্ধি করতে কত ভার চাপাতে হবে? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

তারের দৈর্ঘ্য, L = 100cm = 1m

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 4mm^2 = 4 \times 10^{-6} m^2$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

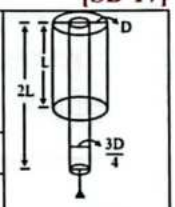
তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 10\ mm = 10 \times 10^{-3} m$; চাপানো ভর, F =?

আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al}$

$\Rightarrow F = \frac{YAl}{L} = \frac{2 \times 10^{11} \times 4 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^{-3}}{1} = 8000\ N$ (Ans.)

17. [SB'17]

একটি তারে 10kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।	
উপাদান	Y-এর মান
অ্যালুমিনিয়াম	$7 \times 10^{10} Nm^{-2}$
লোহা	$11.5 \times 10^{10} Nm^{-2}$
তামা	$13 \times 10^{10} Nm^{-2}$
ইস্পাত	$20 \times 10^{10} Nm^{-2}$



(ঘ) তারের ব্যাস $D = 4.22 \times 10^{-2} mm$ হলে উদ্দীপকের তথ্য মতে এটি কোন পদার্থের তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। 8

(ঘ) **উত্তর:** তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 1$ [উদ্দীপক হতে]

ব্যাস, $D = 4.22 \times 10^{-2}\ mm$

ব্যাসার্ধ, $r = 2.11 \times 10^{-2}\ mm = 2.11 \times 10^{-5}\ m$

ভর, m = 10 kg; ইয়ং গুণাঙ্ক = Y হলে, $Y = \frac{FL}{Al}$

$\Rightarrow Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l} = \frac{10 \times 9.8 \times 1}{\pi \times (2.11 \times 10^{-5})^2}\ Nm^{-2}$

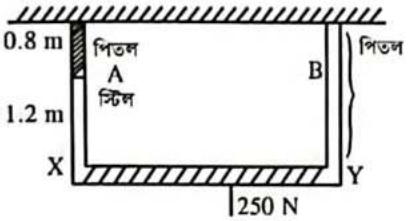
$= 7 \times 10^{10}\ Nm^{-2} = \frac{F}{A\theta}$

যেহেতু অ্যালুমিনিয়ামের ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$Y_{Al} = 7 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ সেহেতু তারটি অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি।

০৭

18. একটি 250N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2.5 \times 10^{-7} m^2$, B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 2.5×10^{-4}, A তারের 0.8m পিতলের, বাকী 1.2m স্টিলের। [JB'17]

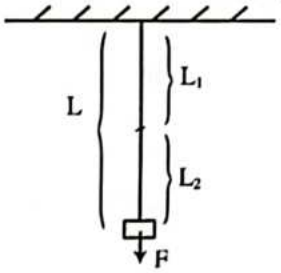


স্টিলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11} Pa$

পিতলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $= 1 \times 10^{11} Pa$

(ঘ) বারের কোন প্রান্ত বেশি নিচু হবে, যাচাই কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** প্রথমে দুইটি ভিন্ন ইয়ং এর গুণাঙ্কবিশিষ্ট তার সিরিজে সংযুক্ত করলে তার তুল্য ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y_{eq}) বের করতে হবে।



ধরি, L_1 ও L_2 দৈর্ঘ্যের দুইটি তার সংযুক্ত আছে যাদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= A$ এবং এতে F বল দিলে যথাক্রমে l_1 ও l_2 প্রসারিত হয়।

তাহলে, $Y_1 = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_1}{L_1}} \Rightarrow l_1 = \frac{FL_1}{Y_1 A}$ ও $Y_2 = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_2}{L_2}} \Rightarrow l_2 = \frac{FL_2}{Y_2 A}$

এবং, $Y_{eq} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} \Rightarrow l = \frac{FL}{Y_{eq} A}$

এখন, $l = l_1 + l_2 \Rightarrow \frac{FL}{Y_{eq} A} = \frac{FL}{Y_1 A} + \frac{FL_2}{Y_2 A}$

$\Rightarrow \frac{L}{Y_{eq}} = \frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}$

দেওয়া আছে, তারের মোট দৈর্ঘ্য, $L = 2m$; পিতলের অংশ, $L_1 = 0.8m$; স্টিলের অংশ, $L_2 = 1.2m$

পিতলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_1 = 10^{11} Pa$;

স্টিলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_2 = 2 \times 10^{11} Pa$

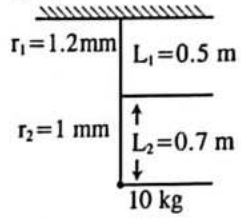
∴ তুল্য ইয়ং এর গুণাঙ্ক,

$Y_{eq} = L\left(\frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}\right)^{-1} = 1.43 \times 10^{11} Nm^{-2}$

যেহেতু, বাম পাশের সংযুক্ত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বেশি, সেহেতু এর স্থিতিস্থাপকতা বেশি এবং কম নিচু হবে।

অর্থাৎ, ডান প্রান্ত বেশি নিচু হবে।

19. চিত্রে 10 kg ভর ঝুলানোতে মোট 5 cm প্রসারণ হয়। ১ম তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক ২য় তারের ইয়ং এর গুণাঙ্কের 1.2 গুণ। ঝুলানো বস্তুর ব্যাস 10 cm। ব্যবস্থাটি সর্বোচ্চ 45° কৌণিক বিস্তারে দুলতে পারে। [নটর ডেম কলেজ]



(গ) ১ম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ নির্ণয় করো। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $Y_1 = 1.2\ Y_2$; $L_1 = 0.5$ m

$L_2 = 0.7$ m; $r_1 = 1.2$ mm, $r_2 = 1$ mm

১ম তারের জন্য, $F_1 = \frac{Y_1 A_1 l_1}{L_1}$

২য় তারের জন্য, $F_2 = \frac{Y_2 A_2 l_2}{L_2}$

যেহেতু, ঝোলানো ভর সমান।

$\therefore F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{Y_1 A_1 l_1}{L_1} = \frac{Y_2 A_2 l_2}{L_2}$

$\Rightarrow \frac{1.2 \times Y_2 \times \pi \times (1.2)^2 \times l_1}{0.5} = \frac{Y_2 \times \pi \times 1^2 \times l_2}{0.7} \Rightarrow l_2 = 2.4192\ l_1$

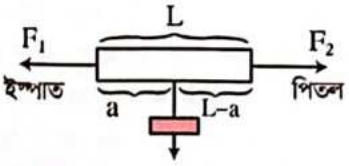
এখন, $l_1 + l_2 = 5$ cm $\Rightarrow l_1(1 + 2.4192) = 5$ cm

$\Rightarrow l_1 = 1.4623$ cm (Ans.)

20. 200 cm দীর্ঘ একটি হালকা দণ্ডের দু-প্রান্ত দুটি সমান দৈর্ঘ্যের তারের সাহায্যে বেঁধে দণ্ডটিকে অনুভূমিকভাবে ঝুলিয়ে দেওয়া হলো। একটি তার ইস্পাতের তৈরি এবং এর প্রস্থচ্ছেদ $0.1\ cm^2$ও অপরটি পিতলের তৈরি এবং এটির প্রস্থচ্ছেদ $0.2\ cm^2$। ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক $2 \times 10^{12} \frac{dyne}{cm^2}$ এবং পিতলের ইয়ং গুণাঙ্ক $10 \times 10^{11} \frac{dyne}{cm^2}$ [বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ]

(ঘ) একটি ভারকে দণ্ডের কোন স্থানে ঝুলিয়ে দিলে উভয় তারের পীড়ন সমান হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

(ঘ) **উত্তর:** ইস্পাতের তারের পীড়ন, $P_1 = \frac{F_1}{A_1}$



পিতলের তারের পীড়ন, $P_2 = \frac{F_2}{A_2}$

প্রশ্নমতে, $P_1 = P_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{0.1}{0.2} = \frac{1}{2} \Rightarrow F_2 = 2F_1$

আবার, পীড়ন সমান হলে; অর্থাৎ, সিস্টেমটি সাম্যাবস্থায় থাকলে,

$F_1 . a = F_2 . (L - a)$

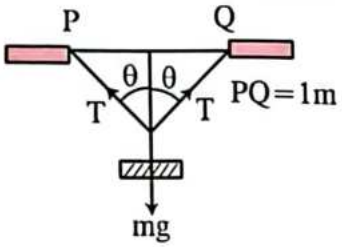
$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{L}{a} - 1 \Rightarrow \frac{L}{a} = \frac{F_1 + F_2}{F_2} \Rightarrow a = \frac{F_2}{F_1 + F_2} \times L$

$\Rightarrow a = \frac{2F_1}{F_1 + 2F_1} \times L = \frac{2}{3} \times 200 = 133.33$ cm

অর্থাৎ, ইস্পাতের প্রান্ত হতে 133.33 cm দূরে ভর ঝুলালে তার দুটির পীড়ন সমান হবে।

CamScanner

21. চিত্র-২: 1 m দৈর্ঘ্যে এবং 0.8 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের তার P এবং Q বিন্দুর মধ্যে লাগানো আছে। তারটির মধ্যবিন্দুতে m kg ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে দিলে এটি 1 cm নিচে নেমে যায়। (তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$) [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

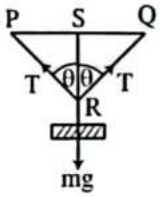


চিত্র-২

(ঘ) চিত্র-২ এ, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে m এর মান নির্ণয় করো। 8

(ঘ) **উত্তর:** চিত্র-২ এ– দৈর্ঘ্য, $L = 1\ m$

ব্যাস, $d = 0.8\ mm$ এবং $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$



চিত্রে, $PS = QS = \frac{PQ}{2} = 0.5\ m$; $RS = 1\ cm = 0.01\ m$

$\therefore PR = \sqrt{PS^2 + RS^2} = \sqrt{(0.5)^2 + (0.01)^2} = 0.5000999\ m$ $\therefore \Delta L = PR - PS = 0.0000999\ m$

এখন, $T = \frac{YA\Delta L}{L} = \frac{2\times10^{11}\times\frac{1}{4}\times\pi\times(0.8\times10^{-3})^2\times0.0000999}{0.5}$

$= 20.10418\ N$

এখন, $2T\cos\theta = mg$

$\Rightarrow m = \frac{2\times20.10418\times\cos\left(\tan^{-1}\frac{0.5}{0.01}\right)}{9.8}$

$= 0.08204\ kg = 82.04\ g$

নিজে করো

22. P, Q এবং R তিনটি তারে $8 \times 10^{12}\ Nm^{-2}$ মানের পীড়ন প্রয়োগ করা হল। এর ফলে তারগুলোর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% ও 1% হলো। P তারের পার্শ্ব বিকৃতি 0.02।[SB'24]
(ঘ) Q ও R তারের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামত দাও।
[Ans: R তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক]

23. A ও B দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান। A তারের ব্যাস 3 mm এবং এর ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y_A = 2 \times 10^9\ Nm^{-2}$। B তারের ব্যাস 2 mm। তার দুটিতে পৃথক পৃথক সময়ে প্রতিটিতে 40 kg ভর ঝুলালে প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির তিনগুণ হয়। [MB'24]
(ঘ) $Y_B > Y_A$ সম্পর্কটি যুক্তিসঙ্গত কি-না-গাণিতিকভাবে দেখাও। [Ans: $Y_B > Y_A$ সম্পর্কটি যুক্তিযুক্ত]

24. সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C একই মানের পীড়ন $5 \times 10^{12} Nm^{-2}$ প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো। [BB'23]
(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [Ans: C- তার বেশি স্থিতিস্থাপক]

25. গবেষণাগারে ব্যবহারের জন্য বিশেষভাবে নির্মিত দুটি তার P ও Q নেয়া হল। পরীক্ষায় প্রাপ্ত বিভিন্ন রাশির মান নিম্নরূপ: [SB'23]

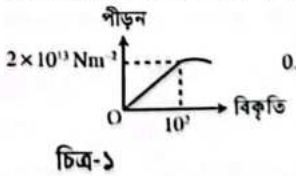
তার	দৈর্ঘ্য, L (m)	ব্যাসার্ধ, r (cm)	ঝুলানো ভর, M (kg)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ, l (mm)	ব্যাস হ্রাস, d (mm)
P	2.80	0.50	0.50	3.2	0.005
Q	2.75	0.60	0.75	3	0.009

(ঘ) কোন তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। [Ans: Q তার বেশি স্থিতিস্থাপক]

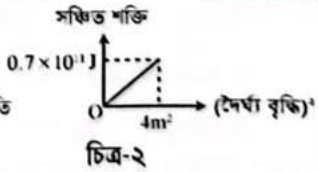
26. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ mm^2$ এবং অসহপীড়ন $4.76 \times 10^7\ Nm^{-2}$। তারটির এক প্রান্তে 2 kg ভর ঝুলালে তারের দৈর্ঘ্য 2×10^{-4} m বৃদ্ধি পায়। এই ভরসহ তারটিকে এর আদি দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার $4\ rads^{-1}$ বেগে ঘুরাতে গেলে তারটি ছিঁড়ে যায়। [Ctg.B'22]
(গ) তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।
[Ans: $1.96 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$]

27. 6 m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসার্ধের একটি ইস্পাতের এবং অপর একটি সীসার তারের শেষ প্রান্তে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দিলে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m পাওয়া গেল। ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। [JB'22]
(ঘ) উদ্দীপকের তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।
[Ans: ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক]

28. 2m দৈর্ঘ্যের ও 0.8 mm প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন ভিন্ন তার নেওয়া হলো। তার দুটির প্রথমটির ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্র [চিত্র-১] এবং দ্বিতীয়টির ক্ষেত্রে মোট সঞ্চিত। শক্তি বনাম (দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি)^2- এর লেখচিত্র [চিত্র-২] নিচে প্রকাশ করা হয়েছে- [Din.B'19]



চিত্র-১



চিত্র-২

(ঘ) দুটি তারের মধ্যে কোনটি অধিক স্থিতিস্থাপকতা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। [Ans: ২য় তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক]

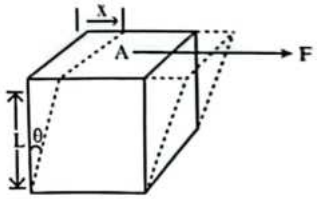
T-03: কাঠিন্যের গুণাঙ্ক

Concept

যেহেতু শুধু কঠিন পদার্থেরই নির্দিষ্ট আকার থাকে, সেজন্য দৃঢ়তার গুণাঙ্ক শুধু কঠিন পদার্থেরই বৈশিষ্ট্য।

দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, $\eta = \frac{F}{A \tan\theta}$

এখানে, F = তলের সমান্তরালে প্রযুক্ত বল এবং A = যে তল বরাবর বল প্রয়োগ করা হয় তার ক্ষেত্রফল। এখানে, কৃন্তন বিকৃতি $\tan\theta = \frac{x}{L}$; যেখানে, θ ডিগ্রী এককে প্রকাশিত।



[Note: η (Modulus of Rigidity)-কে বাংলায় বিভিন্ন নামে পাঠ্যবইগুলোতে উল্লেখ করা হয়েছে। যেমন: কাঠিন্যের গুণাঙ্ক/দৃঢ়তার গুণাঙ্ক/ব্যবর্তন গুণাঙ্ক/মোচড় গুণাঙ্ক/কৃন্তন গুণাঙ্ক/আকার গুণাঙ্ক ইত্যাদি]

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01 10 cm বাহুবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তৈরি ঘনকের উপরিতলে 2.48×10^7 N আকার পীড়ন সৃষ্টিকারী স্পর্শক বল প্রয়োগ করলে বিপরীত স্থির তলের সাপেক্ষে তলটির 2.95 mm সরণ ঘটে। অপরদিকে 3 cm বাহুবিশিষ্ট একটি অ্যালুমিনিয়াম ঘনকের বিপরীত তলে সমান ও বিপরীত স্পর্শকীয় বল প্রয়োগে তলের কৌণিক সরণ হয় 0.01°। অ্যালুমিনিয়ামের আকার গুণাঙ্ক 2.6×10^{10} Nm^{-2}। [RB'24]

(গ) অ্যালুমিনিয়ামের ঘনকের উপর প্রযুক্ত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন উপাদানের তৈরি ঘনকের দৃঢ়তা বেশি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, অ্যালুমিনিয়ামের আকার গুণাঙ্ক,
$\eta = 2.6 \times 10^{10}$ Nm^{-2}
কৌণিক সরণ, $\theta = 0.01° = \frac{\pi}{18000}$ rad
ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য = 3 cm = 0.03 m
∴ ক্ষেত্রফল, $A = 0.03 \times 0.03 = 9 \times 10^{-4}$ m^2
প্রযুক্ত বল, F =?
আমরা জানি, $\eta = \frac{F}{A\theta}$
$\Rightarrow F = \eta \times A \times \theta = 2.6 \times 10^{10} \times 9 \times 10^{-4} \times \frac{\pi}{18000}$
$= 4084.0705$ N (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ইস্পাতের ঘনকের ক্ষেত্রে, প্রযুক্ত বল, $F = 2.48 \times 10^7$ N; বাহুর দৈর্ঘ্য, a = 10 cm = 0.1 m
সরণ, s = 2.95 mm = 2.95×10^{-3} m
∴ ঘনকের তলের ক্ষেত্রফল, $A = (0.1)^2$ m^2
কৌণিক সরণ θ হলে, $\tan\theta = \frac{s}{a} = \frac{2.95\times10^{-3}}{0.1}$
ইস্পাতের আকার গুণাঙ্ক, $\eta_s = \frac{F}{A\tan\theta} = \frac{2.48\times10^7}{(0.1)^2\times\frac{2.95\times10^{-3}}{0.1}}$
$= 8.41 \times 10^{10}$ Nm^{-2}
দেওয়া আছে,
অ্যালুমিনিয়ামের আকার গুণাঙ্ক, $\eta_{Al} = 2.6 \times 10^{10}$ Nm^{-2}
∵ $\eta_s > \eta_{Al}$; সুতরাং, ইস্পাতের তৈরি ঘনকের দৃঢ়তা বেশি।

নিজে করো

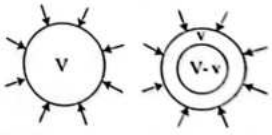
02. $1m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এবং 8mm পুরুত্বের স্টিল প্লেটের নিচের পৃষ্ঠ দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে উপরের পৃষ্ঠে বল প্রয়োগ করে ব্যবর্তন তৈরি করা হল। স্টিলের ব্যবর্তন গুণাঙ্ক 8×10^{10}Nm^{-2}। [BB'17]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত প্লেটের ব্যবর্তন বিকৃতি 0.3 হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [Ans: 2.4×10^{10}N]

T-04: আয়তন গুণাঙ্ক

Concept

কঠিন, তরল বা গ্যাস সবারই আয়তন থাকায় আয়তন গুণাঙ্ক পদার্থের একটি সাধারণ বৈশিষ্ট্য। V আয়তনের কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর আয়তন v পরিমাণ পরিবর্তিত হয়। তাহলে, আয়তন বিকৃতি $= \frac{v}{V}$



আয়তন বিকৃতি ঘটাতে যদি কোনো বস্তুর A ক্ষেত্রফলের উপর F বল লম্বভাবে প্রয়োগ করতে হয় তাহলে,
আয়তন পীড়ন $= \frac{F}{A}$ এবং আয়তন গুণাঙ্ক, $B = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$ ∴ $B = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{v}{V}} = \frac{PV}{v}$ $\left[\because \text{চাপ}, P = \frac{F}{A}\right]$
এখানে, P = প্রযুক্ত চাপ, V= আদি আয়তন, v = আয়তন পরিবর্তন, V ± v = পরিবর্তিত আয়তন, B = আয়তন গুণাঙ্ক।
সংনম্যতা হচ্ছে আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি। অর্থাৎ, সংনম্যতা, $K = \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}} = \frac{1}{B}$

Note: আয়তন গুণাঙ্ককে কখনও কখনও অসংনম্যতা বলা হয়।
[লক্ষণীয়: কোনো কোনো বইয়ে আয়তন গুণাঙ্ককে K দ্বারা এবং সংনম্যতাকে C দ্বারা প্রকাশ করা হয়েছে।]

CamScanner

T-05: পয়সনের অনুপাত

Concept

- পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

  বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কোনো তারের দৈর্ঘ্য L ও ব্যাস D হলে এবং বাহ্যিক বলের প্রভাবে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l হলে ও ব্যাস d পরিমাণ কমে গেলে, দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$ এবং পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{d}{D}$ $\therefore$ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = \frac{Ld}{lD}$
- পয়সনের অনুপাতের কোনো মাত্রা ও একক নেই।
- তাত্ত্বিকভাবে, পয়সনের অনুপাতের মান -1 এর চেয়ে কম এবং $+\frac{1}{2}$ এর চেয়ে বেশি হতে পারে না। অর্থাৎ, $-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি পরীক্ষণে 1 cm এবং 3 cm ব্যাসার্ধের ভিন্ন উপাদানের দুটি তার একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো হলো। তার দুটির দৈর্ঘ্য অভিন্ন। তার দুটিতে একই ভর ঝুলানোতে দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির অর্ধেক হলো। প্রথম তারটির পয়সনের অনুপাত 0.3। [DB'24]

(গ) প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য 10% বাড়ালে এর ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.3$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\frac{\Delta l}{L} = 10\%$, ব্যাসার্ধ হ্রাস, $\frac{\Delta r}{r} = ?$

আমরা জানি, $\sigma = \frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta l}{L}} \Rightarrow \frac{\Delta r}{r} = \sigma \times \frac{\Delta L}{L} = 0.3 \times 10\% = 3\%$

02. P, Q ও R তারের বিভিন্ন রাশির মান নিম্নরূপ: [Ctg.B'24]

তার	আদি দৈর্ঘ্য L	ব্যাস D	দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l	ব্যাস হ্রাস d	প্রযুক্ত বল F
	(m)	($\times 10^{-3}$m)	($\times 10^{-3}$m)	($\times 10^{-6}$m)	(N)
P	1	2	0.14	0.0418	10
Q	1	2	0.18	0.0593	12
R	1	2	0.22	0.0912	13

(গ) 'R' তারটির পয়সনের অনুপাত কত? ৩

(গ) **উত্তর:** R তারের ক্ষেত্রে,

দেওয়া আছে,

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1$ m

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 0.22 \times 10^{-3}$ m

ব্যাস, $D = 2 \times 10^{-3}$ m

ব্যাস হ্রাস, $d = 0.0912 \times 10^{-6}$ m

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = ?$

আমরা জানি, $\sigma = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = \frac{\frac{0.0912\times10^{-6}}{2\times10^{-3}}}{\frac{0.22\times10^{-3}}{1}} = 0.2073$ (Ans.)

03. একটি তারের আদি দৈর্ঘ্য 826 cm এবং তারের ব্যাস 4 mm, তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}$ N/m^2. তারটির দৈর্ঘ্য 2mm বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় ভর যুক্ত করা হলো। [BB'24]

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করাতে ব্যাস 0.02 mm হ্রাস পাওয়া সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, তারটির,

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 826$ cm $= 826 \times 10^{-2}$ m

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 2$mm $= 2 \times 10^{-3}$ m

ব্যাস, $D = 4$mm $= 4 \times 10^{-3}$m

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = ?$

আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত,

$\sigma = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = \frac{\frac{2\times10^{-5}}{4\times10^{-3}}}{\frac{2\times10^{-3}}{826\times10^{-2}}} = 20.65$

আমরা জানি, কোনো বস্তুর পয়সনের অনুপাতের সীমা

$-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$

যেহেতু কোনো বস্তুর পয়সনের অনুপাত 20.65 হতে পারে না; সেহেতু তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করাতে ব্যাস 0.02 mm হ্রাস পাওয়া সম্ভব নয়।

04. 3 m লম্বা ও 4×10^{-6} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো ধাতব তারের একপ্রান্তে 10 kg ভার ঝুলালে এটির দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি পায়। বিভিন্ন ধাতুর পয়সনের অনুপাত দেখানো হলো। [JB'24]

ধাতু	পয়সনের অনুপাত
লোহা	0.22
অ্যালুমিনিয়াম	0.33
সীসা	0.44

(ঘ) তারটি কোন পদার্থে তৈরি? মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = 3m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 3 \times 1\% = \frac{3}{100} = 0.03$ m

তারটির প্রাথমিক ক্ষেত্রফল, $A = 4 \times 10^{-6}$ m^2

তারটির প্রাথমিক ব্যাস, d হলে, আমরা জানি,

ক্ষেত্রফল, $A = \frac{1}{4}\pi d^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4\times4\times10^{-6}}{3.1416}}$

$\Rightarrow d = 2.26 \times 10^{-3}$m

তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে ব্যাস হ্রাস পাবে কিন্তু আয়তন অপরিবর্তিত থাকবে।

অর্থাৎ, $V = V' \Rightarrow A \times L = A' \times L'$

$\Rightarrow \frac{1}{4}\pi D^2 \times L = \frac{1}{4}\pi D'^2 \times L' \Rightarrow D^2 \times L = D'^2 \times L'$

$\Rightarrow D' = \sqrt{\frac{L}{L'} \times D^2} = \sqrt{\frac{3}{3+0.03} \times (2.26 \times 10^{-3})^2}$

$\Rightarrow D' = 2.25 \times 10^{-3}$

$\therefore$ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = \frac{\frac{D-D'}{D}}{\frac{l}{L}}$

$= \frac{\frac{(2.26-2.25)\times10^{-3}}{2.26\times10^{-3}}}{\frac{0.03}{3}} = 0.44$

যেহেতু পয়সনের অনুপাত 0.44; সুতরাং তারটি সীসার তৈরি।

05. P, Q এবং R তিনটি তারে 8×10^{12} Nm^{-2} মানের পীড়ন প্রয়োগ করা হল। এর ফলে তারগুলোর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% ও 1% হলো। P তারের পার্শ্ব বিকৃতি 0.02। **[SB'24]**

(গ) P তারের পয়সন অনুপাত নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, P তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি = 5% = 0.05

তারের পার্শ্ব বিকৃতি = 0.02

পয়সনের অনুপাত, σ =?

আমরা জানি, পয়সনের অনুপাত,

$\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4$ **(Ans.)**

06. A ও B দুটি তার। A তারের দৈর্ঘ্য l_1 ও ব্যাসার্ধ r_1; অন্যদিকে B তারের দৈর্ঘ্য l_2 ও ব্যাসার্ধ r_2। উভয় তারে 7 kg ভর উল্লম্বভাবে নিচে চাপানো হলে A তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় 1mm। B তারেরও দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। **[DB'23]**

(ঘ) B তারের আয়তন অপরিবর্তিত থাকলে ইহার পয়সনের অনুপাতের মান বের করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** $V = \pi r^2 l \Rightarrow dV = 2r\,dr \times \pi l + \pi r^2\,dl$

$\Rightarrow dV = \pi r^2 l\left(2\frac{dr}{r} + \frac{dl}{l}\right)$

$\Rightarrow \frac{dV}{\pi r^2 l} = \frac{dl}{l} + 2 \times \frac{dr}{r} = \frac{dl}{l}\left\{1 - 2\left(-\frac{\frac{dr}{r}}{\frac{dl}{l}}\right)\right\}$

$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{dl}{l}(1 - 2\sigma)$

আয়তন -পরিবর্তিত না হলে, $dV = 0 \therefore 0 = \frac{dl}{l}(1 - 2\sigma)$

$\Rightarrow \sigma = \frac{1}{2} \therefore$ পয়সনের অনুপাতের মান বের করা সম্ভব।

07. নিচের ছকে দুটি তার A ও B এর বিভিন্ন রাশির মান প্রদান করা হলো: **[RB, SB, Din.B, MB'23]**

তার	দৈর্ঘ্য, L (m)	ব্যাস, D (mm)	প্রযুক্ত বল, F (N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ, l (mm)	পয়সনের অনুপাত, σ
A	1.60	1.0	5.0	14	0.57
B	1.50	1.2	6.0	16	–

(গ) বল প্রয়োগে A তারের ব্যাস কত হ্রাস পাবে? নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** এখানে, $\sigma = 0.57$; ব্যাস, D = 1 mm

A এর দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{l}{L} = \frac{14\times10^{-3}}{1.6} = 8.75 \times 10^{-3}$

ব্যাসের পরিবর্তন = Δd হলে, $\sigma = \frac{\frac{\Delta d}{D}}{\frac{l}{L}}$

$0.57 = \frac{\frac{\Delta d}{D}}{8.75\times10^{-3}} = 4.9875 \times 10^{-6}$ m **(Ans.)**

08. A ও B দুইটি ধাতব তার। তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2 m ও 2.05 m এবং তাদের ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm। তার দুইটিতে সমান ভরের বস্তু ঝুলালে A তারের প্রসারণ B তারের প্রসারণ অপেক্ষা দ্বিগুণ হয়। A তারের পয়সনের অনুপাত 0.4। **[DB'22]**

(গ) A তারের দৈর্ঘ্য 25% বৃদ্ধি করলে ক্ষেত্রফল কতটুকু হ্রাস পাবে? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, A তারের ব্যাসার্ধ, $r = \frac{2}{2}$mm $= 1$ mm

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = $\frac{\Delta L}{L} = 25\% = 0.25$

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.4$

ব্যাসার্ধের পরিবর্তন, Δr =?

আমরা জানি, $\sigma = \frac{-L}{r} \times \frac{\Delta r}{\Delta L} \Rightarrow \Delta r = -\sigma r \times \frac{\Delta L}{L}$

$= -0.4 \times 1 \times 0.25 = -0.1$ mm

ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে, ব্যাসার্ধ হ্রাস পেয়েছে।

আদি ক্ষেত্রফল, $A_1 = \pi r^2 = \pi \times 1^2 = \pi$ mm^2

পরিবর্তিত ক্ষেত্রফল, $A_2 = \pi r^2 = \pi \times (1 - 0.1)^2$

$= 0.81\pi$ mm^2

$\therefore$ ক্ষেত্রফল হ্রাস = $A_1 - A_2 = 0.19\,\pi$ mm^2

$= 0.597$ mm^2 **(Ans.)**

09. একটি ধাতব তারে 10 kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়। **[CB'22]**

ধাতু	ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y)
Al	7×10^{10} Nm^{-2}
Fe	11.5×10^{10} Nm^{-2}
Cu	13×10^{10} Nm^{-2}

(গ) উক্ত ধাতব তারের পয়সনের অনুপাত কত? ৩

CamScanner

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি,

পয়সনের অনুপাত $= -\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

এখন, তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = L_0$

পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L' = 2L_0$

দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, $\Delta L = L' - L = 2L_0 - L_0 = L_0$

তারের আদি ব্যাস, $D = D_0$

পরিবর্তিত ব্যাস, $D' = \frac{3}{4}D_0$

তারের ব্যাসের পরিবর্তন,

$\Delta D = D' - D = \frac{3}{4}D_0 - D_0 = -\frac{D_0}{4}$

এখন, পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\frac{D_0}{4}}{\frac{D_0}{L_0}}$

$= \frac{1}{4} = 0.25$ (Ans.)

10. ইতি তার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে 100 cm লম্বা ও $4mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের নিচ প্রান্তে ভার ঝুলিয়ে এর দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তনের পাঠ নিল এবং তার বান্ধবী বিথীকে বলল যে তার পরীক্ষায় দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তন যথাক্রমে 5% ও 6% পাওয়া গেছে। এটা শুনে বিথী বলল, হতে পারে না। তোমার উপাত্ত সংগ্রহে ভুল হয়েছে।

[তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$] **[RB'17]**

(ঘ) বিথীর উক্তির যথার্থতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** পার্শ্ব বিকৃতি, $\frac{\Delta d}{d} = \pm 6\% = \frac{6}{100} = \pm 0.06$

দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{\Delta l}{l} = 5\% = \frac{5}{10} = 0.05$

$\therefore$ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\pm\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} = \pm\frac{0.06}{0.05} = \pm 1.2$

কিন্তু, আমরা জানি, $-1 < \sigma \leq 0.5$

সুতরাং, ইতির উপাত্ত সংগ্রহে ভুল আছে। বিথীর উক্তি যথার্থ।

নিজে করো

11. X এবং Y তারের বিভিন্ন রাশির মান নিম্নের ছকে দেয়া হলো: **[CB'24]**

তার	দৈর্ঘ্য L(m)	ব্যাসার্ধ r(mm)	বল F(N)	দৈর্ঘ্য প্রসারণ l(mm)	ব্যাস হ্রাস d(mm)
X	0.80	0.5	5	7	0.005
Y	0.75	0.6	6	8	0.01

(গ) X তারের পয়সনের অনুপাত নির্ণয় করো।

[Ans: 0.5714]

12. P ও Q দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান কিন্তু ব্যাস যথাক্রমে 4mm ও 8mm। তার দুটিকে সমান বলে টানার ফলে P তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি Q তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির তিনগুণ হয়। Q তারের পয়সনের অনুপাত 0.45। **[Din.B'24]**

(গ) Q তারের দৈর্ঘ্য 5% হ্রাস করা হলে এর ব্যাসার্ধ কতটুকু বৃদ্ধি পাবে? **[Ans: 0.09 mm]**

13. একটি পিতলের তার A যার অসহ ভার 9.23×10^4 N। এই তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5% হ্রাস পায়। অপর একটি পিতলের তার B যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2 এবং দৈর্ঘ্য 0.3 m। B তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের বস্তু বেঁধে সর্বোচ্চ 4 $rads^{-1}$ কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরানো সম্ভব হয়। **[BB'22]**

(গ) A তারের পয়সনের অনুপাত কত? নির্ণয় কর। **[Ans: 0.5]**

14. রাফি পরীক্ষাগারে একটি তার ইস্পাতের তৈরি কিনা যাচাই করছিল। এজন্য সে 2m দীর্ঘ এবং 1.12 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি তার নিল। তারটিতে 25 J বিভবশক্তি প্রয়োগ করায় তারটির দৈর্ঘ্য 3 cm বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5×10^{-3}mm হ্রাস পায়। বিশুদ্ধ ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$। **[Ctg.B'19]**

(গ) উদ্দীপকের তারটির পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর।

[Ans: 0.2976 ≈ 0.3]

০৭

T-06: অসহ পীড়ন

Concept

- ন্যূনতম যে নির্দিষ্ট ভারের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যায় তাকে অসহ ভার বা অসহ ওজন বলে। আর কোনো একটি বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রযুক্ত অসহ ভারকে অসহ পীড়ন বলে।
- অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ ওজন}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ mm^2$ এবং অসহপীড়ন $4.76 \times 10^7\ Nm^{-2}$। তারটির এক প্রান্তে 2 kg ভর ঝুলালে তারের দৈর্ঘ্য 2×10^{-4} m বৃদ্ধি পায়। এই ভরসহ তারটিকে এর আদি দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার $4\ rads^{-1}$ বেগে ঘুরাতে গেলে তারটি ছিঁড়ে যায়। [Ctg.B'22]

(ঘ) তারটি কেন ছিঁড়ে গেলো তা উদ্দীপক অনুসারে গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি, অসহ বল,

F = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল × অসহপীড়ন

$= (1 \times 10^{-6} \times 4.76 \times 10^7) = 4.76 \times 10\ \ N = 47.6\ N$

সর্বোচ্চ সহনীয় কৌণিক বেগ ω হলে, $m\omega^2 r = 47.6$

$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{47.6}{2\times2}}$ [$\because r = L$]

$\therefore \omega = 3.45\ rads^{-1}$

$\therefore$ অসহ বল 47.6N এর জন্য সর্বোচ্চ $3.45\ rads^{-1}$ কৌণিক বেগে ঘুরানো সম্ভব। কিন্তু উদ্দীপকে $4\ rads^{-1}$ বেগে ঘুরানোতে তার ছিঁড়ে গেছে।

02. আজহার 0.3 m লম্বা এবং $10^{-6}\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন $4.8 \times 10^7\ Nm^{-2}$। [MB'22]

(গ) তারটির অসহ বল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তারটি সর্বনিম্ন কত বেগে ঘুরালে ছিঁড়ে যাবে? ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** অসহ পীড়ন $= 4.8 \times 10^7\ Nm^{-2}$

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= 10^{-6}\ m^2$

আমরা জানি, অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ বল}}{\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল}}$

$\Rightarrow$ অসহ বল = অসহ পীড়ন × প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

$= 4.8 \times 10^7 \times 10^{-6} = 48\ N$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে প্রাপ্ত, তারটির অসহ বল 48 N। তারটির কেন্দ্রমুখী বল অসহ বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলেই তারটি ছিঁড়ে যাবে।

ধরি, v বেগে ঘুরালে তারটি ছিঁড়ে যাবে।

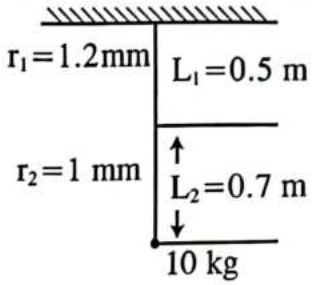
বস্তুর ভর, m = 10 kg

তারের দৈর্ঘ্য, r = 0.3 m

এখন, $\frac{mv^2}{r} \geq 48 \Rightarrow v \geq \sqrt{\frac{48\times0.3}{10}} \geq 1.2\ ms^{-1}$

$\therefore$ তারটি সর্বনিম্ন $1.2 ms^{-1}$ বেগে ঘুরালে ছিঁড়ে যাবে।

03. চিত্রে 10 kg ভর ঝুলানোতে মোট 5 cm প্রসারণ হয়। ১ম তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক ২য় তারের ইয়ং এর গুণাঙ্কের 1.2 গুণ। ঝুলানো বস্তুর ব্যাস 10 cm। ব্যবস্থাটি সর্বোচ্চ 45° কৌণিক বিস্তারে দুলতে পারে। [নটর ডেম কলেজ]

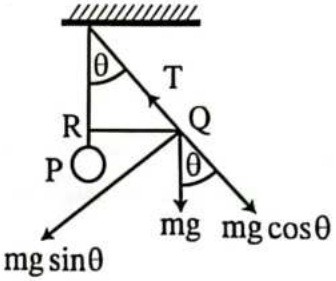


(ঘ) দ্বিতীয় তারটির অসহ পীড়ন নির্ণয় করা সম্ভব হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** θ কোণে অবস্থান করার সময় টান T হলে এবং কেন্দ্রমুখী বল $\frac{mv^2}{r}$ হলে

$\Rightarrow T - mg\cos\theta = \frac{mv^2}{r}$

$\Rightarrow T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta \ldots\ldots\ldots (i)$



সাম্যাবস্থায় সুতার টান, $T_{max} = \frac{mv^2}{r} + mg \ldots\ldots\ldots (ii)$

এখানে, সিস্টেমের দৈর্ঘ্য, $L = 0.7 + 0.5 + 0.05 + \frac{0.1}{2}$

$= 1.3m$ = বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ (r)

Q অবস্থানে গেলে, $PR = L(1 - \cos\theta)$

P বিন্দুতে বেগ v হলে, $v^2 = 0^2 + 2g \times PR$

$\Rightarrow v^2 = 2gL(1 - \cos 45°) = 2gL\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$

(ii) নং এ $T_{max} = mg + \frac{mv^2}{r}$

$= mg + \frac{m\times2gL\left(1-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)}{L}$ [$\because r = L$]

$= 10 \times 9.8 + 10 \times 2 \times 9.8 \times \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 155.40\ N$

$\therefore$ B তারের অসহপীড়ন $= \frac{T_{max}}{A_2} = \frac{155.4}{\pi\times(10^{-3})^2}$

$= 4.95 \times 10^7 Nm^{-2}$

CamScanner

৭১ প্রকৌশলী অর্নব 5000 kg ভরের একটি বস্তুকে $2.2\ ms^{-2}$ সমত্বরণে 100 m উচ্চতায় উত্তোলনের জন্য একটি ক্রেন ব্যবহার করবে বলে ঠিক করল। ক্রেনের তারটির অসহ পীড়ন $1.2 \times 10^7\ Nm^{-2}$ এবং ব্যাসার্ধ 4 cm।

[মাইলস্টোন কলেজ]

(ঘ) বস্তুটিকে উপরে উঠানো ও নামানোর ক্ষেত্রে ক্রেনের তারটি উপযোগী হবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ক্রেনের তারের অসহ পীড়ন, $1.2 \times 10^7\ Nm^{-2}$

ব্যাসার্ধ, $r = 4\ cm$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2 = \pi \times (0.04)^2\ m^2$

$\therefore$ অসহ বল, $F = 1.2 \times 10^7 \times \pi \times (0.04)^2$

$= 6.032 \times 10^4\ N$

বস্তুর ভর, $m = 5000\ kg$

$2.2\ ms^{-1}$ ত্বরণে উঠার সময়, $F_1 = m(g + a) = 5000 \times (9.8 + 2.2) = 6 \times 10^4\ N$

$2.2\ ms^{-1}$ ত্বরণে নামার সময়,

$F_2 = m(g - a) = 5000(9.8 - 2.2) = 3.8 \times 10^4\ N$

যেহেতু $F > F_1$ ও $F > F_2$; সেহেতু উভয় ক্ষেত্রেই ক্রেনের তারটি উপযোগী।

T-07: কৃতকাজ ও সঞ্চিত শক্তি

Concept

- তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য কৃতকাজ:

  $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2}Fl$

  এই কাজই তারে সঞ্চিত বিভবশক্তি।
- একক আয়তনে বিভবশক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

০১ 3 m লম্বা ও $4 \times 10^{-6}\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো ধাতব তারের একপ্রান্তে 10 kg ভার ঝুলালে এটির দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি পায়। বিভিন্ন ধাতুর পয়সনের অনুপাত দেখানো হলো। [JB'24]

ধাতু	পয়সনের অনুপাত
লোহা	0.22
অ্যালুমিনিয়াম	0.33
সীসা	0.44

(গ) তারটির দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধিতে কৃতকাজ কত? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ঝুলানো ভর, $m = 10\ kg$

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 3m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 1\% \times 3 = \frac{3}{100} = 0.03\ m$

আমরা জানি, কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times mg \times l$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 9.8 \times 0.03 = 1.47\ J$

০২ A ও B দুটি তারের দৈর্ঘ্য সমান। A তারের ব্যাস 3 mm এবং এর ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y_A = 2 \times 10^9\ Nm^{-2}$। B তারের ব্যাস 2 mm। তার দুটিতে পৃথক পৃথক সময়ে প্রতিটিতে 40 kg ভর ঝুলালে প্রথম তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি দ্বিতীয়টির তিনগুণ হয়। [MB'24]

(গ) প্রথম তারের দৈর্ঘ্য 30% বৃদ্ধি করলে একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ঝুলানো ভর, $m = 40\ kg$

দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 30\% = 0.3$

A তারের ব্যাস, $d_A = 3mm = 3 \times 10^{-3}m$

$\therefore$ A তারের ক্ষেত্রফল, $A_A = \frac{1}{4}\pi d_A^2$

$= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (3 \times 10^{-3})^2 = 7.0686 \times 10^{-6}\ m^2$

প্রযুক্ত বল, $F = mg = 40 \times 9.8 = 392\ N$

পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{392}{7.0686 \times 10^{-6}} = 5.55 \times 10^7\ Nm^{-2}$

আমরা জানি, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি

$= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L} = \frac{1}{2} \times 5.55 \times 10^7 \times 0.3$

$= 8.325 \times 10^6\ J$ (Ans.)

০৩ A ও B দুটি তার। A তারের দৈর্ঘ্য l_1 ও ব্যাসার্ধ r_1; অন্যদিকে B তারের দৈর্ঘ্য l_2 ও ব্যাসার্ধ r_2। উভয় তারে 7 kg ভর উল্লম্বভাবে নিচে চাপানো হলে A তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় 1mm। B তারেরও দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। [DB'23]

(গ) A তারে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, W = কৃতকাজ; F = প্রদত্ত বল = mg

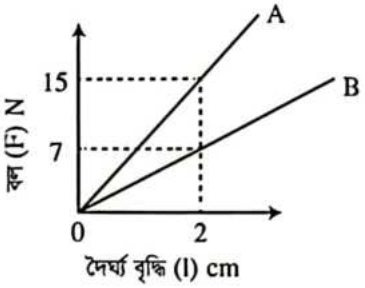
l = দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $= 1\text{ mm} = 10^{-3}\text{ m}$

আমরা জানি,

$W = \frac{1}{2} \times F \times l = \frac{1}{2}mgl$

$= \frac{1}{2} \times 7 \times 9.8 \times 10^{-3} = 0.0343\text{ J}$ **(Ans.)**

04. চিত্রে 1.5 m আদি দৈর্ঘ্যের A ও B দুইটি একই উপাদানের তার। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুইটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির লেখচিত্র উপরে প্রদর্শিত হয়েছে। $Y_A = 2 \times 10^{11}\text{ Nm}^{-2}$. **[Ctg.B'23]**



(ঘ) 10 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণে উভয় তারে কৃতকাজ সমান হবে কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $Y_B = 2 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$, কেননা A ও B তারের উপাদান একই

$F' = 7\text{N}$

$l' = 2\text{ cm} = 0.02\text{ m}$

$L = 1.5\text{ m}$

B তারের ব্যাসার্ধ r_B হলে,

$Y_B = \frac{F'L}{\pi r_B^2 l}$

$\Rightarrow r_B^2 = \frac{F'L}{\pi Y_A l} = \frac{7 \times 1.5}{\pi \times 2 \times 10^{11} \times 0.02}$

$\Rightarrow r_B = 2.891 \times 10^{-5}\text{ m}$

উভয়ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $l = 10\text{ cm}$ হলে,

$\frac{W_A}{W_B} = \frac{\frac{1}{2} \times F_A l}{\frac{1}{2} \times F_B l} = \frac{1}{2}\frac{Y_A l.l}{L} = \frac{1}{2}\frac{Y_B l.l}{L} = \frac{Y_A \pi r_A^2}{Y_A \pi r_B^2} = 1.464$

∴ কৃতকাজ সমান হবে না।

05. একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে 200 cm দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন উপাদানের তার A ও B ঝুলিয়ে তারদ্বয়ের নিচে 10 kg করে ভর ঝুলানো হলো। ফলে A তারটির দৈর্ঘ্য 7% ও B তারটির দৈর্ঘ্য 8% বৃদ্ধি পেল। [$g = 9.8\text{ ms}^{-2}$]। **[JB'23, Din.B'22, DB'19]**

(গ) B তারটির একক আয়তনের বিভব শক্তি কত? ৩

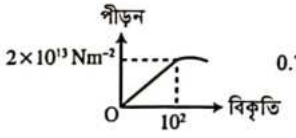
(গ) **উত্তর:** B তারটির ক্ষেত্রে, পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{10 \times 9.8}{1 \times 10^{-6}}\text{ Nm}^{-2}$

$= 9.8 \times 10^7\text{ Nm}^{-2}$, বিকৃতি $= \frac{l}{L} = 0.08$।

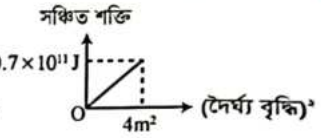
∴ একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

$= \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^7 \times 0.08 = 3.92 \times 10^6$। **(Ans.)**

06. 2m দৈর্ঘ্যের ও 0.8 mm প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন ভিন্ন তার নেওয়া হলো। তার দুটির প্রথমটির ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্র [চিত্র-১] এবং দ্বিতীয়টির ক্ষেত্রে মোট সঞ্চিত শক্তি বনাম (দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি)^2- এর লেখচিত্র [চিত্র-২] নিচে প্রকাশ করা হয়েছে- **[Din.B'19]**



চিত্র-১



চিত্র-২

(গ) স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ১ম তারে চিত্র-১ অনুসারে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** ১ম তারে একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,

$W_V = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{13} \times 10^2\right)\text{J} = 10^{15}\text{J}$

∴ ১ম তারে সঞ্চিত মোট শক্তি,

$W = W_V \times V$

$= W_V \times \pi r^2 \times L$

$= 10^{15} \times 3.1416 \times \left(\frac{0.8 \times 10^{-3}}{2}\right)^2 \times 2$

$= 1005312000\text{ J}$ **(Ans.)**

07. একটি তারের দৈর্ঘ্য 2 m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 2 mm^2 তারটিকে 2 mm এবং 4 mm প্রসারিত করতে কৃতকাজের পরিমাণ যথাক্রমে 0.4 J এবং 1.6J। কিন্তু 120 kg ভর বুঝালে 7 mm প্রসারিত হয়। অভিকর্ষজ ত্বরণ 10 ms^{-2} এবং তারটির উপাদানের অসহপীড়ন $11 \times 10^8\text{ Nm}^{-2}$

[ঢাকা ইমপিরিয়াল কলেজ]

(গ) তারটির উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) তৃতীয় ক্ষেত্রে প্রসারণ প্রথমোক্ত প্রসারণদ্বয়ের সঙ্গে অসঙ্গতিপূর্ণ কেন? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, ক্ষেত্রফল,

$A = 2\ mm^2 = 2 \times 10^{-6}\ m^2$

দৈর্ঘ্য, $L = 2\ m$

2 mm প্রসারিত করতে কৃতকাজ, $W_1 = 0.4\ J$

$= W_1 = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} \Rightarrow 0.4 = \frac{1}{2} \times \frac{Y \times 2 \times 10^{-6} \times (2 \times 10^{-3})^2}{2}$

$\Rightarrow Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

4 mm প্রসারিত করতে কৃতকাজ, $W_2 = 1.6\ J$

$\therefore W_2 = \frac{YAl^2}{2L} \Rightarrow 1.6 = \frac{Y \times 2 \times 10^{-6} \times (4 \times 10^{-3})^2}{2 \times 2}$

$\therefore Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

$\therefore$ ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: তৃতীয় ক্ষেত্রে বিকৃতি, $\frac{l}{L} = \frac{7 \times 10^{-3}}{2} = 3.5 \times 10^{-3}$

পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{120 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}} = 5.8 \times 10^8\ Nm^{-2}$

$\therefore Y' = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{5.88 \times 10^8}{3.5 \times 10^{-3}}$

$= 1.68 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

কিন্তু 'গ' হতে পাই, $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

অর্থাৎ, ১ম ও ২য় ক্ষেত্রের সাথে ৩য় ক্ষেত্রে তারের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক অসামঞ্জস্যপূর্ণ। এর কারণ হলো 7 mm প্রসারিত হওয়ায় তারটির স্থিতিস্থাপক সীমা পার হয়ে যায় এবং পীড়ন বিকৃতি লেখচিত্রে অসামঞ্জস্যতা দেখা দেয়।

নিজে করো

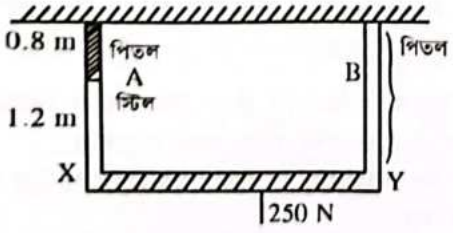
08. 2 m দৈর্ঘ্যের দুটি তারের ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 3 mm। তার দুটির প্রত্যেকটিতে 7×10^3 N বল প্রয়োগ করা হলে এদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 5% ও 2% বৃদ্ধি পেল। **[JB'23]**

(গ) উদ্দীপকের প্রথম তারটির একক আয়তনে সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক শক্তি বের কর। **[Ans: $55.70 \times 10^6\ Jm^{-3}$]**

09. একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ mm^2$ এবং অপর একটি কার্বন মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2.25 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $0.90\ mm^2$। তার দুটির প্রত্যেকটিতে 20 N বল প্রয়োগ করলে যথাক্রমে 0.2 mm ও 0.19 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। **[Din.B'22]**

(গ) অ্যালুমিনিয়ামের তারের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। **[Ans: 1000 J]**

10. একটি 250N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2.5 \times 10^{-7} m^2$, B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 2.5×10^{-4}, A তারের 0.8m পিতলের, বাকী 1.2m স্টিলের। **[JB'17]**



স্টিলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11} Pa$

পিতলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $= 1 \times 10^{11} Pa$

(গ) B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

[Ans: 3125 J]

11. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m এবং ব্যাস 1 mm। তারটির উপর 10 N বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। **[SB'22]**

(ঘ) তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা কিরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

[Ans: মোট কৃতকাজ ও একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির অনুপাত তারের আয়তনের সমান।**]**

12. দীপ গবেষণাগারে 6 m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের এবং আরেকটি সীসার তারের শেষ প্রান্তে পর্যায়ক্রমে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দেওয়ার পর উভয় তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ পেল যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m $[Y_s = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}]$

[Din.B'22, SB'19, DB, SB, JB, Din.B'18]

(গ) প্রসারিত অবস্থায় ইস্পাত তারটির মধ্যে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি নির্ণয় কর। **[Ans: 3.1855 J]**

CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	পীড়ন ও বিকৃতি	22	12	25	DB'24, 23, 22, 18, 17; RB'24, 23, 22, 19; Din.B'24, 23, 22, 19; SB'24, 19, 18, 17; BB'23, 22, 19; CB'22, 19, 17; MB'23, 22; JB'22, 18, 17; Ctg.B'18, 17;	DB'24, 23, 22, 19; RB'24, 23; Din.B'24, Ctg.B'24, 23; BB'24, 22; CB'24, 23, 19; 23, 19; JB'22, 17; MB'22; SB'23;
✪✪✪	T-02	ইয়ং গুণাঙ্ক	3	10	23	DB'24; RB'24, 23; SB'24, 23, 22; Ctg.B'23; JB'23; CB'22; Din.B'23; MB'22;	RB'24, 23; Din.B'24, 22, 19, 18, 17; JB'24, 23, 178; DB'23, 18; SB'24, 22, 17; CB'24, 23, 22, 19; Ctg.B'22, 19, 17; BB'23;
✪	T-03	কাঠিন্যের গুণাঙ্ক	1	-	4	CB'19	DB, Ctg.B, JB, SB'18.
✪✪	T-04	আয়তন গুণাঙ্ক	3	5	-	Ctg.B'24, 22; JB'23; RB'22; BB'22; MB'22; DB'19; CB'19.	MB'23; Ctg.B'22; JB'22; BB'19; DB'17
✪✪	T-05	পয়সনের অনুপাত	3	3	-	CB'24; Ctg.B'23, 22; Din.B'22, 19;	RB'23, 22, 17; Ctg.B'23; JB'23; Din.B'23, 22, 19; MB'23, 22; DB'22; BB'19; CB'19, 17
✪✪	T-06	অসহ পীড়ন	4	2	-	MB'24; RB'22; Din.B,CB'23;	DB, BB'22
✪	T-07	কৃতকাজ ও সঞ্চিত শক্তি	-	1	3	CB'17	RB'24; BB'22; Ctg.B'17

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. ইয়ং এর গুণাঙ্ক কাকে বলে? [BB'24]

উত্তর: কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর পীড়ন প্রযুক্ত হলে, তার দৈর্ঘ্য বিকৃতি ঘটে। এই দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে।

02. হুকের সূত্রটি লেখ। [Ctg.B'23]

উত্তর: "স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক" -এটিই হুকের সূত্র।

03. আন্তঃআণবিক বল কাকে বলে? [BB'23]

উত্তর: যে বলের প্রভাবে একটি পদার্থের বিভিন্ন অণুগুলো একসাথে থেকে ঐ পদার্থ গঠন করে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে।

04. স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কী? [JB'24, 23]

উত্তর: কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাতকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

05. স্থিতিস্থাপক সীমা বলতে কী বুঝ? [RB'24, 23; DB'23, 22, Din.B'22; BB'19; SB'17; CB'17]

উত্তর: প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে অর্থাৎ বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর বিকৃতি ঘটিয়ে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাস্থা ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

06. পয়সনের অনুপাত কী? [Ctg.B'23, 22; Din.B'19]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

07. অসহ পীড়ন কী? [MB'24; Din.B, CB'23, RB'22]

উত্তর: প্রতি একক ক্ষেত্রফলে সর্বাপেক্ষা কম যে বল প্রযুক্ত হলে কোনো বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায় তাকে অসহ পীড়ন বলে।

08. পীড়ন কাকে বলে? [DB'24, 17; MB'23]

উত্তর: কোনো বস্তুকে বিকৃত করার চেষ্টা করা হলে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে যে বাধাদানকারী বলের উদ্ভব হয় তাকে পীড়ন বলে।

CamScanner

09. সংনম্যতা কী? [BB'22; DB'19; CB'19]
উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

10. স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে? [Din.B'24, 19; JB'22; MB'22; Ctg.B'17; JB'17]
উত্তর: কোনো তারের উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় এবং বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তুটি আগের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয়, একেই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।

11. স্থিতিস্থাপকতা কী? [SB'24; CB'22]
উত্তর: বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য, আকার বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটানো হলে বল অপসারণ করা মাত্রই বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে আসার ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

12. বিকৃতি কী? [RB'19]
উত্তর: বল প্রয়োগে বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন ঘটে তাকে বিকৃতি বলে।

13. কৃন্তন বিকৃতি কী? [CB'19]
উত্তর: একক দূরত্বে অবস্থিত দুই তলের মধ্যবর্তী আপেক্ষিক সরণকে কৃন্তন বিকৃতি বলে।

14. দৃঢ়তার গুণাঙ্ক কী? [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ব্যবর্তন পীড়ন ও ব্যবর্তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের দৃঢ়তার গুণাঙ্ক বলে।

15. স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি কাকে বলে? [ঢাকা কলেজ]
স্থিতিস্থাপক বলের বিরুদ্ধে কাজ করে বস্তুর বিকৃতি ঘটানো হলে বস্তুটি কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি বলে।

16. দৃঢ়তার গুণাঙ্কের মাত্রা লিখ। [নটর ডেম কলেজ]
উত্তর: দৃঢ়তার গুণাঙ্কের মাত্রা, $[\theta] = [ML^{-1}T^{-2}]$

17. প্রত্যয়নী বল কী? [ঢাকা সিটি কলেজ]
উত্তর: বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মাত্রা বিকৃতি ঘটানোর চেষ্টা করলে বস্তুর অভ্যন্তরে বিকৃতির বিরুদ্ধে যে বলের উদ্ভব হয় তাকে, প্রত্যয়নী বল বলে।

18. অসহ ভর কাকে বলে? [হলি ক্রস কলেজ]
উত্তর: কোনো একটি নির্দিষ্ট বিকৃতি ঘটানোর উদ্দেশ্যে ন্যূনতম যে পরিমাণ ভার চাপালে সংশ্লিষ্ট বস্তুটির স্থায়ী বিকৃতি ঘটে এবং স্থিতিস্থাপকতা হারায় তাকে অসহ ভার বলে।

19. নমনীয় বস্তু কী? [বি এ এফ শাহীন কলেজ]
উত্তর: বিকৃতিকারী বল অপসারণের পর যদি বস্তুর অবস্থান পুনঃপ্রাপ্তি না ঘটে তবে তাকে নমনীয় বস্তু বলে।

20. আয়তন পীড়ন কাকে বলে? [ঝালকাঠি সরকারি কলেজ]
উত্তর: আয়তন বিকৃতি প্রতিরোধে বস্তুর একক ক্ষেত্রফল বরাবর লম্বভাবে বাঁধাদানকারী যে বলের সৃষ্টি হয়, তাকে আয়তন পীড়ন বলে।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. তামার ইয়ং এর গুণাঙ্ক $12.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝো? [RB, MB'24]
উত্তর: একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে যে বল প্রয়োগ করলে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির মান আদি দৈর্ঘ্যের সমান হয়, তাকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে। তামার ইয়ং এর গুণাঙ্ক $12.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বলতে বুঝায় যে, $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলের কোনা তামার তারের দৈর্ঘ্য বরাবর $12.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বল প্রয়োগ তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, আদি দৈর্ঘ্যের সমান হয়।

02. কোন বস্তুর আয়তন পীড়ন $5 \times 10^6\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝো? [Ctg.B'24]
উত্তর: কোনো বস্তুর আয়তন বিকৃতি ঘটানোর জন্য যে পীড়ন প্রয়োগ করা হয় তাকে আয়তন পীড়ন বলে। কোনো বস্তুর আয়তন পীড়ন $5 \times 10^6\ Nm^{-2}$ বলতে বুঝায় বস্তুটির আয়তন বিকৃতি ঘটানোর লক্ষ্যে তার পৃষ্ঠের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে $5 \times 10^6\ N$ বল প্রযুক্ত হয়।

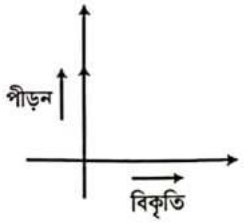
03. তামার তারের পয়সনের অনুপাত 0.33 বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো। [CB'24]
উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো পদার্থের পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে পয়সনের অনুপাত বলে।
তামার তারের পয়সনের অনুপাত 0.33 বলতে বুঝায়– স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তামার তারের পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত 0.33 এর সমান।

04. একটি স্প্রিং-কে খণ্ডিত করলে এর ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কি? ব্যাখ্যা কর। [DB'23]
উত্তর: স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক এর দৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক; $k \propto \frac{1}{l}$
তাই স্প্রিং খণ্ডিত করলে স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য কমে, ফলে স্প্রিং ধ্রুবক বাড়ে। তাই স্প্রিং খণ্ডিত করলে ধ্রুবক পরিবর্তিত হয়।

০৭

05. পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির লেখচিত্র অংকন করে প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। [DB'23]

উত্তর: বাইরে থেকে যেকোনো পরিমাণ বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর যদি আকারের কোনো পরিবর্তন না হয়, তবে তাকে পূর্ণ দৃঢ় বস্তু বলে। অর্থাৎ এ বস্তুতে যেকোনো পরিমাণ পীড়নের জন্যই বিকৃতি শূন্য, লেখচিত্রে পীড়নের মান বৃদ্ধি পেলেও বিকৃতি শূন্য থাকে।



06. একটি স্টিল তারের ওপর প্রযুক্ত বল এবং ব্যাসার্ধ যদি দ্বিগুণ করা হয় তবে ইয়ং এর গুণাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে? ব্যাখ্যা কর। [RB'23]

উত্তর: ইয়ং এর গুণাঙ্ক হল একটি ধ্রুবক মান। তাই, স্টিলের তৈরি একটি তারের ওপর প্রযুক্ত বল এবং ব্যাসার্ধ যদি দ্বিগুণ করা হয়, তবে এর ইয়ং এর গুণাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে না।

ইয়ং এর গুণাঙ্ক হল নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি উপাদানের স্থিতিস্থাপকতা পরিমাপের জন্য একটি পরিমাপ। এটিকে নিম্নরূপে সংজ্ঞায়িত করা যায়:

$Y = \frac{F}{A} \div \frac{\Delta L}{L}$; যেখানে, Y = ইয়ং এর গুণাঙ্ক, F = প্রয়োগ করা বল, A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

ΔL = দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি, L = আদি দৈর্ঘ্য

ইয়ং এর গুণাঙ্ক উপাদানের প্রকৃতি ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে, ব্যাস বা দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে না।

07. একটি ভূ-স্থির উপগ্রহে স্প্রিং ভর ব্যবস্থায় দোলনকাল কেমন হবে? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'23]

উত্তর: একটি ভূ-স্থির উপগ্রহে স্প্রিং ভর ব্যবস্থায় দোলনকালের কোনো পরিবর্তন হবে না।

আমরা জানি,

স্প্রিং এর দোলনকালে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

এখানে, স্প্রিং এ ঝোলানো ভর, m স্প্রিং ধ্রুবক, k

একটি স্প্রিং ভর ব্যবস্থাকে ভূ-স্থির উপগ্রহে নিয়ে গেলে এর ভর, m ও স্প্রিং ধ্রুবক, k এর কোনো পরিবর্তন হয় না। ফলে দোলনকাল T অপরিবর্তিত থাকে।

08. পীড়ন স্কেলার রাশি না ভেক্টর রাশি? ব্যাখ্যা কর। [BB'23]

উত্তর: পীড়ন স্কেলার রাশি, কারণ পীড়ন ভেক্টরের যোজন সূত্র মানে না।

[বি.দ্র.: প্রশ্নের যেহেতু বলেছে 'পীড়ন নাকি স্কেলার' তাই স্কেলার উত্তর দেয়া হয়েছে কারণ এতে স্কেলার বৈশিষ্ট্য বেশি। প্রকৃত পক্ষে এটি স্কেলার ভেক্টর কোনটিই না।]

09. "স্প্রিং বল প্রত্যয়নী বল"—ব্যাখ্যা কর। [MB'23]

উত্তর: যদি কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুতে বিকৃতি সৃষ্টি হয়, তাহলে যে বলের কারণে ঐ বস্তু তার আগের অবস্থায় ফিরে আসতে চায় তাকে প্রত্যয়নী বল বলে।

কোনো স্প্রিংকে বল প্রয়োগ করে সরণ সৃষ্টি করলে, স্প্রিং তার আগের অবস্থায় ফিরে আসতে চায়। যে বলের কারণে স্প্রিং আগের অবস্থায় ফিরে আসে তাকে স্প্রিং বল বলে।

যেহেতু এই স্প্রিং বল স্প্রিংকে আগের অবস্থায় ফিরিয়ে নিয়ে আসে, তাই এটি প্রত্যয়নী বল।

10. বায়বীয় পদার্থের আন্তঃআণবিক বল নগণ্য কেন? ব্যাখ্যা কর। [MB'23]

উত্তর: বায়বীয় পদার্থের গ্যাসীয় অণুগুলো সবসময় ইতস্তত ছোটাছুটি করে। ফলে অণুর মধ্যকার আন্তঃআণবিক দূরত্ব গ্যাস অণুর আকারে, চেয়ে অনেক বেশি। ফলে গ্যাস অণুর আয়তন ও নগণ্য ধরা হয়। তাই তাদের আন্তঃআণবিক দূরত্ব অনেক বেশি হওয়ায়, তাদের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল নগণ্য হয়।

11. ইস্পাত/স্টিল রাবার অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক ব্যাখ্যা কর। [SB'24, 23, 22]

উত্তর: ইস্পাত/স্টিল ও রাবারের সমান আকারের ও সিলিন্ডার আকৃতির দুটি খণ্ড নিয়ে উভয়ের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান মানের বল প্রয়োগ করলে দেখা যাবে যে, ইস্পাতের/স্টিলের তুলনায় রাবারের খণ্ডে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বেশি ঘটেছে।

ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$,

এই সংজ্ঞানুসারে ইস্পাতের/স্টিলের তুলনায় রাবারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক কম মানের হয়। তাই ইস্পাত/স্টিল বেশি স্থিতিস্থাপক।

12. সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? [JB'23, RB'22; Ctg.B'22]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা, এ ধ্রুব সংখ্যাকে আয়তন গুণাঙ্ক বলা হয়। সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10} Nm^{-2}$ বলতে বুঝায় সীসায় একক আয়তন বিকৃতি সৃষ্টি করতে এর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর $1.6 \times 10^{10} N$ বল প্রয়োগ করতে হবে।

13. একটি মোটা ও একটি চিকন ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক সমান হবে কিনা? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'23, CB'19]

উত্তর: মোটা ও চিকন তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

ইয়ং এর গুণাঙ্ক একটি ধ্রুবক। যা বস্তুর আকার-আকৃতির উপর নির্ভর করে না। কোনো বস্তুর পদার্থ বা তাপমাত্রা পরিবর্তিত না হলে ইয়ং এর গুণাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে। এজন্য ইস্পাতের তৈরি মোটা ও চিকন তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

14. অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? [DB'22; BB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ন্যূনতম যে বল প্রযুক্ত হলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙ্গে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ পীড়ন বলে। অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বোঝায়, $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলের ওপর 4.5×10^7 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যাবে।

15. আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: সকল পদার্থের অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্রিয়া করে। আণবিক দূরত্ব বেশি হলে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল তত বেশি হবে আর আণবিক দূরত্ব কম হলে বিকর্ষণ বল তত বেশি হবে। স্বাভাবিক অবস্থায় আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের লব্ধি শূন্য হয়। কিন্তু বস্তুকে দৈর্ঘ্য টান বা পীড়ন প্রয়োগ করা হলে অণুগুলোর মধ্যে আণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় আর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায়। এতে বস্তুর অণুগুলো আবার পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। ঠিক একইভাবে বস্তুর ওপর সংকোচন করলেও বিকর্ষণ বলের কারণে পূর্বের অবস্থায় আসে।

16. তাপমাত্রা বাড়ালে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান কমে কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB'24; CB'22]

উত্তর: আমরা জানি, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

অর্থাৎ, $Y \propto \frac{L}{l}$ ..... (i)

আবার, $\frac{l}{L} \propto \Delta T$ ..... (ii)

(i) ও (ii) থেকে, $Y \propto \frac{1}{\Delta T}$

ইয়ং এর গুণাঙ্কের সাথে তাপমাত্রার পরিবর্তন ব্যস্তানুপাতিকভাবে সম্পর্কযুক্ত। অর্থাৎ, তাপমাত্রা বাড়লে ইয়ং এর গুণাঙ্ক কমবে।

17. পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব কিনা? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: বাস্তবে কোনো বস্তুকে টেনে তার দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করলে প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল হ্রাস পায়। সেক্ষেত্রে ΔL ধনাত্মক হলে Δr হবে ঋণাত্মক। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{L}{r}\frac{\Delta r}{\Delta L}$, একারণে Δr ঋণাত্মক হলেও পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক থাকে। পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হতে হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করলে প্রস্থচ্ছেদও বৃদ্ধি পেতে হবে যা বাস্তবে অসম্ভব। একারণে পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক সম্ভব নয়। [তাই σ এর বাস্তব মানের সীমা $0 < \sigma < \frac{1}{2}$।]

18. সংনম্যতা আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি—ব্যাখ্যা কর। [MB'22]

উত্তর: আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

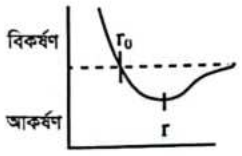
অর্থাৎ, সংনম্যতা $= \frac{\text{আয়তন বিকৃতি}}{\text{আয়তন পীড়ন}} = \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}}$

সুতরাং, সংনম্যতা আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত। তাই, আয়তন গুণাঙ্ককে অসংনম্যতাও বলা চলে।

19. আন্তঃআণবিক বলের সাথে আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক কীরূপ? ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: আন্তঃআণবিক বল ও আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক নিচের গ্রাফ দ্বারা বর্ণনা করা যায়।

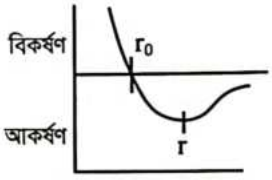
r_0 হল সাম্যাবস্থা। সাম্যাবস্থার চেয়ে নিকটে থাকলে বিকর্ষণ অনুভব করবে আর সাম্যাবস্থা থেকে দূরে গেলে r পর্যন্ত আকর্ষণ বাড়তে থাকবে পরে আবার কমতে থাকবে।



20. সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ না বিকর্ষণ বল লাভ করে-ব্যাখ্যা দাও। [CB'19]

উত্তর: সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধিতে বস্তু সর্বদা আকর্ষণ লাভ করে।

এক্ষেত্রে নির্দিষ্ট দূরত্ব r পর্যন্ত আকর্ষণ বলের মান বাড়তে থাকে পরে দূরত্ব বাড়লে আকর্ষণ কমতে থাকে। তবে সর্বদা আকর্ষণ বলই ক্রিয়া করে।



21. পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক বলতে কী বুঝায়? [Din.B'19]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{L}{r} \times \frac{\Delta r}{\Delta L}$। বাস্তবে পয়সনের অনুপাত সাধারণত ধনাত্মক হয়। কারণ কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটলে তার ব্যাসার্ধ সংকোচন ঘটে। অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য বিকৃতি ধনাত্মক হলে পার্শ্ব বিকৃতি ঋণাত্মক হয়। এভাবে সমীকরণের ঋণাত্মক চিহ্ন পয়সনের অনুপাতকে ধনাত্মক ধ্রুবকে পরিণত করে।

22. একটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [DB, SB, JB, Din.B'18]

উত্তর: বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টির মূল কারণ ঐ বস্তুর উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি। এতে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম হ্রাস পায় এবং বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু আগের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয়। এ অবস্থাই হল স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি। তখন অসহ পীড়নের চেয়ে কম পীড়নে এমনকি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেই বস্তু ছিঁড়ে বা ভেঙে যায়।

23. স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী? [DB'17]

উত্তর: বাইরে থেকে প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু একটি স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে, বলের সেই সর্বোচ্চ মানকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। কোনো বস্তু স্থিতিস্থাপক সীমা পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে। এটি মূলত: এক প্রকার বল। কোনো বস্তুর ক্রমাগত বিকৃতি হয় না, বিকৃতি ধীরে ধীরে সংগঠিত হয় এবং বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। বস্তুর এই অবস্থাই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি। এটি কোনো বল নয়, এটি পদার্থের একটি অবস্থা মাত্র।

24. তারের সম্প্রসারণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়–ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে বস্তুর বিকৃতি ঘটালে বল দ্বারা কিছু কাজ হয়। এ কাজে যে শক্তি ব্যয় হয় তা বস্তুতে জমা হয় এবং এ শক্তিকে বলা হয় স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি। প্রযুক্ত বল অপসারিত করা হলে পীড়ন প্রশমিত হয় এবং বিকৃতির শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ধরা যাক, L দৈর্ঘ্যের এবং A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারের দৈর্ঘ্য বরাবর F বল প্রয়োগ করায় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো l।

$\therefore$ কাজ, $W = \int_0^l F dl = \int_0^l \frac{YA}{L} l\, dl = \frac{YA}{L}\left[\frac{l^2}{2}\right]_0^l = \frac{YA}{L}\frac{l^2}{2}$

এই কাজই বস্তুতে স্থিতিশক্তিরূপে জমা হয়।

25. স্থিতিস্থাপক বস্তুর দুটি অণুর মধ্যবর্তী দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক বলের আচরণ ব্যাখ্যা করো। [নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক বস্তুর ক্ষেত্রে যখন দুটি অণুর আন্তঃআণবিক দূরত্ব অনেক বেশি হয় (যেমন: গ্যাস অণুর ক্ষেত্রে) তখন এদের মধ্যে খুব সামান্য পরিমাণ আকর্ষণ বল ক্রিয়াশীল থাকে। অণুগুলো যত কাছাকাছি আসে; অর্থাৎ, এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমলে, এদের আকর্ষণ বলের মানও বাড়তে বাড়তে সর্বোচ্চ মানে পৌঁছায়। এরপর দূরত্ব আরও কমলে আকর্ষণ বলের মান কমতে থাকে। অর্থাৎ, তখন আন্তঃআণবিক বিকর্ষণ বলও ক্রিয়াশীল হয়। $r = r_0$ হলে তখন আন্তঃআণবিক আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল সমান হয় বা লব্ধি বল শূন্য হয়। এই $r = r_0$ অবস্থানকে সাম্যাবস্থান বলে। অর্থাৎ, $r = r_0$ অবস্থান থেকে দুটি অণুর মধ্যবর্তী দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বাড়তে থাকে।

26. রাবারের বেল্ট বেশি দিন ব্যবহার করলে ঢিলা হয়ে যায় কেন? ব্যাখ্যা দাও। [মাইলস্টোন কলেজ]

উত্তর: রাবারের বেল্ট বেশিদিন ব্যবহার করলে ঢিলা হয়ে যাওয়ার কারণ রাবারের স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

আমরা জানি, বল প্রয়োগ করলে বস্তুর বিকৃতি ঘটে এবং বল অপসারণ করলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তু পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। তবে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর উপর পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস- বৃদ্ধি বা অনেকদিন ধরে প্রয়োগ করলে এর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় ফলে বল অপসারণের পরেও বস্তুটি পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না। এ ঘটনাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলা হয়। বেল্টের উপর অনেকদিন ধরে ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধির কারণে রাবারের বেল্ট বেশিদিন ব্যবহার করলে ঢিলা হয়ে যায়।

27. স্প্রিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয়, তামার হয় না কেন?–ব্যাখ্যা করো। [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]

উত্তর: স্প্রিং সাধারণত ইস্পাতের তৈরি হয়, তামার হয় না কারণ ইস্পাতের স্থিতিস্থাপকতা তামার তুলনায় বেশি। তামার তুলনায় ইস্পাতের স্থিতিস্থাপক সীমার মানও বেশি। মনে করি, একই আকারের একটি ইস্পাতের তৈরি ও অপরটি তামার তৈরি দুটি স্প্রিং-এর উপর সমান বল প্রয়োগ করা হলো। আস্তে আস্তে প্রযুক্ত বলের মান বাড়ানো হলে দেখা যাবে যে, বলের ক্রিয়ায় ইস্পাতের তৈরি স্প্রিংয়ে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম বজায় থাকছে কিন্তু সেই বলের ক্রিয়ায় তামার তৈরি স্প্রিংয়ে স্থায়ী বিকৃতি ঘটছে। তাই স্প্রিং সাধারণত তামার পরিবর্তে ইস্পাত দিয়ে তৈরি হয়।

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. কোনো বস্তুর একক মাত্রার পরিবর্তনকে বলে- [DB'24]
(a) পীড়ন (b) বিকৃতি
(c) অসহ ভার (d) স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি

02. পয়সনের অনুপাত σ এর ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [DB, JB, Ctg'24; RB,Din'23; MB'22]
(a) $1 < \sigma < 0.5$ (b) $-1 < \sigma < 0.5$
(c) $-1 < \sigma < 1$ (d) $-1 < \sigma < -0.5$

03. নিচের কোনটি অধিক স্থিতিস্থাপক? [RB'24]
(a) কাচ (b) রাবার (c) তামা (d) কাঠ

04. 1000 cc আয়তনের পারদে $5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ চাপ প্রয়োগ করলে এর আয়তন 2 cc কমে যায়। পারদের সংনম্যতা কত? [RB'24]
(a) $4 \times 10^{11}\ N^{-1}m^{-2}$ (b) $4 \times 10^{-11}\ N^{-1}m^2$
(c) $2.5 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (d) $2.5 \times 10^{-10}\ Nm^{-2}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. b	02. b	03. c	04. b

03. অপশনগুলোর মধ্যে তামার ইয়ংয়ের গুণাঙ্কের মান সর্বোচ্চ।

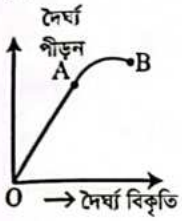
04. সংনম্যতা, $k = \frac{\Delta V}{PV} = \frac{2}{1000 \times 5 \times 10^7}\ N^{-}m^2 = 4 \times 10^{-11}\ N^{-1}m^2$

CamScanner

05. স্থিতিস্থাপক বলের বিরুদ্ধে সরণের মান দ্বিগুণ করলে কৃতকাজ বৃদ্ধি পাবে- [RB'24]
(a) 50% (b) 100% (c) 200% (d) 300%

06. আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি- [Ctg.B'24]
(a) ইয়ং এর গুণাঙ্ক (b) অসংনম্যতা
(c) সংনম্যতা (d) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক

07. 2 m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.02 m বৃদ্ধি পেলে তারটির দৈর্ঘ্য বিকৃতি হবে- [CB'24]
(a) 100 (b) 0.04 (c) 0.01 (d) 0.009

08. 

[CB'24; Din'22; SB'17]
চিত্রের OA রেখার ঢালকে কী বলে?
(a) ইয়ং গুণাঙ্ক (b) পয়সনের অনুপাত
(c) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (d) স্থায়ী বিকৃতি

09. সংনম্যতার একক কী? [CB'24]
(a) $N^{-1}m^2$ (b) N^{-1} (c) Pa (d) Nm^{-2}

10. কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে দৈর্ঘ্য তিনগুণ করা হলে তার দৈর্ঘ্য বিকৃতি হবে- [BB'24]
(a) 3 (b) 2 (c) 1 (d) 0.5

11. নিচের কোন বন্ধনটি সকল অণুতে বিদ্যমান? [BB'24]
(a) ধাতব (b) সমযোজী
(c) আয়নিক (d) ভ্যানডারওয়ালস

12. নিচের কোন রাশির একক নেই? [BB, RB, Ctg'24]
(a) পীড়ন (b) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক
(c) বিকৃতি (d) অসহ ভার

13. আয়তন গুণাঙ্কের মাত্রা কোনটি? [JB'24]
(a) MLT^{-2} (b) MLT^{-1}
(c) $ML^{-1}T^{-2}$ (d) $M^{-1}LT^{-2}$

14. একটি সম্পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর ইয়ং এর গুণাঙ্ক কত? [JB'24; BB'23; Din'17]
(a) 0 (b) ∞ (c) 1 (d) −1

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
1m দীর্ঘ ও 10^{-4} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 2×10^{-11} Nm^{-2} একে টেনে 2 cm প্রসারিত করা হল।

15. প্রসারণে কৃতকাজ কত? [SB'24]
(a) 1×10^5 J (b) 2×10^5 J
(c) 4×10^5 J (d) 2×10^6 J

16. উক্ত ক্ষেত্রে- [SB'24]
(i) পীড়ন = 4×10^9 N/m^2
(ii) বিকৃতি = 2×10^{-2} (iii) সম্পাদিত কাজ ঋণাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

17. পয়সনের অনুপাত- [SB'24]
(i) পার্শ্ববিকৃতি ও দৈর্ঘ্যবিকৃতির অনুপাত
(ii) এককবিহীন রাশি
(iii) এর মান −1 থেকে 0.5 পর্যন্ত
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

05. d	06. c	07. c	08. a	09. a	10. b	11. d	12. c	13. c	14. b	15. -	16. -	17. d

05. $U = \frac{1}{2} kx^2$
সরণ দ্বিগুণ করলে, কৃতকাজ 4 গুণ হবে। তথা 300% বৃদ্ধি পাবে।

07. বিকৃতি = $\frac{0.02}{2} = 0.01$

08. ইয়ংয়ের গুণাঙ্ক = $\frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

09. সংনম্যতা = $\frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}}$

10. বিকৃতি = $\frac{\Delta l}{L} = \frac{3L-L}{L} = 2$

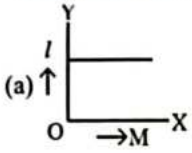
13. আয়তন গুণাঙ্কের একক:
$Nm^{-2} = kg\ m^{-1}s^{-2}$ ∴ মাত্রা: $[ML^{-1}T^{-2}]$

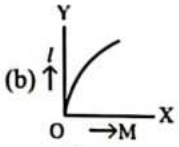
14. পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর বিকৃতি 0 হওয়ায়; Y অসীম হয়।

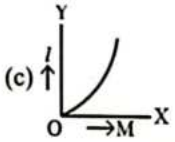
15. $W = \frac{1}{2} \times \frac{YA}{L} \times l^2$
$= 4 \times 10^3$ Nm^{-2}

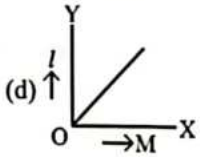
16. বিকৃতি = $\frac{0.02}{1} = 0.02$
পীড়ন = Y × বিকৃতি = $2 \times 10^{-11} \times \frac{2}{100} = 4 \times 10^{-13}$ N/m^2
কৃতকাজ ধনাত্মক। সঠিক শুধু (ii) নং।

18. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ (l) বনাম ভর (M) এর সঠিক লেখচিত্র কোনটি? [Din.B'24]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

19. কোন অবস্থায় অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল সর্বাধিক হয়? [Din.B'24]

(a) কঠিন (b) তরল (c) বায়বীয় (d) প্লাজমা

20. কোনো তারকে কেটে সমান তিন টুকরা করা হলো, এতে তারের অসহভারের মান কত হবে? [Din.B'24; JB,CB'19]

(a) পূর্বের অর্ধেক (b) পূর্বের এক-তৃতীয়াংশ
(c) পূর্বের সমান (d) পূর্বের এক-চতুর্থাংশ

21. সংনম্যতা এর ক্ষেত্রে- [MB'24]

(i) চারদিক থেকে সমান চাপ প্রয়োগে আয়তন কমে যায়
(ii) পদার্থের অণুসমূহের মধ্যে ফাঁক থাকে
(iii) আয়তনের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. বাস্তবে প্রায় সকল পদার্থের σ এর মানের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?

(a) -1 হতে 0.5 (b) 0.18 হতে 0.25 [MB'24]
(c) 0.3 হতে 0.5 (d) 0 হতে 0.5

23. একটি সিলিন্ডারের উপরের প্রান্ত দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে নিচের প্রান্তে একটি দ্বন্দ্ব প্রয়োগ করে সিলিন্ডারটিকে এর অক্ষের চারদিকে মোচড়ালে বস্তুতে সৃষ্টি হয় কোনটি? [MB'24]

(a) কৃন্তন বিকৃতি (b) কৃন্তন পীড়ন
(c) আয়তন বিকৃতি (d) আয়তন পীড়ন

24. কোনো পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে নিট বল শূন্য হয় যখন- [DB'23]

(a) $r = r_0$ (b) $r < r_0$
(c) $r > r_0$ (d) $r \gg r_0$

25. একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 2 mm^2 এবং অসহ ভার 100 kg। তারের অসহ পীড়ন- [DB'23]

(a) $4.9 \times 10^4\ Nm^{-2}$ (b) $4.9 \times 10^8\ Nm^{-2}$
(c) $5 \times 10^6\ Nm^{-2}$ (d) $5 \times 10^7\ Nm^{-2}$

26. ইয়ং এর গুণাঙ্কের মাত্রা সমীকরণ- [DB'23; Ctg'22; CB'19]

(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[ML^{-1}T^{-1}]$
(c) $[ML^{-1}T^{-2}]$ (d) $[MLT^3]$

27. নিচের কোনটি সর্বাপেক্ষা স্থিতিস্থাপক? [RB'23]

(a) সীসা (b) তামা
(c) নিকেল (d) অ্যালুমিনিয়াম

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

1m লম্বা এবং 1 mm ব্যাসের তারকে 2 kg ভর ঝুলিয়ে 0.025 cm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করা হলো।

28. পয়সনের অনুপাত 0.1 হলে তারটির ব্যাস হ্রাস কত হবে? [Ctg.B'23]

(a) 1.5×10^{-8} mm (b) 2.5×10^{-5} mm
(c) 3.5×10^{-3} mm (d) 2.5×10^{-2} mm

29. স্থিতিস্থাপক সীমা নিচের কোন রাশি দ্বারা পরিমাপ করা হয়? [CB'23]

(a) স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি (b) সম্প্রসারণে কৃতকাজ
(c) প্রযুক্ত বল (d) আকার বিকৃতি

30. কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করে তারটির দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। তারটির বিকৃতি– [CB'23]

(a) 0.25 (b) 0.5 (c) 1 (d) 2

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

18. d	19. a	20. c	21. d	22. d	23. a	24. a	25. b	26. c	27. c	28. b	29. c	30. c

18. $Y = \frac{FL}{Al} \Rightarrow l = \left(\frac{Lg}{AY}\right) M$
$\therefore y = mx$ (মূলবিন্দুগামী সরলরেখা)

20. অসহপীড়ন পদার্থের উপাদানের বৈশিষ্ট্য। এটি তারের দৈর্ঘ্যের উপর নির্ভর করে না। আর, অসহভার = অসহপীড়ন × তারের ক্ষেত্রফল। যেহেতু ক্ষেত্রফল অপরিবর্তিত থাকে; তাই অসহভারও পূর্বের সমান থাকে।

25. পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{100 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}} = 4.9 \times 10^8\ Nm^{-1}$

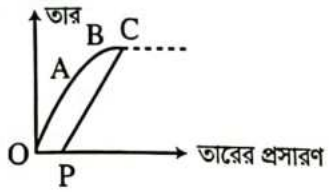
26. $Y = \frac{F}{A} \cdot \frac{L}{l} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} \times \frac{L}{L} = [ML^{-1}T^{-2}]$

28. $\sigma = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{L}} \therefore \Delta d = \sigma \times \frac{\Delta l}{L} \times d = 0.1 \times \frac{0.025}{100} \times 1\ mm$
$= 2.5 \times 10^{-5}\ mm$

30. বিকৃতি $= \frac{\Delta L}{L} = \frac{2L - L}{L} = 1$

31. পীড়নের মাত্রা– [CB'23, JB'22]
(a) $ML\,T^{-1}$ (b) $ML\,T^{-2}$
(c) $ML^{-1}\,T^{-2}$ (d) $ML^{-2}\,T^{-2}$

32. একটি তারে ক্রমাগত ভর চাপালে তার-সম্প্রসারণ লেখচিত্র OABC এর ন্যায় হয়। আবার চাপানো ভর ক্রমাগত সরিয়ে নেওয়ায় CBP পথের ন্যায় হয়। এক্ষেত্রে– [BB'23]



(i) OP তারের স্থায়ী প্রসারণ বোঝায়
(ii) AB অংশ পূর্ণ স্থিতিস্থাপক
(iii) OA অংশ হুকের সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

33. সর্বাধিক স্থিতিস্থাপক বস্তু কোনটি? [BB'23]
(a) রাবার (b) তামা (c) ইস্পাত (d) স্পঞ্জ

34. কোনটি পয়সনের অনুপাত হওয়া অসম্ভব? [JB'23]
(a) 0.5 (b) 0.1 (c) −1 (d) −1.5

35. 'পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক' –কার সূত্র? [JB'23]
(a) হুকের (b) ইয়ং এর (c) পয়সনের (d) জুরিনের

36. যেসব বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্ম বিভিন্ন দিকে বিভিন্ন তাদের বল হয়– [SB'23]
(a) পূর্ণ দৃঢ় বস্তু (b) সমদিক ধর্মী বস্তু
(c) পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু (d) অসমদিক ধর্মী বস্তু

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 m দৈর্ঘ্য এবং 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারে 20 kg ভর ঝুলালে তারটি 1 mm প্রসারিত হয়।

37. তারটির পীড়ন কত? [SB, Din.B'23]
(a) $1.96 \times 10^{2}\ Nm^{-2}$ (b) $1.96 \times 10^{5}\ Nm^{-2}$
(c) $2 \times 10^{7}\ Nm^{-2}$ (d) $1.96 \times 10^{8}\ Nm^{-2}$

38. উক্ত তারটির– [SB'23]
(i) দৈর্ঘ্যের বিকৃতি 0.5×10^{-2}
(ii) ইয়ং এর গুণাঙ্ক $3.92 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
(iii) কৃতকাজের পরিমাণ 0.098 J
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii,iii

39. প্রযুক্ত বল অপসারণের পরও যদি বিকৃত বস্তু বিকৃতি অবস্থা সম্পূর্ণ ধরে রাখে তবে বস্তুটিকে বলা হয়- [Din.B'23]
(a) পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু (b) পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক বস্তু
(c) নমনীয় বস্তু (d) দৃঢ় বস্তু

40. $10^{-6}\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের ওপর 2×10^{4} N বল প্রয়োগ করা হলে- [Din.B'23]
(i) পীড়ন এর মান $2 \times 10^{10} Nm^{-2}$
(ii) একক বিকৃতির জন্য পীড়নই এর গুণাঙ্ক
(iii) পীড়ন দ্বিগুণ করলে এর গুণাঙ্ক দ্বিগুণ হবে
নিচের কেনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

41. সংনম্যতা হলো– [MB'23]
(i) স্কেলার রাশি
(ii) আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত
(iii) আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

42. তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 0.02, পার্শ্ব বিকৃতি 0.002 হলে, পয়সনের অনুপাত কত? [MB'23; RB, CB'17]
(a) 0.00004 (b) 0.04 (c) 0.1 (d) 1.0

০৭

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

31. c	32. b	33. c	34. d	35. a	36. d	37. d	38. c	39. c	40. a	41. c	42. c

31. $P = \frac{F}{A} \therefore$ মাত্রা $= \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$

37. পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{20 \times 9.8}{1 \times 10^{-6}}$
$= 1.96 \times 10^{8}\ Nm^{-2} [1\ mm^2 = 10^{-6} m^2]$

38. (i) বিকৃতি $= \frac{10^{-3}}{2} = 0.5 \times 10^{-3}$
(ii) $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{20 \times 9.8 \times 2}{10^{-6} \times 10^{-3}} = 3.92 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
(iii) $W = \frac{1}{2} Fl = \frac{1}{2} mgx = 0.098$ J

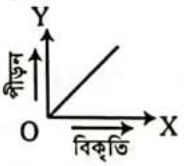
40. (i) পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{2 \times 10^{4}}{10^{-6}} = 2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
(ii) $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$; বিকৃতি= 1 হলে, Y =পীড়ন
(iii) গুণাঙ্ক একটি উপাদানের জন্য ধ্রুবক।

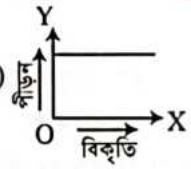
41. (i) স্কেলার রাশি (ii) আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাত
(iii) $C = \frac{1}{B}$

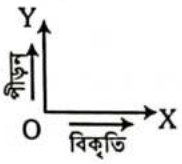
42. $\sigma = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{0.002}{0.02} = 0.1$

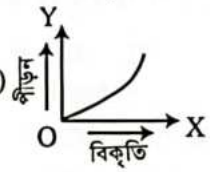
43. SI পদ্ধতিতে আয়তন গুণাঙ্কের একক– [MB'23]
(a) Nm^{-2} (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) $N^{-1}m$

44. কোনো বস্তুর আয়তন গুণাঙ্ক (K) এবং সংনম্যতার (C) মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [DB'22]
(a) $C = \frac{1}{K}$ (b) $C = \frac{3}{2}KT$
(c) $C = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$ (d) $\frac{C}{K} = 1$

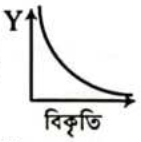
45. পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [DB'22]
(a) 

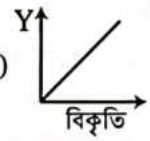
(b) 

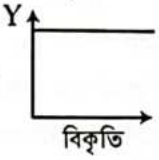
(c) 

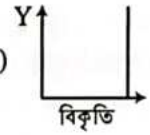
(d) 

46. কোনো বস্তুর আকার বিকৃতির জন্য যে পীড়ন প্রয়োগ করা হয় তাকে কী বলে? [DB'22]
(a) দৈর্ঘ্য পীড়ন (b) কৃন্তন পীড়ন
(c) আয়তন পীড়ন (d) অসহ পীড়ন

47. একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y) ও বিকৃতির লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Ctg.B'22]
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

48. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কৃন্তন পীড়ন ও কৃন্তন বিকৃতির অনুপাতকে কী বলে? [Ctg.B'22]
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক
(c) সংনম্যতা (d) আয়তন গুণাঙ্ক

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20 m দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো।
[$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$]

49. বিকৃতি বনাম পীড়ন লেখচিত্রের ΔOAB ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে- [BB'22]
(a) ইয়ং এর গুণাঙ্ক (b) সর্বমোট কৃতকাজ
(c) পয়সনের অনুপাত
(d) একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

50. কোনো বস্তুর আদিমাত্রা x এবং বল প্রযুক্ত হওয়ার পর মাত্রা y হলে, বিকৃতি হবে- [BB'22]
(a) x(x~y) (b) x + (x~y) (c) $\frac{x}{x\sim y}$ (d) $\frac{x\sim y}{x}$

51. কিছু পরিমাণ পানিকে তার মোট আয়তনের 10% সংকুচিত করতে কত পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করতে হবে, যেখানে পানির আয়তন গুণাঙ্ক $2 \times 10^9\ Nm^{-2}$? [JB'22]
(a) $2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (b) $2 \times 10^9\ Nm^{-2}$
(c) $0.02 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (d) $0.5 \times 10^{-10}\ Nm^{-2}$

52. বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকারের পরিবর্তন হয় তাকে কী বলে? [JB'22]
(a) আকার পীড়ন (b) আকার বিকৃতি
(c) আয়তন পীড়ন (d) আয়তন বিকৃতি

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 m দৈর্ঘ্য ও 1 mm^2 প্রস্থক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো।
[$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$]

53. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত? [SB'22, CB'22]
(a) 2×10^{-4} m (b) 1.99 m
(c) 5×10^3 m (d) 2×10^4 m

54. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 2 mm^2 ও বল দ্বিগুণ হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পূর্বের কতগুণ হবে? [SB'22, CB'22]
(a) 1 গুণ (b) 2 গুণ (c) 3 গুণ (d) 4 গুণ

55. SI এককে পীড়নের একক কোনটি? [MB'22]
(a) Nm (b) Nm^{-2} (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-3}

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

43. a	44. a	45. c	46. b	47. a	48. b	49. d	50. d	51. c	52. b	53. a	54. a	55. b

43. $B = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = Nm^{-2}$

49. একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

51. $B = \frac{PV}{v} \Rightarrow P = \frac{Bv}{V} = \frac{2\times10^9\times0.1\ V}{V}$
$= 2 \times 10^8\ Nm^{-2} = 0.02 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

53. $Y = \frac{FL}{Yl} \Rightarrow l = \frac{FL}{YA} = \frac{20\times2}{2\times10^{11}\times1\times10^{-6}}$
$= 2 \times 10^{-4}$m

54. $l = \frac{FL}{YA} \Rightarrow l \propto \frac{F}{A}$
$\therefore \frac{l_2}{l_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{A_1}{A_2} = 2 \times \frac{1\times10^{-6}}{2\times10^{-6}} = 1$

56. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ বনাম ভার-এর সঠিক লেখচিত্র কোনটি? [DB'19]

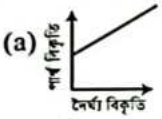
(a) 

(b) 

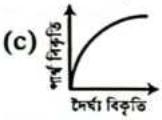
(c) 

(d) 

57. দৈর্ঘ্য বিকৃতি বনাম পার্শ্ব বিকৃতির লেখচিত্রের প্রকৃতি কোনটি? [BB'19, CB'17]

(a) 

(b) 

(c) 

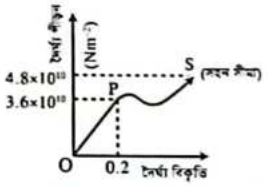
(d) 

58. স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কে বলা হয়, ইহা- [BB'19]
(i) তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তন হয়
(ii) ভেজালের উপস্থিতিতে পরিবর্তন হয়
(iii) পদার্থের আকৃতির ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

59. 2m লম্বা ও 2mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.25 mm হলে তারটির ব্যাসার্ধ কত হ্রাস পাবে? [$\sigma = 0.2$]
(a) 5×10^{-3}m (b) 2.5×10^{-3}m [CB'19]
(c) 5×10^{-8}m (d) 2.5×10^{-8}m

60. পয়সনের অনুপাতের- [Din.B'19]
(i) একক নেই (ii) মান -1 হতে 0.5 এর মধ্যে
(iii) মান নির্দিষ্ট উপাদানের জন্য নির্দিষ্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
চিত্রে একটি ধাতব তারের জন্য দৈর্ঘ্য পীড়ন-দৈর্ঘ্য বিকৃতি লেখ দেখানো হলো:



61. তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কত? [Din.B'19]
(a) $7.2 \times 10^{9}\text{Nm}^{-2}$ (b) $3.6 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$
(c) $4.8 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$ (d) $1.8 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$

62. তারটির ওপর পীড়ন- [Din.B'19]
(i) $4.8 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$-এর চেয়ে বেশি হলে তারটি ছিঁড়ে যাবে
(ii) $4.2 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$ হলে তারটির স্থায়ী বিকৃতি হবে
(iii) $3.6 \times 10^{10}\text{Nm}^{-2}$-এর চেয়ে কম হলে কোনো বিকৃতি ঘটবে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

63. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনটি সবসময় ধ্রুবক থাকে?
(i) $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ (ii) $\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ (iii) $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ [All B'18]
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

64. একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1mm^2 এবং অসহ ভর 40 kg। তারের অসহ পীড়ন- [All B'18]
(a) $4 \times 10^{-6}\text{Nm}^{-2}$ (b) $3.92 \times 10^{-4}\text{Nm}^{-2}$
(c) $4 \times 10^{7}\text{Nm}^{-2}$ (d) $3.92 \times 10^{8}\text{Nm}^{-2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
100cm দীর্ঘ এবং $1 \times 10^{-2}\text{cm}^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাংক $1.24 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$। একে টেনে 0.2 cm বৃদ্ধি করা হলো।

65. কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে? [Ctg.B'17]
(a) 0.114J (b) 0.124J (c) 0.248J (d) 0.288J

66. এক্ষেত্রে – [Ctg.B'17]
(i) বিকৃতি = 0.002 (ii) পীড়ন = $2.48 \times 10^{8}\text{Nm}^{-2}$
(iii) পীড়ন ∝ বিকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

67. কোনটি পদার্থের সাধারণ ধর্ম? [JB'17]
(a) পৃষ্ঠশক্তি (b) সান্দ্রতা (c) স্থিতিস্থাপকতা (d) পৃষ্ঠটান

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

56. a	57. d	58. a	59. c	60. d	61. d	62. a	63. a	64. d	65. c	66. d	67. c

56. $Y = \frac{FL}{Al}$; $F = \frac{YA}{L} \times l$, $F \propto L$; $y = mx$ আকারে

57. $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} \Rightarrow$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি ∝ পার্শ্ব বিকৃতি

59. পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = \frac{dL}{dl}$
$\Rightarrow 0.2 = \frac{d \times 2}{2 \times 10^{-3} \times 0.25 \times 10^{-3}} \Rightarrow d = 5 \times 10^{-8}\text{m}$

61. $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{3.6 \times 10^{10}}{0.2} = 1.8 \times 10^{11}\text{Nm}^{-2}$

62. (i) সহনশীল অপেক্ষা বেশি পীড়নে তার ছিঁড়ে যায়।
(ii) 3.6×10^{10} এর বেশি পীড়নে লেখ অনুযায়ী স্থায়ী বিকৃতি হয়।
(iii) 3.6×10^{10} এর কম পীড়নে অস্থায়ী বিকৃতি দেখা যায়।

64. অসহপীড়ন, $P = \frac{mg}{A} = \frac{40 \times 9.8}{1 \times 10^{-6}} = 3.92 \times 10^{8}\text{Nm}^{-2}$

65. $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2} \times 1.24 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times \frac{(0.2 \times 10^{-2})^2}{100 \times 10^{-2}} = 0.248\text{ J}$

66. $\frac{l}{L} = 0.002$, $\frac{F}{A} = 2.48 \times 10^{8}\text{Nm}^{-2}$

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

68. পয়সনের অনুপাতের সীমা-[ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) $-0.5 < \sigma < 1$ (b) $-1 < \sigma < 0.5$
(c) $0.5 < \sigma < 1$ (d) $1 < \sigma < 2$

69. স্থিতি স্থাপক বস্তুর ক্ষেত্রে– কোনটি সত্য? [চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে] [হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]
(a) $\frac{9}{Y} = \frac{3}{\eta} + \frac{1}{k}$ (b) $y = 2\eta(1-\sigma)$
(c) $Y = 3k(1+2\sigma)$ (d) $1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$

70. l দৈর্ঘ্য ও r ব্যাসার্ধের একটি তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক Y। তাদের দৈর্ঘ্য $l/2$ এবং ব্যাসার্ধ $r/2$ করা হলে ইয়ং এর গুণাঙ্ক কত হবে? [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]
(a) $\frac{Y}{2}$ (b) Y (c) 2Y (d) 4Y

71. 100 cm লম্বা একটি তার যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1 \times 10^{-2} cm^2$ এবং ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ তারটিতে বল প্রয়োগে দৈর্ঘ্য 0.4 cm বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে-
(i) বিকৃতি $= 4 \times 10^{-3}$ [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]
(ii) প্রযুক্ত বলের মান = 800 N (iii) পীড়ন ∝ বিকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

72. 200 cm লম্বা এবং 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 1×10^{-6} m বৃদ্ধি করলে তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ 0.025 J হয়। তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বের কর। [ঢাকা কলেজ]
(a) $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ (b) $10^{11}\ Nm^{-2}$
(c) $2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (d) $10^{10}\ Nm^{-2}$

73. নিচের কোন পদার্থের ইয়ং গুণাঙ্ক সর্বোচ্চ? [ঢাকা সিটি কলেজ]
(a) তামা (b) রাবার (c) ইস্পাত (d) স্বর্ণ

74. 2 m লম্বা এবং 0.02 mm^2 ক্ষেত্রফলের একটি তারের একপ্রান্তে 10 kg ভর ঝুলালে এর প্রসারণ 0.005% হয়। বিকৃতির মান কত? [বি এ এফ শাহীন কলেজ]
(a) 5×10^{-5} (b) 2.5×10^{-5}
(c) 2.5×10^{4} (d) 5×10^{5}

75. একই উপাদানের তৈরি ২য় তারের দৈর্ঘ্য ১ম তারের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ কিন্তু ব্যাসার্ধ ১ম তারের অর্ধেক সমান ভার প্রয়োগ করলে ২য় তার ও ১ম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণের অনুপাত কত? [বি এ এফ শাহীন কলেজ]
(a) $\frac{1}{2}$ (b) 2 (c) $\frac{1}{4}$ (d) 8

76. 'L' দৈর্ঘ্য এবং 'A' প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল যুক্ত একটি তারের ইয়ং গুণাঙ্ক Y। তারটির দৈর্ঘ্য 'x' পরিমাণ বৃদ্ধি করতে কৃতকার্য হবে- [সরকারি বিজ্ঞান কলেজ]
(a) $\frac{YAx^2}{L}$ (b) $\frac{YAx^2}{2L}$
(c) $\frac{YAL^2}{x}$ (d) $\frac{YAL^2}{2x}$

77. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাতকে বলা হয়- [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(a) আয়তন গুণাঙ্ক (b) চাপ গুণাঙ্ক
(c) তাপমাত্রা গুণাঙ্ক (d) কাঠিন্যের গুণাঙ্ক

78. স্থিতিস্থাপক বল কীসের সমানুপাতিক? [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(a) আয়তন (b) পীড়ন
(c) বিকৃতি (d) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক

79. একটি তারের পয়সনের অনুপাত 0.38 ও দৃঢ়তার গুণাঙ্ক $2.1 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। তারের ইয়াং গুণাঙ্ক কত? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(a) $2.6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ (b) $4.6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
(c) $5.8 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ (d) $6.6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

80. নিচের কোনটি সঠিক? [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]
(a) $U = \frac{1}{2}\frac{l}{L}Y$ (b) $U = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}AL$
(c) $U = \frac{1}{2}Al$ (d) $U = \frac{1}{2}\frac{Al}{L}$

81. সংনম্যতার বিপরীত রাশি- [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]
(a) আয়তন গুণাঙ্ক (b) ইয়ং গুণাঙ্ক
(c) কাঠিন্য গুণাঙ্ক (d) কৃন্তন বিকৃতি

82. পয়সনের অনুপাতের ক্ষেত্রে- [কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]
(i) এর একক আছে (ii) এর মান -1 থেকে 0.5 এর মধ্যবর্তী
(iii) নির্দিষ্ট উপাদানের জন্য এর মান নির্দিষ্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

83. যদি কোনো বস্তুর আদি মাত্রা x এবং বল প্রয়োগের ফলে শেষ মাত্রা y হয়, তাহলে বিকৃতি হলো- [ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]
(a) $x(x \sim y)$ (b) $x + (x \sim y)$
(c) $\frac{x}{x \sim y}$ (d) $\frac{x \sim y}{x}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

68. b	69. a	70. b	71. d	72. a	73. c	74. a	75. d	76. b	77. a
78. b	79. c	80. b	81. a	82. b	83. d				

72. $\frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= U_V \Rightarrow \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L} = U_V \Rightarrow \frac{YAl^2}{2AL^2} = U_V \Rightarrow Y = \frac{U_V \times 2 \times L^2}{l^2} = \frac{0.025 \times 2 \times (2)^2}{(10^{-6})^2} = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০৭

পূর্ণমান: ২০ | MCQ | সময়: ২০ মিনিট

01. হুকের সূত্র সংজ্ঞায়িত করে–
(a) পীড়ন (b) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক
(c) বিকৃতি (d) স্থিতিস্থাপক সীমা

02. কোনো পদার্থটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক সবচেয়ে বেশি?
(a) তামা (b) ইস্পাত (c) রাবার (d) প্লাস্টিক

03. নিচের কোনটি মাত্রাবিহীন রাশি?
(a) বিকৃতি (b) পীড়ন (c) ইয়ং গুণাঙ্ক (d) স্প্রিং ধ্রুবক

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2m দীর্ঘ এবং 1mm ব্যাসের একটি তারকে 10N বল দ্বারা টানা হল। তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$।

04. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে–
(a) 1.27×10^{-4}m (b) 5×10^{-4}m
(c) 12.7×10^{-4}m (d) 1×10^{-3}m

05. তারের দৈর্ঘ্য বাড়াতে কৃতকাজ –
(a) 1.72×10^{-4}J (b) 0.127×10^{-4}J
(c) 6.35J (d) 6.35×10^{-4}J

06. স্থিতিস্থাপকতার সীমার মধ্যে সুষম প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কোনো একটি তারের-
(i) দৈর্ঘ্য বিকৃতি বাড়লে পার্শ্ব বিকৃতি বাড়ে
(ii) দৈর্ঘ্য বিকৃতি বাড়লে পার্শ্ব বিকৃতি কমে
(iii) পার্শ্ব বিকৃতি দৈর্ঘ্য বিকৃতির সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C কে একই মানের পীড়ন ($5 \times 10^{12} Nm^{-2}$) প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো।

07. B তারের বিকৃতি-
(a) 2 (b) 0.2 (c) 0.02 (d) 0.002

08. A,B এবং C তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে Y_A, Y_B, Y_C, হলে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $Y_A > Y_C > Y_B$ (b) $Y_A < Y_B < Y_C$
(c) $Y_A > Y_B > Y_C$ (d) $Y_B < Y_A < Y_C$

09. নিচের কোন রাশিটির কোনো মাত্রা বা একক নেই?
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) আয়তন গুণাঙ্ক
(c) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (d) পয়সনের অনুপাত

10. আদর্শ দৃঢ় বস্তুর ইয়ং গুণাঙ্ক কত?
(a) −1 (b) 0 (c) 1 (d) ∞

11. একটি তারের ব্যাস 5 mm এবং দৈর্ঘ্য 1 m তারটির দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য 1 cm বৃদ্ধি পায়, কিন্তু ব্যাস 0.01 mm হ্রাস পায়। তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত কত?
(a) 0.05 (b) 0.04 (c) 0.2 (d) 0.002

12. 1m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.01m বৃদ্ধি পেলে তারটির দৈর্ঘ্য বিকৃতি হবে-
(a) 1 (b) 1m (c) 0.01 (d) 0.01m

13. অসংরক্ষণশীল বল হলো–
(i) ঘর্ষণ বল (ii) তড়িৎ বল (iii) সান্দ্র বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
50 cm দীর্ঘ $1 \times 10^{-4} m^2$ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $1.24 \times 10^{11} Nm^{-2}$। একে টেনে 0.01 cm বৃদ্ধি করা হলো।

14. দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে?
(a) 0.114 J (b) 0.124 J (c) 0.134 J (d) 0.144 J

15. এক্ষেত্রে–
(i) বিকৃতি = 0.0002 (ii) পীড়ন = $2.48 \times 10^7 Nm^{-2}$
(iii) পীড়ন = বিকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) ii, iii (c) i, ii, iii (d) i, ii

16. নিচের কোনটি মাত্রাগতভাবে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের সমতুল্য?
(a) পীড়ন (b) বিকৃতি (c) পৃষ্ঠটান (d) ত্বরণ

17. দুটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 1m ও 2m, ব্যাস যথাক্রমে 1mm ও 2mm। যদি এদেরকে যথাক্রমে 40N ও 80N বল দ্বারা টানা হয়, তাহলে এদের সম্প্রসারণের অনুপাত কত?
(a) 1 : 1 (b) 1 : 2 (c) 1 : 4 (d) 1 : 8

18. তাত্ত্বিকভাবে পয়সনের অনুপাতের সীমা কোনটি?
(a) $-0.5 \le \sigma \le 1$ (b) $-1 \le \sigma \le 0.5$
(c) $0.5 \le \sigma \le 1$ (d) $0 \le \sigma \le 0.5$

19. 1 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাত তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? (ইস্পাতের তারের ইয়ং গুণাঙ্ক = 2×10^{11} Nm^{-2})
(a) 10^4 N (b) 10^3 N (c) 10^2 N (d) 10^9 N

20. একটি স্টিলের তারের তাপমাত্রা বাড়ালে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক-
(a) হ্রাস পাবে
(b) প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে পরে কমবে
(c) বৃদ্ধি পাবে
(d) একই থাকবে

পূর্ণমান: ২০ **CQ** সময়: ১ ঘণ্টা

01. পদার্থবিদ্যা ল্যাবে ছিপিযুক্ত দুটি পাত্রে দুটি তরল পদার্থ আছে। একটিতে কেরোসিন এবং অন্যটিতে তারপিন তৈল। প্রমাণ চাপে প্রতিটি পাত্রে 4000 cc তরল আছে। যখন একটি পাত্রের ছিপিটি কিছুটা তরলের ভেতর ঠেলে দেয়া হলো তখন তরলের ওপর প্রযুক্ত চাপ বৃদ্ধি পেয়ে $4.9 \times 10^5 Nm^{-2}$ এবং আয়তন হ্রাস পেয়ে 3999 cc হলো। [কেরোসিন ও তারপিন তেলের আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক যথাক্রমে $1.96 \times 10^9 Nm^{-2}$ ও $1.62 \times 10^9 Nm^{-2}$]

(ক) ইয়ং গুণাঙ্ক কী?

(খ) পানির উপরিতলে তেল ঢালা হলে তা ছড়িয়ে পড়ে কেন?

(গ) ব্যবহৃত তরলের আয়তন বিকৃতি নির্ণয় কর।

[Ans: 2.5×10^{-4}]

(ঘ) যে তরলটির ওপর পরীক্ষণ করা হলো সেটি কেরোসিন না তারপিন তৈল? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।[Ans: তরলটি কেরোসিন]

02. দুইটি সমান দৈর্ঘ্যের তার A ও B এর ব্যাস যথাক্রমে $1 \times 10^{-3} m$ এবং $4 \times 10^{-3} m$। উভয় তারকে সমান বল দ্বারা টানলে **A** এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি B- এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির চারগুণ হয়।

$Y_A = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$।

(ক) অসহ বল কী?

(খ) বেশি ব্যাসযুক্ত ইস্পাতের তার কেন বেশি ভার বহন করতে পারে?

(গ) A তারের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় পীড়নের মান নির্ণয় কর। [Ans: $2 \times 10^{10} Nm^{-2}$]

(ঘ) A ও B তারের মধ্যে কোনটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মন্তব্য করো।

[Ans: B এর স্থিতিস্থাপকতা A অপেক্ষা কম]

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. b	02. b	03. a	04. a	05. d	06. c	07. c	08. b	09. d	10. d
11. c	12. c	13. c	14. b	15. d	16. a	17. a	18. b	19. a	20. a

04. $l = \frac{FL}{AY} = \frac{4FL}{\pi d^2 \times Y}$
$= \frac{4 \times 10 \times 2}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{11}} = 1.27 \times 10^{-4} m$

05. $W = \frac{1}{2} Fl = \frac{1}{2} \times 10 \times 1.27 \times 10^{-4} = 6.35 \times 10^{-4} J$

08. $Y \propto \frac{1}{\text{বিকৃতি}}$

11. $\sigma = -\frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta l}{l}} = -\frac{\frac{-0.005}{2.5}}{\frac{1}{100}} = 0.2$

12. বিকৃতির একক নেই। বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{0.01}{1} = 0.01$

14. $W = \frac{1}{2} \cdot \frac{YAl^2}{L}$
$= \frac{1}{2} \frac{1.24 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-4} \times (.01 \times 10^{-2})^2}{50 \times 10^{-2}} = 0.124 J$

15. পীড়ন, $\frac{F}{A} = Y \times$ বিকৃতি $= 2.48 \times 10^7$

17. $\frac{F_1 L_1}{A_1 l_1} = \frac{F_2 L_2}{A_2 l_2} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{F_1 L_1 \times d_2^2}{F_2 L_2 \times d_1^2} = \frac{40 \times 1 \times 2^2}{80 \times 2 \times 1^2} = 1:1$

19. আমরাজানি, $Y = \frac{FL}{Al}$
$\Rightarrow F = \frac{YAl}{L} = \frac{2 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-6} \times 0.05L}{L} = 1 \times 10^4 N$

CQ

01. (গ). 2.5×10^{-4}
(ঘ). তরলটি কেরোসিন

02. (গ). $2 \times 10^{10} Nm^{-2}$
(ঘ). B এর স্থিতিস্থাপকতা A অপেক্ষা কম

> একটি ভালো আইডিয়া সবসময়ই পাগলের প্রলাপ, যতক্ষণ না আমরা সেটা ঘটতে দেখি।
> - Ashlee Vance

অধ্যায় ০৮ পর্যাবৃত্ত গতি

➢ সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
✪	T-01	সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ	1	-	SB'24.
✪✪✪	T-02	সরল ছন্দিত স্পন্দন	11	8	DB'24, 22; RB'21, 17; Ctg.B'24, 21, 19; SB'22, 21; BB'24, 23, 21, 19; JB'24, 23; CB'23, 22, 21; MB'24, 21.
✪✪✪	T-03	সরলদোলক	22	29	RB'24, 22, 19; Din.B'24, 23, 22, 18, 17; DB'21, 19, 18, 17; MB'23, 22; JB'21, 18; CB'24, 23, 22, 21Ctg.B;23, 22, 19; BB'23, 19; SB'19, 18, 17.
✪✪✪	T-04	সরল ছন্দিত কণার শক্তি	3	8	Ctg.B'24, 17; SB'24; BB'24, 22; CB'21; RB' 19, 22'
✪	T-05	লেখচিত্র	-	-	-
✪	T-06	স্প্রিং	-	-	-

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমুনা উত্তর

T-01: সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ

Concept

- সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ: $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$
- সমীকরণটি ব্যবহারের ক্ষেত্রে লক্ষ রাখতে হবে যেন $\frac{d^2x}{dt^2}$ এর সহগ 1 হয়।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01 2 kg ভরের একটি বস্তু 20 cm বিস্তার নিয়ে $5\frac{d^2x}{dt^2} + 625x = 0$ সমীকরণ অনুসারে কম্পিত হচ্ছে। কম্পন শুরুর 2 sec পরে গতিশক্তি K_1 এবং 2.5 sec পর গতিশক্তি হয় K_2। [SB'24]

(গ) বস্তুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

বস্তুটির দোলনগতির ব্যবকলনীয় সমীকরণ,

$5\frac{d^2x}{dt^2} + 625x = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0 \dots\dots\dots (i)$

এখানে,

কৌণিক কম্পাঙ্ক, ω এবং কম্পাঙ্ক, f

আমরা জানি, $\omega = 2\pi f$

(i) নং সমীকরণকে $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$\omega^2 = 125 \Rightarrow \omega = \sqrt{125} = 5\sqrt{5}$

$\Rightarrow 2\pi f = 5\sqrt{5} \Rightarrow f = \frac{5\sqrt{5}}{2\pi}$

$\therefore f = 1.78$ Hz (Ans.)

T-02: সরল ছন্দিত স্পন্দন

Concept

- কৌণিক বেগ বা কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$; [k= বল ধ্রুবক, m = কণার ভর]
- দোলনকাল, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; [উল্লম্ব/ অনুভূমিক যেকোনো স্প্রিং এর জন্য]
- কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$
- একটি স্প্রিং এর প্রান্তে m ভর যুক্ত করলে যদি e পরিমাণ প্রসারিত হয়, তাহলে স্প্রিংটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$
- δ = দশা ধ্রুবক/আদি দশা

বিষয়	সরণ (x)	বেগ (v)	ত্বরণ (a)
সময়ের ফাংশন	$A\sin(\omega t + \delta)$	$\omega A\cos(\omega t + \delta)$	$-\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$
অবস্থানের ফাংশন	x	$\pm\omega\sqrt{A^2 - x^2}$	$-\omega^2 x$
সর্বোচ্চ মান	A	$\lvert\pm\omega A\rvert$ [যখন, $x = 0$] $= \omega A$	$\lvert\pm\omega^2 A\rvert$ [যখন, $x = \pm A$] $= \omega^2 A$

লক্ষণীয়: এই অংকগুলো সমাধান করার সময় ক্যালকুলেটর Radian Mode এ নিতে হবে।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. সানি ও রনি দুটি দোলক নিয়ে পরীক্ষা করছে। সানির দোলকটি সেকেন্ড দোলক। এটির ভর **50gm** এবং বিস্তার **10 cm**। রনির দোলকটির ভর **70gm**, পর্যায়কাল **5 sec** এবং বিস্তার **7 cm**। **[DB'24]**

(গ) সাম্যাবস্থান থেকে **6 cm** অবস্থানে সানির দোলকটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, সানির দোলকটি একটি সেকেন্ড দোলক,

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T = 2s$

$\therefore$ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ \text{rads}^{-1}$

বিস্তার, $A = 10\ \text{cm}$; সরণ, $x = 6\ \text{cm}$

$\therefore$ বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = \pi\sqrt{10^2 - 6^2}$

$= 8\pi\ \text{cms}^{-1} = 25.133\ \text{cms}^{-1}$ **(Ans.)**

02. **30 cm** দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিংকে কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিয়ে মুক্ত প্রান্তে **200 g** ভরের বস্তু যুক্ত করার ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে **35 cm** হলো। এর পর ভরটিকে **4 cm** টেনে ছেড়ে দেওয়ায় বিনা বাঁধায় উল্লম্ব তলে স্প্রিংটি (ভরসহ) দুলতে লাগলো। **[Ctg.B'24]**

(গ) স্প্রিংয়ের স্পন্দনের কম্পাঙ্ক (f) নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, প্রযুক্ত ভর, $m = 200g = 0.2\ \text{kg}$

ভর ঝুলানোর ফলে সম্প্রসারণ,

$e = (35 - 30)\text{cm} = 5\ \text{cm} = 0.05\ \text{m}$

বল ধ্রুবক, k হলে, $mg = ke$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{e} = \frac{0.2\times 9.8}{0.05} \Rightarrow k = 39.2\ \text{Nm}^{-1}$

আমরা জানি, কম্পাঙ্ক,

$f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\times 3.1416}\times\sqrt{\frac{39.2}{0.2}} = 2.23\ \text{Hz}$ **(Ans.)**

03. দুটি সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত বস্তুর একটির গতির সমীকরণ $x = 8\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ মিটার এবং অপরটির গতির সমীকরণ, $x = 10\sin(12\pi t)$ মিটার (উভয় বস্তুর ভর সমান)। **[BB'24]**

(গ) **2 sec** পর সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত ১ম বস্তুর বেগ কত? ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

প্রথম বস্তুর সরণের সমীকরণ, $x = 8\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\text{m}$

$\therefore$ বস্তুটির বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = -8\times 6\pi\sin\left(6\pi t + \frac{\pi}{t}\right)$

$= -48\pi\sin\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)\ \text{ms}^{-1}$

এখন, সময়, $t = 2\ \text{sec}$ পর বস্তুটির বেগ,

$v = -48\pi\sin\left(6\pi\times 2 + \frac{\pi}{2}\right)\ \text{ms}^{-1}$

$= -48\pi = -150.8\ \text{ms}^{-1}$ **(Ans.)**

04. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল **0.1 kg** ভরের কোনো কণার সরণের সমীকরণ, $x = 0.1\sin\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right)$ (সকল রাশি এস আই এককে প্রদত্ত) **[JB'24]**

(গ) সর্বোচ্চ বিস্তারে কণাটির উপর ক্রিয়ারত প্রত্যয়নী বল বের কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, কণার ভর, $m = 0.1\ \text{kg}$

সরণের সমীকরণ, $x = 0.1\sin\left(0.5\pi t + \frac{\pi}{5}\right)$

সরণের সমীকরণটিকে, $x = A\sin(\omega t + \delta)$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $\omega = 0.5\pi\ \text{rads}^{-1}$ এবং বিস্তার, $A = 0.1\ \text{m}$

বল ধ্রুবক,

$k = m\omega^2 = 0.1\times(0.5\pi)^2 = 0.24674\ \text{Nm}^{-1}$

আমরা জানি, সর্বোচ্চ বিস্তারে প্রত্যয়নী বল,

$F = kA = 0.24674\times 0.1 = 0.024674\ \text{N}$ **(Ans.)**

CamScanner

05. নগণ্য ভরের একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে 100 gm ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে দিলে স্প্রিংটি 16 cm প্রসারিত হয়। বস্তুটিকে টেনে ছেড়ে দিলে এটি 10 cm বিস্তারে স্পন্দিত হয়। ভবিষ্যতে এই পর্যবেক্ষণটি চন্দ্রপৃষ্ঠে করা হবে। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে চন্দ্রের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 গুণ এবং 4 গুণ। পৃথিবী পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$। [MB'24]

(গ) সরল ছন্দিত স্পন্দনে দোলরত ঝুলন্ত বস্তুটির সর্বোচ্চ ত্বরণ কত? ৩

(ঘ) পর্যবেক্ষণটি চন্দ্রপৃষ্ঠে করলে পৃথিবীর পৃষ্ঠের তুলনায় দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, ঝুলানো বস্তুর ভর,

$m = 100\ gm = 0.1\ kg$

বিস্তার, $A = 10\ cm = 0.1\ m$

100 gm ভর ঝুলানো হলে প্রসারণের পরিমাণ,

$e = 16\ cm = 0.16\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

বল ধ্রুবক k হলে

আমরা জানি, $mg = ke$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{e} = \frac{0.1\times9.8}{0.16} \therefore k = 6.125\ Nm^{-1}$

আবার, কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{6.125}{0.1}}$

$\therefore \omega = \frac{7\sqrt{5}}{2}\ rads^{-1}$

আমরা জানি,

সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = \omega^2 A = \left(\frac{7\sqrt{5}}{2}\right)^2 \times 0.1$

$= 6.125\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 6.125\ Nm^{-1}$

দেওয়া আছে, ঝুলানো ভর, $m = 100\ gm = 0.1\ kg$

আমরা জানি, স্প্রিং এর পর্যায়কাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2 \times 3.1416 \times \sqrt{\frac{0.1}{6.125}} = 0.803\ sec$$

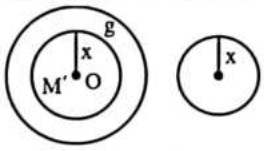
দোলনকালের সূত্র হতে পাই, স্প্রিং এর পর্যায়কাল ঝুলানো ভর ও স্প্রিং ধ্রুবকের উপর নির্ভর করে। আমরা জানি, একটা নির্দিষ্ট স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক একটি ধ্রুব সংখ্যা। তাই পৃথিবী ও চাঁদে স্প্রিং ধ্রুবকের কোনো পরিবর্তন হবে না। আবার, পৃথিবী ও চাঁদে একই ভরের বস্তু ঝুলানো হয়েছে। সুতরাং, স্প্রিং ও ঝুলানো ভরের কোনো পরিবর্তন না হওয়ায় পৃথিবী ও চাঁদে স্প্রিংটির দোলনকালের কোনো পরিবর্তন হবে না অর্থাৎ উভয় স্থানে দোলনকাল একই থাকবে।

06. m ভরের একটি বস্তুকে পৃথিবীর কেন্দ্রগামী একটি সুড়ঙ্গের মধ্য দিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। পৃথিবীর পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $6.4 \times 10^6 m$ $[OP = 5 \times 10^5\ m]$ [CB'23]



(ঘ) উদ্দীপকে সুড়ঙ্গ পথে ছেড়ে দেওয়া বস্তুটির দোলনকাল নির্ণয় করা সম্ভব কি না, গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** সুড়ঙ্গ পথে ছেড়ে দিলে, যেকোনো অবস্থায় Q এর জন্য:



কেন্দ্র O থেকে g এর দূরত্ব $OQ = x$ আমরা x ব্যাসার্ধের গোলককে আলাদা করি এবং ধরি x ব্যাসার্ধের গোলকের ভর M' এবং আয়তন V'।

$F = -\frac{GmM'}{x^2}$ [(−) চিহ্ন দ্বারা আকর্ষণ বুঝায়]

এখন $M' = \rho V' = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3} \times \frac{4}{3}\pi x^3 = \frac{M}{R^3}x^3$

$\therefore F = -\frac{Gm}{x^2} \times \frac{M}{R^3}x^3 = \frac{-GMm}{R^3}x \Rightarrow ma = -\frac{GMm}{R^3}x \Rightarrow$

$a = \frac{-GM}{R^3}x \Rightarrow -\omega^2 x = -\frac{GM}{R^3}x \therefore \omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$

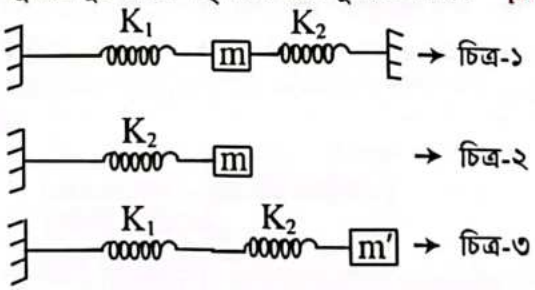
$\because \frac{GM}{R^3}$ ধ্রুবক; তাই, $\alpha \propto -x$; এখানে, $\omega^2 = \frac{GM}{R^3} \therefore \omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{GM}{R^3}}} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{GM}{R^2}\times\frac{1}{R}}} = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{6.4\times10^6}{9.8}}$

$= 5077.58\ s = 84.62\ min$

$\therefore$ সুড়ঙ্গ পথে বস্তুর দোলনকাল 84.62 min

07. দুটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $K_1 = 1000\ Nm^{-1}$ এবং $K_2 = 2000\ Nm^{-1}$. $m = 4.5\ kg$ ও m' ভরের দুটি বস্তু চিত্র অনুসারে যুক্ত থেকে মসৃণ মেঝেতে দুলতে সক্ষম। [DB'22]



(গ) উদ্দীপকের ২নং-চিত্রে স্প্রিং এর কৌণিক কম্পাঙ্ক কত হবে? ৩

(ঘ) $m' = 1\ kg$ হলে উদ্দীপকের ১নং ও ৩নং চিত্রের স্প্রিংগুলোর পর্যায়কাল সমান হবে– বক্তব্যটি যাচাই কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, স্প্রিং ধ্রুবক, $K_2 = 2000\ Nm^{-1}$
এবং ভর, $m = 4.5\ kg$; স্প্রিং এর কৌণিক কম্পাঙ্ক,

$\omega_2 = \sqrt{\frac{K_2}{m}} = \sqrt{\frac{2000}{4.5}} = 21.08\ rads^{-1}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** চিত্রে ১ম ক্ষেত্রে,

$K_P = K_1 + K_2 = 1000 + 2000 = 3000\ Nm^{-1}$

পর্যায়কাল, $T_P = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_P}} = 2\pi\sqrt{\frac{4.5}{3000}} = 0.2433\ s$

চিত্রে ৩য় ক্ষেত্রে, $K_S = \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{2000}\right)^{-1}$
$= 666.67\ Nm^{-1}$

পর্যায়কাল, $T_s = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{K_S}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{666.67}} = 0.2433\ s$

$\therefore T_P = T_s$ অর্থাৎ, পর্যায়কাল সমান হবে।

08. নাফিস পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে **550 g** ভরের একটি বস্তুকে একটি ঝুলন্ত সুতার একপ্রান্তে বেঁধে দোল দিয়ে দেখল যে, এটি 5 সেকেন্ডে 3 বার স্পন্দিত হচ্ছে। দোলনের কোনো এক সময় বস্তুটির সরণ **6 cm** এবং দোলনের বিস্তার **11 cm**। **[CB'22; RB'17]**

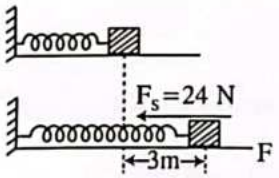
(ঘ) উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** $\omega = 3 \times \frac{2\pi}{5} = \frac{6\pi}{5}\ rads^{-1}$

উদ্দীপক হতে ভর, $m = 550\ gm = 0.55\ kg$
আর সরণ, $x = 0.06m$ এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$
বস্তুর ওজন, $W = mg = (0.55 \times 9.8) = 5.39\ N$
x সরণে ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$
$= -\left(\frac{6\pi}{5}\right)^2 \times (0.06) = -0.85\ ms^{-1}$
বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল, $F = ma = 0.55 \times (-0.85)$
$= -0.4675N$

$\therefore$ ঋণাত্মক চিহ্ন প্রত্যয়নী বল বুঝায়।
$|-0.4675| = 0.4675\ N < 5.39\ N$
$\therefore$ উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম।

09. নিচের চিত্রে অতি নগণ্য ভরের একটি স্প্রিংকে অনুভূমিক মসৃণ টেবিলের উপর রেখে এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে অপর প্রান্তে **3.5 kg** ভর যুক্ত করা হয়েছে। বস্তুটিকে সাম্যাবস্থান হতে **3m** সরণ ঘটালে স্প্রিংটিতে **24N** প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে। **[BB'21]**



(গ) প্রসারিত অবস্থা হতে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি কত কম্পাঙ্কে স্পন্দিত হবে? ৩

(ঘ) স্প্রিং এ সংযুক্ত ভরের কীরূপ পরিবর্তন করলে স্প্রিংটি সেকেন্ড দোলকে পরিণত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** $x = 3m, F_s = 24N \therefore k = \frac{24}{3}\ Nm^{-1} = 8\ Nm^{-1}$

$k = m\omega^2 \Rightarrow 8 = 3.5 \times (2\pi f)^2 \Rightarrow f = 0.24062\ Hz$

(ঘ) **উত্তর:** স্প্রিংটির পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.24062}\ s = 4.15594s$

সেকেন্ড দোলক হতে হলে, পর্যায়কাল $T = 2s$

$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{8}} \Rightarrow \frac{1}{\pi^2} = \frac{m}{8}$

$\Rightarrow m = \frac{8}{\pi^2}kg = 0.811\ kg$

$\therefore$ ভর কমাতে হবে $= (3.5 - 0.811)\ kg$
$= 2.689\ kg$ **(Ans.)**

10. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল **0.5kg** ভরের কণা সাম্যাবস্থান হতে **0.015m** টেনে ছেড়ে দিলে এটি **0.12m** বিস্তারে দুলে। এটির ব্যবকলনীয় সমীকরণ নিম্নরূপ:

$\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2 x = 0$। **[CB'21]**

(গ) কণার দশা ধ্রুবক বের কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $m = 0.5\ kg$

$A = 0.12m$
$x = 0.015m$
$t = 0s$
$x = A\sin(\omega t + \delta) \Rightarrow 0.015 = 0.12\sin(0 + \delta)$
$\Rightarrow \delta = \sin^{-1}\frac{0.015}{0.12} \Rightarrow \delta = 7.181°$
$\delta = 0.1253$ রেডিয়ান
$\therefore$ দশা ধ্রুবক, $\delta = 0.1253$ রেডিয়ান **(Ans.)**

11. একটি স্প্রিংকে (ভর উপক্ষেণীয়) উল্লম্বভাবে ঝুলিয়ে এর নিচ প্রান্তে **300 gm** ভরের একটি বস্তুকে মুক্তভাবে ঝুলিয়ে দিলে এটি **4cm** প্রসারিত হয় এবং বস্তুটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে **8 cm** বিস্তারে এটি স্পন্দিত হয়। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ **[MB'21]**

(গ) বস্তুটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটির ভর **500 gm** হলে স্প্রিংটির কম্পাঙ্কের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** এখানে, $m = 0.3\ kg$

$e = 0.04\ m$
$A = 0.08\ m$
$mg = ke$
$\Rightarrow k = \frac{mg}{e} = \frac{0.3 \times 9.8}{0.04}\ Nm^{-1} = 73.5\ Nm^{-1}$
$k = m\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m}$
$\therefore a_{max} = \omega^2 A$
$= \frac{k}{m}A = \frac{73.5}{0.3} \times 0.08 = 19.6\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

[বি.দ্র: প্রশ্নটি ত্রুটিপূর্ণ। যথেষ্ট তথ্য না থাকায় সর্বোচ্চ ত্বরণ নির্ণয় করা হয়েছে।]

(ঘ) উত্তর: ভর 300 g থাকা অবস্থায়, কম্পাঙ্ক $f_1 = \frac{\omega}{2\pi}$

$= \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m_1}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{73.5}{0.3}} = 2.5$ Hz

ভর 500 g হলে, $f_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m_2}}$

$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{0.3}{0.5}} \Rightarrow f_2 = 0.775\, f_1$

$\therefore f_2 = 0.775 \times 2.5$ Hz $= 1.937$ Hz

$\therefore$ কম্পাঙ্ক হ্রাস পাবে $= (2.5 - 1.931)$Hz $= 0.563$ Hz

12. শিক্ষার্থী জারা একটি স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তে **20 gm** ভর ঝুলিয়ে দিলে **5 cm** প্রসারিত হয়। এরপর ভরটিকে **10 cm** টেনে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি দুলতে থাকল। পরবর্তীতে স্প্রিংটির অর্ধেক কেটে বিচ্ছিন্ন করে একই ভর ঝুলিয়ে পূর্বের ন্যায় দোলন সৃষ্টি করে দোলনকাল পর্যবেক্ষণ করল। [মাইলস্টোন কলেজ]

(ঘ) স্প্রিংটি অর্ধেক বিচ্ছিন্ন করার পর জারা দোলনকালের কোনো পরিবর্তন লক্ষ্য করবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দেখাও। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, $m = 20$ g $= 0.02$ kg এবং

$e = 5$ cm $= 0.05$ m

স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক k হলে,

$k = \frac{mg}{e} = \frac{0.02 \times 9.8}{0.05} = 3.92\ \text{Nm}^{-1}$

অর্ধেক বিচ্ছিন্ন করার পর নতুন স্প্রিং ধ্রুবক,

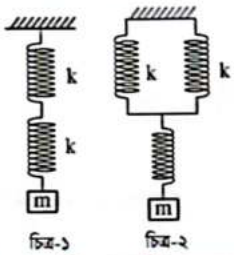
$k' = 2k = 7.84\ \text{Nm}^{-1}$

১ম ক্ষেত্রে দোলনকাল T এবং ২য় ক্ষেত্রে T′ হলে,

$\frac{T}{T'} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}}} = \frac{\sqrt{k'}}{\sqrt{k}} = \sqrt{\frac{2k}{k}} = \sqrt{2} \Rightarrow T' = \frac{T}{\sqrt{2}}$

অর্থাৎ, স্প্রিং বিচ্ছিন্ন করার পর দোলনকাল $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুণ হবে।

13. একটি কণার সরলদোলন গতির সমীকরণ $y = 25\sin(\omega t + \varphi)$। এখানে, $k = 2000\ \text{Nm}^{-1}$, ভর, $m = 4$ kg, পর্যায়কাল 40 sec আদি সরণ, 8 cm।



চিত্র-১ চিত্র-২

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]

(গ) আদি দশা ও 7 sec পর দশা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে দুটি চিত্রের কোনটির পর্যায়কাল বড়? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $y = 25\sin(\omega t + \varphi)$

পর্যায়কাল, $T = 40$ s

$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{40} = \frac{\pi}{20}$

আদিদশার ক্ষেত্রে, $t = 0$

আদি সরণ, $y_0 = 8$ cm $\therefore 8 = 25\sin\left(\frac{\pi}{20} \times 0 + \varphi\right)$

$\Rightarrow \varphi = \sin^{-1}\frac{8}{25} = 18.66°$

7s পর দশা, $\varphi_7 = 7\omega + \varphi = 7 \times \frac{180\pi}{20\pi} + 18.66°$

$= 81.66° = 1.425$ rad **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে,

$k = 2000\ \text{Nm}^{-1}$ এবং

$m = 4$ kg

১ম চিত্রে, তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক, $k_s = (k^{-1} + k^{-1})^{-1}$

$= \frac{k}{2} = \frac{2000}{2} = 1000\ \text{Nm}^{-1}$

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T_s = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_s}} = 2\pi\sqrt{\frac{4}{1000}} = 0.397$ s

২য় চিত্রে তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক, $k_p = \{(k + k)^{-1} + k^{-1}\}^{-1}$

$= \frac{2k}{3} = \frac{2\times2000}{3} = 1333.33\ \text{Nm}^{-1}$

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T_p = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_p}} = 2\pi\sqrt{\frac{4}{1333.33}} = 0.344$ s

যেহেতু $T_s > T_p$ সেহেতু ১ম চিত্রে পর্যায়কাল বেশি।

নিজে করো

14. নগণ্য ভরের 30 cm দীর্ঘ কোনো স্প্রিং এর এক প্রান্ত কোনো দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে অপর প্রান্তে 2kg ভর ঝুলালে স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য 35 cm হয়। ভর সংযুক্ত থাকা অবস্থায় স্প্রিংটিকে টেনে দৈর্ঘ্য 39 cm করে ছেড়ে দেয়া হলো। একজন শিক্ষার্থী 2.24 sec ও 4.48 sec পর বেগ পরিমাপ করল। [Ctg.B'21]

(গ) স্প্রিংটির দোলনকাল নির্ণয় কর। [Ans. 0.4488s]

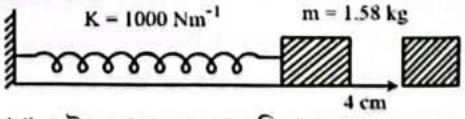
(ঘ) উভয়ক্ষেত্রে পরিমাপকৃত বেগ একই হবে কিনা? যাচাই কর। [Ans: পরিমাপকৃত বেগ একই হবে না]

15. কোনো স্থানে $6\ \text{Nm}^{-1}$ এবং $3\ \text{Nm}^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট দুটি স্প্রিং শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত আছে। এ অবস্থায় এদের উপর 0.6 N বল প্রয়োগ করা হলো। উক্ত স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান, $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$। [SB'21]

(গ) প্রথম স্প্রিং কতটুকু প্রসারিত হবে নির্ণয় কর। [Ans: 0.1 m]

(ঘ) উদ্দীপকের স্প্রিং দুটিকে শ্রেণি সমবায়ের পরিবর্তে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে উভয় সমবায়ের মিলিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক এক না ভিন্ন হবে - গাণিতিকভাবে যাচাই কর। [Ans: উভয় সমবায়ের মিলিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক সমান হবে না, ভিন্ন হবে]

16. ঘর্ষণবিহীন অনুভূমিক তলে স্প্রিংটিকে 4 cm প্রসারিত করে ছেড়ে দেয়া হলো। [JB'19]

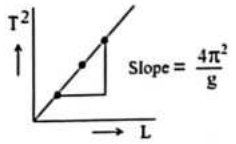


(গ) সৃষ্ট কম্পনের কম্পাঙ্ক হিসাব কর। [Ans. 4 Hz]

T-03: সরলদোলক

Concept

- সরলদোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- সরলদোলকের সাহায্যে g নির্ণয়: $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \therefore g = \frac{4\pi^2}{\frac{T^2}{L}} = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$



- কার্যকর ত্বরণ হল ববের/দোলকের উপর ত্বরণ,
  (i) একটি লিফট f ত্বরণে উঠলে এর মধ্যে অবস্থিত দোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+f}}$ [কার্যকর ত্বরণ = $g + f$]
  (ii) একটি লিফট f ত্বরণে নিচে নামলে এর মধ্যে অবস্থিত দোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g-f}}$ [কার্যকর ত্বরণ = $g - f$]
  (iii) মহাকাশে বা পৃথিবীর কেন্দ্রে যেখানে $g \to 0$, সেখানে, $T = 2\pi \times \sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$
- একটি সেকেন্ড দোলক ঘণ্টায় x sec দ্রুত বা ধীরে চললে, পরিবর্তিত $T = \frac{2\times3600}{3600 \pm x}$ s
- পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয়:
  একটি দোলকের ভূ-পৃষ্ঠে দোলনকাল T_1 এবং H উচ্চতার পাহাড়ে দোলনকাল T_2 হলে,
  $H = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right)R$
  যেখানে, R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = 6.4×10^6 m
- খনির গভীরতা নির্ণয়:
  একটি সরল দোলকের ভূ-পৃষ্ঠে দোলনকাল T_1 এবং d গভীরতার খনিতে দোলনকাল T_2 হলে, $d = \left[1 - \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2\right]R$

◉ কখন (+) sign হবে → যদি বলা থাকে,
(i) x sec দ্রুত চলে
(ii) x sec লাভ করে
(iii) x টি অর্ধদোলন বেশি দেয়
(iv) $\frac{x}{2}$ টি দোলন বেশি দেয়
এই সকল ক্ষেত্রে দোলক দ্রুত চলবে
◉ (−) sign এর ক্ষেত্রে উল্টা হবে

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. পৃথিবীর কেন্দ্র হতে $\frac{2R}{3}$ ও $\frac{4R}{3}$ দূরে দুটি অবস্থান A ও B। এখানে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6400$ km। পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ড দোলক সঠিক সময় দেয় এবং এর দোলনের বিস্তার 5 cm। পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$। [RB, Din.B'24]

(গ) পৃথিবী পৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকটির ভরের সর্বোচ্চ বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সেকেন্ড দোলকটি A ও B অবস্থানে নিয়ে গেলে দিনে একই পরিমাণ সময় হারাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পৃথিবী পৃষ্ঠে সরল দোলকটি সঠিক সময় দেয়। সুতরাং, দোলকটির পর্যায়কাল = 2 sec

$\therefore$ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ rads^{-1}$

বিস্তার, $A = 5\ cm = 0.05m$

$\therefore$ সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = \omega A = \pi \times 0.05 = 0.1571\ ms^{-1}$

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, ভূ-পৃষ্ঠে দোলনকাল T, অভিকর্ষজ ত্বরণ g
A অবস্থানে দোলনকাল T_A, অভিকর্ষজ ত্বরণ g_A
B অবস্থানে দোলনকাল T_B, অভিকর্ষজ ত্বরণ, g_B

পৃষ্ঠ থেকে A এর দূরত্ব, $d_A = R - \frac{2R}{3} = \frac{R}{3}$

পৃষ্ঠ থেকে B এর দূরত্ব, $h_B = \frac{4R}{3} - R = \frac{R}{3}$

$\therefore g_A = g\left(1 - \frac{d_A}{R}\right) \Rightarrow \frac{g_A}{g} = 1 - \frac{d_A}{R} \Rightarrow \sqrt{\frac{g_A}{g}} = \sqrt{1 - \frac{d_A}{R}}$

$\Rightarrow \frac{T}{T_A} = \sqrt{1 - \frac{d_A}{R}} \Rightarrow T_A = \frac{T}{\sqrt{1-\frac{d_A}{R}}} = \frac{2}{\sqrt{1-\frac{1}{3}}} = 2.4495$ s

ধরি, A অবস্থানে দিনে n_A সময় হারায়।

$\therefore T_A = 2 \times \frac{86400}{86400 - n_A} \Rightarrow 2.4495 = \frac{2\times86400}{86400-n_A}$

$\Rightarrow n_A = 158755$ s

আবার, $g_B = g\frac{R^2}{(R+h_B)^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{g}{g_B}} = 1 + \frac{h_B}{R} \Rightarrow \frac{T_B}{T} = 1 + \frac{h_B}{R}$

$\Rightarrow T_B = T\left(1 + \frac{h_B}{R}\right) = 2\left(1 + \frac{1}{3}\right) = 2.667$ s

ধরি, B অবস্থানে দিনে n_B সময় হারায়।

$\therefore T_B = \frac{2\times86400}{86400 - n_B}$

$\Rightarrow 2.667 = \frac{2\times86400}{86400-n_B} \therefore n_B = 21600$ s

$\because n_A \neq n_B$

অতএব A ও B অবস্থানে একই পরিমাণ সময় হারাবে না।

CamScanner

02. ফাহিম বান্দরবনে বেড়াতে গিয়ে একটি দোলককে পাহাড়ের পাদদেশে নিয়ে গেলে 2 sec এ একটি পূর্ণদোলন সম্পন্ন করে। এরপর সে দোলকটিকে উক্ত পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে সেটি ঘণ্টায় 30 sec সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাস 12800 km। [CB'24]

(গ) উদ্দীপকের পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটির দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে কী ব্যবস্থা নিতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(গ) **উত্তর:** আদি পর্যায়কাল, $T_1 = 2\ s$

চূড়ান্ত পর্যায়কাল, $T_2 = T_1 \times \frac{3600}{3600-n}$

$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{3600}{3600-30} = \frac{3600}{3570}$ [n = হারানো সময় 30 s]

আমরা জানি,

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{(R+h)^2}{R^2}} = 1 + \frac{h}{R}$

$\Rightarrow h = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) R = \left(\frac{T_2}{T_1} - 1\right) \times \frac{d}{2}$

[d = পৃথিবীর ব্যাস = 12800 km]

$\Rightarrow h = \left(\frac{3600}{3570} - 1\right) \times \frac{12800}{2}$

∴ পাহাড়ের উচ্চতা 53.78 km (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকাল,

$T_1 = 2 \times \frac{3600}{3600-30} = 2.016806723\ s$

দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে হলে, $T_2 = 2\ s$

আমরা জানি,

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

$\Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 = \left(\frac{2}{2.016806723}\right)^2 = 0.9834$

$\Rightarrow 1 - \frac{L_2}{L_1} = 1 - 0.9834 = 0.0166$

$\Rightarrow \frac{L_1 - L_2}{L_1} = 0.0166$

$\Rightarrow \frac{\Delta L}{L} \times 100\% = 0.0166 \times 100\% = 1.66\%$

∴ দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে হলে দোলকের দৈর্ঘ্যকে 1.66% কমাতে হবে।

03. পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে ব্যবহৃত একটি সেকেন্ড দোলকের গ্রীষ্মকালে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় দোলনকাল 2.1 s হয়। সঠিক সময় পাওয়ার জন্য একজন ছাত্র এর দৈর্ঘ্য 2% কমিয়ে দেয়। ($g = 9.81\ ms^{-2}$) [CB, BB'23]

(গ) স্বাভাবিক অবস্থায় দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে ছাত্রটি সফল হবে কি না গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $g = 9.81\ ms^{-2}$

দোলনকাল, $T = 2\ s$; কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = ?$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{9.81}} \Rightarrow L = \frac{9.81}{\pi^2}$

$\Rightarrow L = 0.99396\ m = 99.396\ cm$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2.1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{9.81}}$

দেওয়া আছে,

দোলনকাল, $T = 2.1\ s$

$g = 9.81\ ms^{-2}$

$\Rightarrow L = \frac{(2.1)^2}{(2\pi)^2} \times 9.81 \Rightarrow L = 1.0958\ m$

দৈর্ঘ্য 2% কমালে,

$L = 1.0958 - 1.0958 \times 2\% = 1.073925\ m$

এখন, $T' = 2\pi\sqrt{\frac{1.0739}{9.81}} = 2.078\ s \therefore T' \neq 2\ s$

সুতরাং, ছাত্রটি সফল হবে না।

04. একটি সেকেন্ড দোলকের সিলিন্ডার আকৃতির বব পানিপূর্ণ অবস্থায় আছে। ববের দৈর্ঘ্য 8 cm। [BB'23; Ctg.B'22]

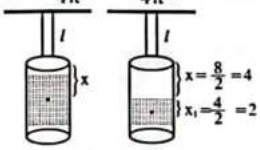
(ঘ) ববটি অর্ধেক খালি করলে তখন দোলকটি দ্রুত না ধীরে চলবে? গাণিতিকভাবে যাচাই করে মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, সুতার দৈর্ঘ্য l, এবং সিলিন্ডারের ভরকেন্দ্র সুতার প্রান্ত থেকে x পরিমাণ নিচে, তখন কার্যকরী দৈর্ঘ্য,

$L = l + x$

∴ কার্যকরী দৈর্ঘ্য,

$L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{9.8 \times 2^2}{4\pi^2} = 0.9929\ m = 99.29\ cm$



যদি অর্ধেক খালি করা হয় তখন ভরকেন্দ্র আরও x_1 পরিমাণ নিচে নেমে যায়।

তখন দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L_2 = (l + x + x_1)$

এখন, সুতার দৈর্ঘ্য,

$l = 99.29 - 4 = 95.29\ cm = 0.9529\ m$

দ্বিতীয় দশায়, কার্যকরী দৈর্ঘ্য,

$L_2 = (95.29 + 4 + 2) = 101.29\ cm = 1.0129\ m$

$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.0129}{9.8}} = 2.02\ s$

যেহেতু, $T_2 > 2$

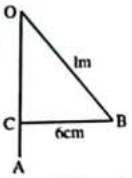
∴ দোলক ধীরে চলবে।

05. একটি সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 1 m এবং বিস্তার 6 cm। দোলকটিকে প্রথমে P স্থানে নিয়ে যাওয়া হলে দোলনকাল 1.5 sec এবং এর পর Q স্থানে নিয়ে গেলে দোলনকাল 2 sec পাওয়া গেল। [MB'23]

(গ) দোলকের সাম্যাবস্থানে বেগ নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) কোন স্থানের উচ্চতা বেশি ছিল? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) উত্তর:



চিত্র থেকে, OB = 1m, BC = 6 cm = 0.06 m

$\therefore OC = \sqrt{1^2 - 0\cdot 06^2} = 0.9982$ m

$\therefore AC = 1 - 0.9982 = 1.8 \times 10^{-3}$m

$v^2 = 0^2 + 2gAC = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 1.8 \times 10^{-3} = 0.03528$

$\Rightarrow v = \sqrt{0.03528} = 0.1878\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

বিকল্প:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{9.8}} = 2.007$ s

$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2.007} = 3.13$ s

$\therefore$ সর্বোচ্চ বেগ,

$v_{max} = \omega A = 3.13 \times 0.06 = 0.1878\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: P স্থানে: $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g_p}}$

$\Rightarrow 1.5 = 2\pi\sqrt{\frac{1}{g_P}} \Rightarrow \frac{1}{g_P} = \left(\frac{1.5}{2\pi}\right)^2 \Rightarrow g_P = 17.54\ ms^{-2}$

Q স্থানে: $T = 2\pi\sqrt{\frac{1}{g_q}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{1}{g_q}}$

$\Rightarrow g_q = \left(\frac{2\pi}{2}\right)^2 = 9\cdot 8696\ ms^{-2}$

এখন, আমরা জানি, $g \propto \frac{1}{x^2}$ অর্থাৎ, g এর মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

অর্থাৎ, যে স্থানে g এর মান কম যেখানে উচ্চতা বেশি,

$\frac{g_p}{g_q} = \frac{x_q^2}{x_p^2} = \frac{x_q}{x_P} = \sqrt{\frac{g_p}{g_q}} \Rightarrow \frac{x_q}{x_p} = \sqrt{\frac{17.54}{9.8696}} = 1.333$

$\Rightarrow x_q = 1.33 \times x_p \therefore$ Q স্থানের উচ্চতা বেশি ছিল।

06. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। শামীম দোলকটিকে একটি উপগ্রহে নিয়ে গেল, যার ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ এবং ভর পৃথিবীর ভরের $\frac{1}{50}$ গুণ।

পৃথিবীর ভর 5.99×10^{24} kg। **[MB'22]**

(ঘ) 'দোলকটি উপগ্রহের পৃষ্ঠে পৃথিবীর তুলনায় ধীরে চলে'– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, T = 2s

ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উপগ্রহটির পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \frac{GM'}{(R')^2}$

$= \frac{G\frac{M}{50}}{\left(\frac{R}{4}\right)^2} = \frac{16}{50} \times \frac{GM}{R^2} = \frac{16}{50}g = \frac{16}{50} \times 9.8 = 3.136\ ms^{-2}$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

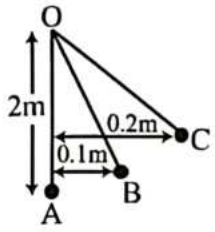
তাহলে, উপগ্রহে দোলকটির দোলনকাল T′ হলে,

$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{9.8}{3.136}} = 1.77 \Rightarrow T' = 1.77 \times 2 = 3.54$ s

যেহেতু, $T' > T$

$\therefore$ দোলকটি উপগ্রহের পৃষ্ঠে পৃথিবীর তুলনায় ধীরে চলে।

07. চিত্রে C বিন্দু একটি সরল দোলকের সর্বাধিক সরণ নির্দেশ করছে। ববের ভর 20 gm। **[JB'21]**



(গ) দোলকটির দোলনকাল 2.8s হলে ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, L = 2m ; T = 2.8s

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2.8 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow \left(\frac{2.8}{2\pi}\right)^2 = \frac{2}{g} \Rightarrow g = 10.071\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

08. অত্যধিক ঠাণ্ডার কারণে 'P' স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল এমনভাবে পরিবর্তিত হলো যে, ইহা দিনে 15 সেকেন্ড দ্রুত চলে। পরে এই দোলকটিকে একই তাপমাত্রার অপর একটি স্থানে 'N' তে নেয়া হলো। P স্থানের চেয়ে N স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণ 5% কম। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ **[CB'21]**

(গ) P স্থানে সেকেন্ড দোলকটির পরিবর্তিত দোলনকাল হিসাব কর। ৩

(গ) উত্তর: P অবস্থানে পর্যায়কাল T_P হলে, $\frac{T_P}{T} = \frac{86400}{86400+15}$

$\Rightarrow T_P = 0.99983 \times 2s \therefore T_P = 1.999653s$ **(Ans.)**

09. কোনো স্থানে একটি সরল দোলকের দোলনকাল 1.8 sec। উক্ত স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km। এরপর দোলকটিকে 712 km উচ্চতাবিশিষ্ট একটি পাহাড়ের চূড়ায় নেয়া হলো। **[Ctg.B'19]**

(গ) উদ্দীপকের দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য 80% বৃদ্ধি করলে দোলনকাল কত হবে? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটি সেকেন্ড দোলক হবে কি? গাণিতিক মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: দোলকের দোলনকাল, T = 1.8 s

80% বাড়ানোর পর নতুন দৈর্ঘ্য, L′ = 1.8L

নতুন দোলনকাল, T′

$\therefore T' = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.8L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \times \sqrt{1.8}$

$= T \times \sqrt{1.8} = 1.8 \times \sqrt{1.8} = 2.415$ s **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: $\frac{T'}{T} = \frac{R+h}{R}$

$\Rightarrow T' = 1.8 \times \frac{6400+712}{6400} = 2.00025$ s

যা 2 s অপেক্ষা 0.00025s বেশি। তাই এটি সেকেন্ড দোলক হবে না।

10. দৃঢ় অবলম্বন হতে 1m দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের দুটি তারের প্রত্যেকটির মুক্তপ্রান্তে 0.05kg ভর ঝুলানো হলো। তারগুলোর ব্যাস যথাক্রমে 2mm ও 4mm (ইয়ং এর গুণাঙ্ক = $2 \times 10^{11} Nm^{-2}$)। [DB, SB, JB, Din.B'18]

(ঘ) ভরসহ প্রত্যেকটি ঝুলানো তার সরল দোলকের ন্যায় আচরণ করলে কোনটি ধীরে চলবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** প্রথম তারের ক্ষেত্রে, $Y = \frac{FL}{A_1 l_1} \Rightarrow L_1 = \frac{FL}{A_2 Y}$

$= \frac{mgL}{\frac{1}{4}\pi d_1^2 Y} = \frac{0.05 \times 9.8 \times 1}{\frac{1}{4}\pi(2\times10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{11}} = 7.7986 \times 10^{-7}$ m

দ্বিতীয় তারের ক্ষেত্রে,

$Y = \frac{FL}{A_2 l_2} \Rightarrow l_2 = \frac{FL}{A_2 Y} = \frac{mgL}{\frac{1}{4}\pi d_2^2 Y}$

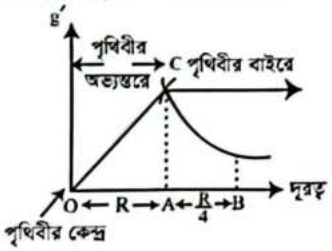
$= \frac{0.05 \times 9.8 \times 1}{\frac{1}{4}\pi(4\times10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{11}} = 1.94965 \times 10^{-7}$ m

পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L+l}{g}}$ $\therefore \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L+l_1}{L+l_2}}$

$= \sqrt{\frac{1+7.7986\times10^{-7}}{1+1.94965\times10^{-7}}} = 1.000000292$

$\therefore T_1 > T_2$; অতএব ১ম দোলকটি ধীরে চলবে।

11. উদ্দীপকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। পৃথিবীর ভর, $M = 6.0 \times 10^{24}$kg এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, R = 6400km। [DB'17]



(ঘ) একটি সেকেন্ড দোলককে A অবস্থান হতে B অবস্থানে নিলে সেকেন্ড দোলকটি দ্রুত না ধীরে চলবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** A অবস্থানটি হচ্ছে পৃথিবী পৃষ্ঠ এবং B অবস্থানটি হচ্ছে পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে $h = \frac{R}{4}$ উচ্চতায় একটি স্থান।

আমরা জানি, $g \propto \frac{1}{R^2}$

সুতরাং, A অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_A; B অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_B

$\frac{g_A}{g_B} = \left(\frac{R+\frac{R}{4}}{R}\right)^2 = \left\{\frac{R\left(1+\frac{1}{4}\right)}{R}\right\}^2 = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = \frac{25}{16}$ ..... (i)

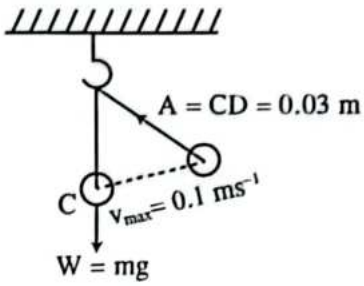
A অবস্থানে দোলকের পর্যায়কাল, $T_A = 2s$; B অবস্থানে দোলকের পর্যায়কাল = T_B

আমরা জানি, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ সুতরাং, $\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{g_B}{g_A}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5}$

$\Rightarrow T_B = \frac{5}{4} \times T_A = \frac{5}{4} \times 2 = 2.5s$

এখন, $T_B > T_A$ অর্থাৎ দোলকটি A অবস্থান থেকে B অবস্থানে নিলে ধীরে চলবে।

12. আদিবা পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি সরল দোলক (চিত্রানুযায়ী) নিয়ে কাজ করছিল। সে একটি নির্দিষ্ট সরণে সাম্যাবস্থা থেকে সরল দোলকটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান পেল। [SB'17]



(গ) উদ্দীপকের সরল দোলকটির পর্যায়কাল কত? ৩

(গ) **উত্তর:** সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = 0.1\ ms^{-1}$

বিস্তার, A = 0.03m

$\therefore$ কৌণিক বেগ, ω হলে, $v_{max} = \omega A$

$\Rightarrow \omega = \frac{v_{max}}{A} = \frac{0.1}{0.03} = 3.33\ rads^{-1}$

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{3.33} = 1.88$ sec **(Ans.)**

13. A-স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 1m এবং B-স্থানে 0.9m। দোলকে ব্যবহৃত ববের ব্যাসার্ধ 0.75cm। [Din.B'17]

(গ) A-দোলকটির ববের কৌণিক বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) A- হতে B তে কোনো বস্তু নিয়ে গেলে বস্তুটির ওজন বাড়বে না, কমবে? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। 8

(গ) **উত্তর:** সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, T = 2sec

$\therefore$ কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi\ rads^{-1}$

$= 3.14\ rads^{-1}$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, T = 2sec

$\therefore$ A স্থানে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য,

$L_A = 1m$ ও B স্থানে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য,

$L_B = 0.9m$

মনে করি, A ও B স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ যথাক্রমে g_A ও g_B

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L_A}{g_A}}$

$\Rightarrow g_A = \frac{4\pi^2 L_A}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 1}{2^2} ms^{-2} = 9.87\ ms^{-2}$ ও

$g_B = \frac{4\pi^2 L_B}{T^2} = \frac{4\pi^2 \times 0.9}{2^2} ms^{-2} = 8.88\ ms^{-2}$

কোনো বস্তুর ওজন, W = mg, যেহেতু B স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম, সেহেতু A থেকে B তে নিয়ে গেলে বস্তুর ওজন কমবে।

14. একটি ফাঁপা গোলক যুক্ত 1 m কার্যকর দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। পরে ফাঁকা গোলকের অর্ধেক একটি তরল দ্বারা পূর্ণ করলে 0.02 s দোলন বেড়ে যায়। [দিনাজপুর সরকারি কলেজ]

(ঘ) তরল প্রবেশ করানোর পর সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল বেড়ে গিয়েছিল কেন? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে,
L = পূর্বের কার্যকরী দৈর্ঘ্যে
L′ তরল দ্বারা পূর্ণ করার পর কার্যকরী দৈর্ঘ্য
পূর্বের দোলনকাল, T = 2 s
তরল প্রবেশ করানোর পরের দোলনকাল, T′ = 2.02 s

$$\frac{T}{T'} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}{2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}}} \Rightarrow \frac{2}{2.02} = \sqrt{\frac{L}{L'}} \Rightarrow L' = L \times (1.01)^2$$

$\Rightarrow L' = 1.0201l = 1.0201$ m
তরল প্রবেশ করানোর ফলে দোলকের ভরকেন্দ্র (1.0201 − 1)m = 0.0201 m নিচে নেমে গিয়েছিল। ফলে এর কার্যকর দৈর্ঘ্য বেড়ে যাওয়ায় দোলনকাল বৃদ্ধি পায়।

নিজে করো

15. ভূ-পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ড দোলক সঠিক সময় দেয়। এটিকে একটি খনিগর্ভে নিয়ে গেলে দৈনিক 20 sec ধীরে চলে। কিন্তু একটি পাহাড়ের শীর্ষে নিয়ে গেলে দৈনিক 1 মিনিট (এক মিনিট) ধীরে চলে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km। [Din.B'22]
(গ) উদ্দীপকে দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [Ans: 0.9929 m]
(ঘ) খনির গভীরতা ও পাহাড়ের উচ্চতা গাণিতিকভাবে তুলনা কর। [Ans: খনির গভীরতা 2962.61 m এবং পাহাড়ের উচ্চতা হলো 4447.533 m]

16. দুইটি সেকেন্ড দোলকের ববের ভর যথাক্রমে 80 gm ও 110 gm । রায়হান ও পাভেল পৃথকভাবে দোলক দুটিকে 12 cm বিস্তারে দুলতে দিল। রায়হান মন্তব্য করল তার দোলকটি বেশি শক্তি অর্জন করবে। [RB'22]
(গ) সাম্যাবস্থান হতে 10 cm দূরে পাভেলের দোলকটির বেগ নির্ণয় কর। [Ans. 0.2084 ms^{-1}]

17. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। একে চাঁদে নিয়ে গিয়ে দোলানো হলো। [পৃথিবীর ভর চাঁদের '81' গুণ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ চাঁদের ব্যাসার্ধের '4' গুণ] [SB'21]
(ঘ) কী যান্ত্রিক ব্যবস্থা গ্রহণ করলে উদ্দীপকের দোলকটির দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে- তার গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। [Ans: দৈর্ঘ্য 80.25% কমাতে হবে]

18. সাকিল একদিন একটি সেকেন্ড দোলককে A ও B নামক দুটি পাহাড়ের পাদদেশে নিয়ে গেলে সঠিক সময় পায়। কিন্তু সে লক্ষ করল A পাহাড়ের চূড়ায় গেলে দোলকটি ঘণ্টায় 30s সময় হারায় এবং B পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটির দোলনকাল পাওয়া যায় 2.0198s। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, R = 6.4×10^6m। পাহাড়দ্বয়ের পাদদেশে অর্থাৎ, ভূপৃষ্ঠে g = 9.8 ms^{-2}] [JB'21]
(গ) উদ্দীপকের সেকেন্ড দোলকটির দৈর্ঘ্য কত? [Ans: 0.9929 m]
(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে উভয় পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয়পূর্বক মতামত দাও কোন পাহাড়টি বেশি উঁচু? [Ans: B পাহাড়ের উচ্চতা বেশি]

19. অত্যধিক ঠাণ্ডার কারণে 'P' স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল এমনভাবে পরিবর্তিত হলো যে, ইহা দিনে 15 সেকেন্ড দ্রুত চলে। পরে এই দোলকটিকে একই তাপমাত্রার অপর একটি স্থানে 'N' তে নেয়া হলো। P স্থানের চেয়ে N স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণ 5% কম। [g = 9.8 ms^{-2}] [CB'21]
(ঘ) দোলকটিকে 'N' স্থানে সেকেন্ড দোলক হিসাবে ব্যবহারের জন্য কী পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। [Ans. দৈর্ঘ্য 4.967% কমাতে হবে]

20. একটি দোলক ঘড়ি পর্বতের পাদদেশে সঠিক সময় দেয় কিন্তু দোলকটি পর্বতের চূড়ায় উঠালে দুই ঘণ্টায় 8 সেকেন্ড সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাস 12800 km। [Din.B'21]
(গ) উদ্দীপকের আলোকে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় কর। [Ans: 7.11902 km]
(ঘ) পর্বতের চূড়ায় সঠিক সময় পেতে হলে দোলক ঘড়িটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য শতকরা কত পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিকভাবে দেখাও। [Ans: 0.222% কমাতে হবে]

21. রতন কলেজের গ্রীষ্মের ছুটি কাটাতে দাদার বাড়িতে বেড়াতে গিয়ে ধাতব পেন্ডুলামযুক্ত একটি দেয়াল ঘড়ি দেখতে পেল যার পেন্ডুলামটি 1s সময়ে বাম দিক হতে ডান দিকে যায়। ঘড়িটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে দিনে 120 s সময় হারাল। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R = 6450 km, g = 9.8 ms^{-2}] [DB'19]
(গ) উদ্দীপকের আলোকে পাহাড়ের উচ্চতা কত? [Ans: 8.9707 km]
(ঘ) ঘড়িটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে যাওয়ার পরও দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে কী ব্যবস্থা নিতে হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। [Ans: কার্যকরী দৈর্ঘ্য 0.277% কমাতে হবে।]

22. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। একে 9 km উচ্চতায় এভারেস্টের চূড়ায় নিয়ে গেলে প্রতি ঘণ্টায় 5 সেকেন্ড সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km। [BB'19]

(গ) এভারেস্টের চূড়ায় দোলকের দোলনকাল নির্ণয় কর।

[Ans. 2.00278 s]

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যাবলি হতে এভারেস্টের উচ্চতা নির্ণয় করে তার সঠিকতা যাচাই কর।

[Ans: 8.9 km যা 9 km হতে কম]

23. একটি সেকেন্ড দোলক কোনো একটি পাহাড়ের পাদদেশে সঠিক সময় দেয়। কিন্তু দোলকটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে প্রতি ঘণ্টায় 30 সেকেন্ড সময় ধীরে চলে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। [DB; Ctg.B'23; JB'21]

(গ) পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটির দোলনকাল নির্ণয় কর।

[Ans: 2.0168 s]

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে পাহাড়টির উচ্চতা নির্ণয় করা যাবে কিনা, তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

[Ans: পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় সম্ভব এবং উচ্চতা = 53781.51 m]

24. একটি পেন্ডুলাম ঘড়ি ভূ-পৃষ্ঠে প্রতি সেকেন্ডে 1টি অর্ধদোলন দেয়। কিন্তু পাহাড়ের উপর নিয়ে গেলে দৈনিক 100 s সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। [Ctg.B'23]

(ঘ) পাহাড়ের উপরে দোলকটিকে সেকেন্ডে দোলকে পরিণত করতে কী ব্যবস্থা করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: কার্যকরী দৈর্ঘ্য 2.2971×10^{-3} m কমাতে হবে]

25. পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 99 cm এবং ববের ব্যাস 0.6 cm। দোলকটিকে মঙ্গল গ্রহে নিয়ে যাওয়া হল। মঙ্গল গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের 0.11 গুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের 0.532 গুণ। [DB'21]

(গ) পৃথিবী পৃষ্ঠে দোলকটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

[Ans: 0.4999868 Hz]

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে দোলকটির কম্পাঙ্কের শতকরা পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: 37.6574% হ্রাস পাবে]

26. কোনো সুউচ্চ পাহাড়ে নিয়ে যাওয়ায় একটি সরলদোলক 10 ঘণ্টায় 11990 টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করলো। কিন্তু ভূ-পৃষ্ঠে দোলকটি 3s-এ একটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে। পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ 6400 km এবং সর্বোচ্চ শৃঙ্গ এভারেস্টের উচ্চতা 8.854 km। [ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2}] [DB'17]

(গ) সরলদোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

[Ans: 2.234m]

(ঘ) পাহাড়টি এভারেস্টের তুলনায় কত উচু বা নিচু ছিল তা গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

[Ans: পাহাড়টি এভারেস্ট হতে 3.516 km নিচুতে অবস্থিত]

T-04: সরল ছন্দিত কণার শক্তি

Concept

- $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$
- $E_p = \frac{1}{2}kx^2$
- $E = E_p + E_k = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m v_{max}^2$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01 সানি ও রনি দুটি দোলক নিয়ে পরীক্ষা করছে। সানির দোলকটি সেকেন্ড দোলক। এটির ভর 50gm এবং বিস্তার 10 cm। রনির দোলকটির ভর 70gm, পর্যায়কাল 5 sec এবং বিস্তার 7 cm। [DB'24]

(ঘ) সানি ও রনি উভয়ের দোলকের মধ্যে কার দোলকের শক্তি বেশি? বিশ্লেষণপূর্বক উত্তর দাও। 8

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, সানির দোলকটি একটি সেকেন্ড দোলক,

∴ পর্যায়কাল, $T = 2s$

∴ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi \text{ rads}^{-1}$

বিস্তার, $A_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}.$

ভর, $m_1 = 50 \text{ gm} = 50 \times 10^{-3} \text{ kg}$

বল ধ্রুবক, $k_1 = m_1\omega_1^2 = 50 \times 10^{-3} \times (\pi)^2$

∴ মোট শক্তি, $E_1 = \frac{1}{2}kA_1^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times 10^{-3} \times (\pi)^2 \times (0.1)^2$

$= 2.4674 \times 10^{-3} \text{ J}$

রনির দোলকের ক্ষেত্রে, ভর, $m_2 = 70 \text{ gm} = 70 \times 10^{-3} \text{ kg}$

বিস্তার, $A_2 = 7 \text{ cm} = 7 \times 10^{-2} \text{m}$

পর্যায়কাল, $T_2 = 5 \text{ s}$

∴ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2} = \frac{2\pi}{5} \text{ rads}^{-1}$

বল ধ্রুবক, $k_2 = m_2\omega_2^2 = 70 \times 10^{-3} \times \left(\frac{2\pi}{5}\right)^2$

∴ মোট শক্তি, $E_2 = \frac{1}{2}k_2A_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 70 \times 10^{-3} \times \left(\frac{2\pi}{5}\right)^2 \times (7 \times 10^{-2})^2$

$= 2.71 \times 10^{-4} \text{ J}$ ∴ $E_1 > E_2$

সুতরাং, সানির দোলকের শক্তি বেশি।

02. 30 cm দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিংকে কোনো দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলিয়ে দিয়ে মুক্ত প্রান্তে 200 g ভরের বস্তু যুক্ত করার ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেয়ে 35 cm হলো। এর পর ভরটিকে 4 cm টেনে ছেড়ে দেওয়ায় বিনা বাঁধায় উলম্ব তলে স্প্রিংটি (ভরসহ) দুলতে লাগলো। [Ctg.B'24]

(ঘ) সাম্যাবস্থান হতে 2 cm দূরে কোনো বিন্দুতে বস্তুটির স্পন্দনজনিত গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(ঘ) **উত্তর:** বল ধ্রুবক, $k = \frac{mg}{e} = \frac{0.2\times9.8}{(35-30)\times10^{-2}} = 39.2\ Nm^{-1}$

দেওয়া আছে, বিস্তার, $A = 4\ cm = 0.04\ m$

সাম্যাবস্থা হতে সরণ, $x = 2\ cm = 0.02\ m$

আমরা জানি, বিভবশক্তি,

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times 39.2 \times (0.02)^2 = 7.84 \times 10^{-3}\ J$

এবং গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2}\times 39.2 \times \{(0.04)^2 - (0.02)^2\} = 2.352 \times 10^{-2}\ J$

এখানে, $E_k \neq E_p$; সুতরাং, সাম্যাবস্থা হতে 2 cm দূরে গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে না।

03. দুটি সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত বস্তুর একটির গতির সমীকরণ $x = 8\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ মিটার এবং অপরটির গতির সমীকরণ, $x = 10\sin(12\pi t)$ মিটার (উভয় বস্তুর ভর সমান)। [BB'24]

(ঘ) উভয় সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত বস্তুর মোট শক্তি গাণিতিকভাবে তুলনা কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, বস্তুদ্বয়ের ভর, $m_1 = m_2 = m\ kg$

দেওয়া আছে,

১ম বস্তুর সরণের সমীকরণ, $x = 8\cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ ..... (i)

এবং ২য় বস্তুর সরণের সমীকরণ,

$x = 10\sin(12\pi t)$ ..... (ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণটিকে, $x = A\sin(\omega t + \delta)$এর সাথে তুলনা করে পাই,

১ম বস্তুর ক্ষেত্রে, বিস্তার, $A_1 = 8\ m$

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega_1 = 6\pi\ rads^{-1}$

∴ বল ধ্রুবক, $k_1 = m_1\omega_1^2 = m \times (6\pi)^2$

আমরা জানি, ১ম বস্তুর মোট শক্তি,

$E_1 = \frac{1}{2}k_1A_1^2 = \frac{1}{2}\times 36\pi^2 m \times 8^2 = 1152\pi^2 m\ J$

২য় বস্তুর ক্ষেত্রে, বিস্তার, $A_2 = 10\ m$

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega_2 = 12\pi\ rads^{-1}$

∴ বল ধ্রুবক, $k_2 = m_2\omega_2^2 = m \times (12\pi)^2 = 144\ \pi^2 m$

∴ ২য় বস্তুর মোট শক্তি, $E_2 = \frac{1}{2}\times k_2 \times A_2^2$

$= \frac{1}{2}\times 144\pi^2 m \times (10)^2 = 7200\ \pi^2 m\ J$

এখন, $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1152\ \pi^2 m}{7200\ \pi^2 m} = \frac{4}{25} \Rightarrow E_1 : E_2 = 4:25$

সুতরাং সরল ছন্দিত স্পন্দনে দ্বিতীয় বস্তুর মোট শক্তি বেশি হবে।

04. 2 kg ভরের একটি বস্তু 20 cm বিস্তার নিয়ে $5\frac{d^2x}{dt^2} + 625x = 0$ সমীকরণ অনুসারে কম্পিত হচ্ছে। কম্পন শুরুর 2 sec পরে গতিশক্তি K_1 এবং 2.5 sec পর গতিশক্তি হয় K_2। [SB'24]

(ঘ) উদ্দীপকের K_1 ও K_2 এর মান একই হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{625}{5}} = 5\sqrt{5}\ rads^{-1}$

দেওয়া আছে, বিস্তার, $A = 20\ cm$

আদি দশা, $\delta = 0\ rad$

বস্তুর ভর, $m = 2\ kg$

আমরা জানি, সরল দোলনগতি সম্পন্ন কোনো কণার সরণের সমীকরণ, $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$\therefore x = 20\sin(5\sqrt{5}t)$

এখন, 2 sec পর সরণ,

$x_1 = 20\sin(5\sqrt{5}\times 2) = -7.224\ cm = -0.07224\ m$

আবার, 2.5 sec পর সরণ,

$x_2 = 20\sin(5\sqrt{5}\times 2.5) = 6.36\ cm = 0.0636\ m$

বস্তুটির বল ধ্রুবক k হলে,

আমরা জানি, $k = m\omega^2 = 2\times(5\sqrt{5})^2 = 250\ Nm^{-1}$

এখন, 2 sec পর গতিশক্তি $k_1 = \frac{1}{2}k(A^2 - x_1^2)$

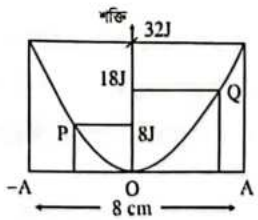
$= \frac{1}{2}\times 250 \times \{(0.2)^2 - (-0.07224)^2\} = 4.35\ J$

আবার, 2.5 sec পর গতিশক্তি, $k_2 = \frac{1}{2}k(A^2 - x_2^2)$

$= \frac{1}{2}\times 250 \times \{(0.2)^2 - (-0.0636)^2\} = 4.49\ J$

এখানে, $k_1 \neq k_2$; সুতরাং, k_1 ও k_2 এর মান একই হবে না।

05. একটি আদর্শ স্প্রিং এর শক্তির পরিবর্তন লেখচিত্রে দেখানো হলো: [BB'22]



(গ) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) P এবং Q বিন্দুতে স্প্রিংটির বেগের মানের তুলনা কর। ৪

(গ) **উত্তর:** উদ্দীপকের লেখচিত্রটি একটি আদর্শ স্প্রিংয়ের সরণের সাপেক্ষে বিভবশক্তির পরিমাণ নির্দেশ করে। কারণ সর্বোচ্চ সরণে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ। স্প্রিংটির বিস্তার,

$A = \frac{8}{2} = 4cm = 4 \times 10^{-2}\ m$

সর্বোচ্চ অবস্থানে বিভবশক্তি = 32 J

এখন, $\frac{1}{2}kA^2 = 32 \Rightarrow k = \frac{32\times2}{(4\times10^{-2})^2} = 4 \times 10^4\ Nm^{-1}$

(ঘ) **উত্তর:** P বিন্দুতে, বিভবশক্তি = 8J

$\therefore$ গতিশক্তি = $(32 - 8)J = 24\ J \Rightarrow \frac{1}{2}mv_P^2 = 24$

$\Rightarrow v_P^2 = \frac{24\times2}{m} \therefore v_P = \sqrt{\frac{48}{m}}$ Q বিন্দুতে, বিভবশক্তি = 18 J

$\therefore$ গতিশক্তি = $(32 - 18)J = 14\ J \Rightarrow \frac{1}{2}mv_Q^2 = 14$

$\Rightarrow v_Q^2 = \frac{14\times2}{m} \therefore v_Q = \sqrt{\frac{28}{m}}$

$\therefore$ P এবং Q বিন্দুতে স্প্রিংটির বেগের অনুপাত,

$\frac{v_P}{v_Q} = \frac{\sqrt{\frac{48}{m}}}{\sqrt{\frac{28}{m}}} = \sqrt{\frac{48}{28}} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{7}} = 2\sqrt{3} : \sqrt{7}$

06. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল **0.5kg** ভরের কণা সাম্যাবস্থান হতে **0.015m** টেনে ছেড়ে দিলে এটি **0.12m** বিস্তারে দুলে। এটির ব্যবকলনীয় সমীকরণ নিম্নরূপ:

$\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2x = 0$। **[CB'21]**

(ঘ) $t = 1.125$ সেকেন্ডে ও $t = 1.625$ সেকেন্ডে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

$x = A\sin(\omega t + \delta) \Rightarrow 0.015 = 0.12\sin(\omega \times 0 + \delta)$

$\therefore \delta = 0.1253$ rad

$A = 0.12m; \omega = 2\pi$

$\delta = 0.1253$ rad; $m = 0.5$ kg

এখন, $\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2x = 0$ কে $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$ সমীকরণের সাথে তুলনা করে,

$\omega^2 = 4\pi^2 \Rightarrow \omega = 2\pi\ rads^{-1}$

$T = 1.125s$ সময়ে $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$\Rightarrow x_1 = 0.12\sin(2\pi \times 1.125 + 0.1253)$

$\Rightarrow x_1 = 0.0948m \therefore E_P = \frac{1}{2}m\omega^2x_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.5 \times (2\pi)^2 \times (0.0948)^2 = 0.0887J$

$E_k = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x_1^2)$

$= \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4\pi^2(0.12^2 - 0.0948^2) = 0.0534J$

$\therefore E_{T_1} = E_P + E_k = 0.1421J$

$T = 1.625s$ এ $x = 0.12\sin(2\pi \times 1.625 + 0.1253)$

$= -0.0948m$

$\therefore E_P = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4\pi^2 \times (-0.0948)^2$

$= 0.0887J$

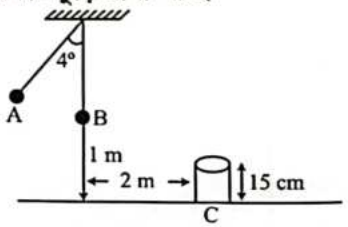
$E_k = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4\pi^2((0.12)^2 - (-0.0948)^2)J$

$= 0.0534J$

$E_{T_2} = E_P + E_k = 0.1421J$

অর্থাৎ, $E_{T_1} = E_{T_2}$ [যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে]

07. **1 cm** ব্যাস ও **100 g** ভরবিশিষ্ট একটি বব দৃঢ় অবলম্বন হতে **99.5 cm** সুতা দিয়ে ভূমি হতে **1m** উচ্চতায় ঝুলানো হলো। ববটিকে টেনে **A** অবস্থান হতে ছেড়ে দেয়া হলো। ববের সাম্যাবস্থান হতে **2m** অনুভূমিক দূরত্বে ভূমিতে **C** অবস্থানে একটি ঝুড়ি রাখা আছে।



[RB'19]

(গ) ববটির সর্বোচ্চ কৌণিক বেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি, সরলদোলকের সর্বোচ্চ বেগ সাম্যাবস্থান অতিক্রমের সময় হয়।

$\therefore mgh = \frac{1}{2}mv^2$

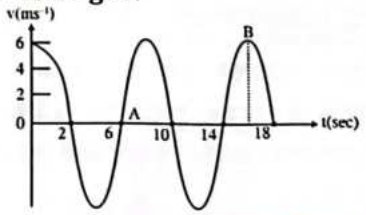
$h = l - l\cos4° = 2.43595 \times 10^{-3}m \left[l = \frac{0.01}{2} + \frac{99.5}{100} = 1m\right]$

$\therefore v_{max} = \sqrt{2gh} = 0.2185 ms^{-1}$

$\therefore \omega_{max} = \frac{v_{max}}{r} = \frac{v_{max}}{L} = \frac{0.2185}{1} = 0.2185\ rads^{-1}$

[$r = L$ = কার্যকরী দৈর্ঘ্য]

08. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি কণার **v vs t** লেখচিত্র দেখানো হলো যার ভর **10 gm**।



[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

(গ) কণাটির বিস্তার বের করো। ৩

(ঘ) A ও B বিন্দুতে কণার মোট শক্তি সমান হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** কণাটি 2 s ও 10 s সময়ে সমদশা লাভ করে।

$\therefore$ দোলনকাল, $T = (10 - 2)s = 8s$

$\therefore$ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{8} = \frac{\pi}{4}\ rad\ s^{-1}$

B বিন্দুতে বেগ সর্বোচ্চ, $v_{max} = 6ms^{-1}$

$\therefore v_{max} = \omega A \Rightarrow 6 = \frac{\pi}{8} \times A \Rightarrow A = 7.6394\ m$ **(Ans.)**

(ঘ) **উত্তর:** 'গ' হতে পাই, $A = 7.6394\ m; T = 8\ s$

$\omega = \frac{\pi}{4}\ rad\ s^{-1}, m = 10\ g = 0.01\ kg$

গ্রাফ হতে দেখা যায়, কণাটির A বিন্দুতে বেগ $0\ ms^{-1}$ এবং B বিন্দুতে সর্বোচ্চ।

∴ বিন্দুতে কণার মোটশক্তি = কণার বিভবশক্তি

$= \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2} \times 0.01 \times \left(\frac{\pi}{4}\right)^2 \times (7.6394)^2$

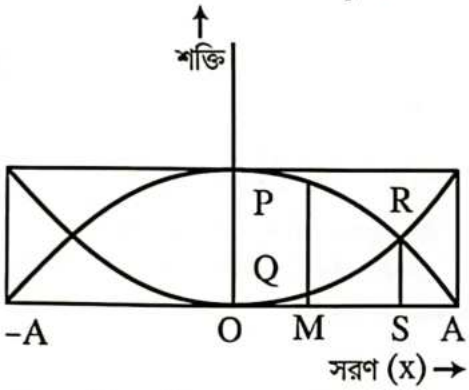
$= 0.18\ J$

B বিন্দুতে মোট শক্তি = কণার গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.01 \times 6^2 = 0.18\ J$

অর্থাৎ, A ও B বিন্দুতে মোট শক্তি সমান।

09. চিত্রে সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কোনো কণার শক্তি বনাম সরণ লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। কণাটির ভর **120 g**, বিস্তার **12 cm** এবং পর্যায়কাল **2 s**। $OM = \frac{A}{3}$ [ঢাকা সিটি কলেজ]



(গ) সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার বেগ বনাম সরণ লেখচিত্র অঙ্কন করো। ৩

(ঘ) সাম্যবস্থান হতে M বিন্দুতে আসতে কণাটির কত সময় লাগবে নির্ণয় করো। ৪

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি, সরল ছন্দিত কণার সরণ x ও বিস্তার A হলে,

বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} \Rightarrow v^2 = \omega^2(A^2 - x^2)$

$\Rightarrow v^2 = \omega^2A^2 - \omega^2x^2 = \omega^2A^2$

$\Rightarrow \frac{v^2}{\omega^2A^2} + \frac{x^2}{A^2} = 1$

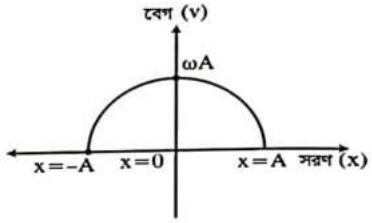
$\Rightarrow \frac{v^2}{(\omega A)^2} + \frac{x^2}{A^2} = 1$

যা, $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ আকৃতির উপবৃত্তের সমীকরণ। তাই, সরল ছন্দিত কণার বেগ বনাম সরণ লেখচিত্র হবে উপবৃত্ত। $x = 0$ অর্থাৎ, সাম্যাবস্থানে বেগ, $v = \omega A$ যা সর্বোচ্চ বেগ।

আবার, $x = A$

$\Rightarrow x = -A$

অর্থাৎ, বিস্তার অবস্থানে বেগ, $v = 0$ যা বেগের সর্বনিম্ন মান।



(ঘ) **উত্তর:** কণাটির দোলনের বিস্তার, $A = OA = 12\ cm$

M বিন্দুতে $OM = \frac{A}{3} = \frac{12}{3} = 4\ cm$

কণাটির পর্যায়কাল, $T = 2\ s$

∴ কণাটির দোলনের সমীকরণ, $x = A\sin\omega t$

$\therefore 4 = 12\sin\left(\frac{2\pi}{2} \times t\right)$

$\Rightarrow t = \frac{\sin^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)}{\pi} = 0.1081\ s$

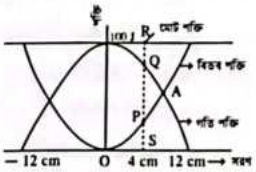
নিজে করো

10. দুইটি সেকেন্ড দোলকের ববের ভর যথাক্রমে 80 gm ও 110 gm । রায়হান ও পাভেল পৃথকভাবে দোলক দুটিকে 12 cm বিস্তারে দুলতে দিল। রায়হান মন্তব্য করল তার দোলকটি বেশি শক্তি অর্জন করবে। [RB'22]

(ঘ) উদ্দীপকে রায়হানের মন্তব্যের সঠিকতা যাচাই কর।

[Ans: রায়হানের মন্তব্যটি সঠিক নয়]

11. উদ্দীপকে একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার শক্তি বনাম সরণের লেখচিত্র দেওয়া হল: [SB'22]



(গ) A বিন্দুতে কণাটির সরণ নির্ণয় কর। [Ans: A বিন্দুতে কণার সরণ $6\sqrt{2}$ cm]

12. সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল একটি কণার ভর 100। কণাটির সর্বাধিক বিস্তার 10 cm এবং সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক বিস্তারের অবস্থানে পৌঁছাতে সময় লাগে 0.5 সে.। [Ctg.B'17]

(ঘ) সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি ও বিস্তার অবস্থানে স্থিতিশক্তি সমান কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[Ans: সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি = বিস্তারে স্থিতিশক্তি]

CamScanner

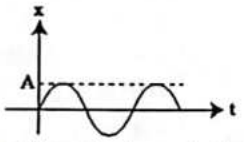
T-05: লেখচিত্র

Concept

কতিপয় লেখচিত্র

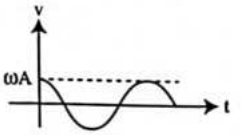
আদি দশা $\delta = 0°$ ধরে

(i)



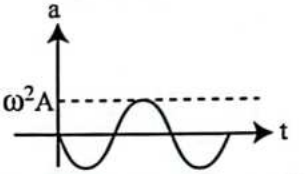
x (সরণ) বনাম t [$x = A \sin(\omega t)$]

(ii)



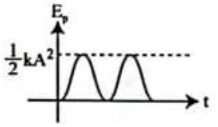
v বনাম t [$v = \omega A \cos \omega t$]

(iii)



a বনাম t [$a = -\omega^2 A \sin \omega t$]

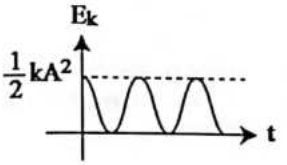
(iv)



E_p (বিভবশক্তি) বনাম t

[$E_p = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2 \omega t$]

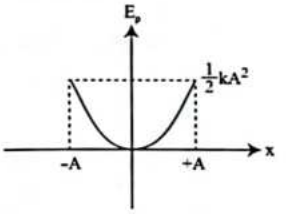
(v)



E_k (গতিশক্তি) বনাম t

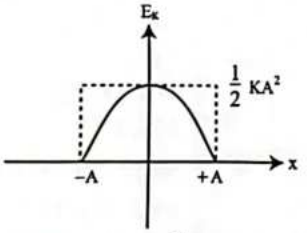
[$E_k = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2 \omega t$]

(vi)

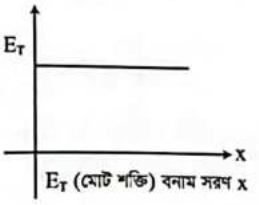


E_p বনাম x. [$E_p = \frac{1}{2} kx^2$]

(vii)



(ix)

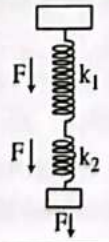
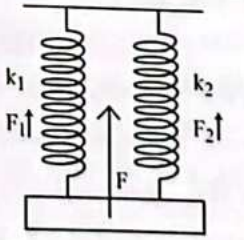


E_k বনাম x [$E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2} kA^2 - \frac{1}{2} kx^2$]

- এখানে, $\sin \omega t$ এবং $\cos \omega t$ এর উপর বর্গ থাকার কারণে y-axis এর negative side এ graph negative হতে পারে না।

T-06: স্প্রিং

Concept

অনুক্রমিক বা শ্রেণি সমবায়	সমান্তরাল সমবায়
$\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$	$k_p = k_1 + k_2$
	
শ্রেণি সমবায়ে F ধ্রুব থাকে।	সমান্তরাল সমবায়ে x ধ্রুব থাকে।

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

[টপিক 05 ও 06 থেকে বিগত বোর্ড পরীক্ষায় কোনো সৃজনশীল প্রশ্ন আসেনি]

CamScanner

CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	সরল ছন্দিত স্পন্দনের অন্তরক সমীকরণ	-	1	19	Din.B'21	JB'24, 22, 21; Ctg.B'24; DB'24, 23, 19, 17; MB'24; SB'23; CB'24; BB'23, 22; RB'21; Din.B'21;
✪✪✪	T-02	সরল ছন্দিত স্পন্দন	27	15	68	RB'24, 22, 21, 19; Ctg.B'24, 22, 21, 16; BB'24, 22, 21, 17; MB'24, 21; JB'23, 22, 21, 16, 15; CB'23, 22, 21, 17; DB'21, 19, 16; SB'22, 21, 17; Din.B'22, 21, 19, 17;	DB'24, 23, 22, 21, 19, 18; RB'24, 23, 22, 21, 19, 18, 17; BB'24, 23, 22, 21, 19, 17; Din.B'24, 23, 22, 21, 19, 18, 17; Ctg.B'23, 22, 17; SB'23, 22, 21, 19, 18, 17; JB'23, 22, 21, 19, 18, 17; CB'23, 21, 17; MB'23, 22, 21.
✪✪✪	T-03	সরলদোলক	5	20	58	Din.B'24, 23; DB'23; MB'24, 22, 21;BB'24, 21, 17; CB'24, 21;Ctg.B'23, 22; RB'22, 19, 17; SB'22, 19; JB'22, 21, 17;	RB'24, 23, 17; Ctg.B'24, 23, 22, 21; SB'24, 23, 22, 21, 18; BB'24, 23, 19, 17; JB'24, 23, 21, 18, 17; DB'24, 22, 21, 19, 17; CB'24, 22, 21, 17; MB'23, 22, 21; Din.B'21, 19, 18.
✪✪	T-04	সরল ছন্দিত কণার শক্তি	-	-	8	–	SB'24; JB'24; Ctg.B'23, 19; Din.B'21. BB'21; CB'21, 17;
✪	T-05	লেখচিত্র	-	2	5	RB, JB'24.	SB'24, 22; BB'24; MB'21; JB'21,
✪✪✪	T-06	স্প্রিং	5	9	12	DB, CB, SB'24; Ctg.B'24, 19, 17; JB'22, 19; Din.B'22; MB'22; RB'19;	BB'24, 23; RB'24, 22, 21; MB'24; Din.B'23, 22; DB'23, 22, 19, 17; Ctg.B'17;

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. স্পন্দকের দশা কাকে বলে? [Ctg.B'24; RB, 22, 19, BB'24, 22]

উত্তর: সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো বস্তুর যে কোনো মুহূর্তের গতির অবস্থা (সরণ, বেগ, ত্বরণ) প্রকাশক রাশিকে এর দশা বলে।

02. সেকেন্ড দোলক কী? [SB'24; RB'22; MB'24, 22; BB'17]

উত্তর: যে দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

03. কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে? [Ctg.B'22]

উত্তর: সরল ছন্দিত কোনো কণার একক সময়ে যে কৌণিক সরণ ঘটে তাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

04. সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে? [MB'24; SB'22; JB'16; JB'15; RB'21, Din.B'21; Ctg.B'16]

উত্তর: স্পন্দনরত কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এর গতিপথ সরলরৈখিক এবং এর যেকোনো মুহূর্তের ত্বরণ, সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী, তবে ঐ বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

অর্থাৎ, $a \propto -x$।

05. পর্যায়কাল কাকে বলে? [JB'22; Ctg.B'21; CB'21; DB'16]

উত্তর: পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে সেই সময়কে পর্যায়কাল বলে।

পর্যাবৃত্ত গতি কী?
[RB'24; CB'22; JB'21, MB'21; SB'17; CB'17]
উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে?
[DB'24; CB'24; Din.B'22; RB'19; Ctg.B'19]
উত্তর: স্প্রিং এর একক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য প্রযুক্ত বলকেই স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

কালিক পর্যায়ক্রম কী? [Ctg.B'24; BB'21]
উত্তর: কোনো রাশির মান বা ফাংশনের মান যদি এমন হয় যে, এটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একই মান প্রাপ্ত হয়, তাকে কালিক পর্যায়ক্রম বলে।

09. স্থানিক পর্যাবৃত্তি কী? [CB'23]
উত্তর: কোনো ঘটনা বা বিন্যাসের যদি নির্দিষ্ট দূরত্ব পরপর নিয়মিতভাবে পুনরাবৃত্তি ঘটে তাহলে তাকে স্থানিক পর্যাবৃত্তি বলে।

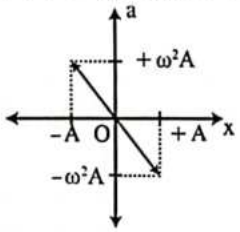
10. ইপক কী? [JB'23]
উত্তর: যাত্রা শুরু করার মুহূর্তে সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো কণার যে দশা থাকে তাকে আদি দশা বা ইপক বলে।

11. সরলদোলক কাকে বলে? [MB'21]
উত্তর: সরল দোলন গতিসম্পন্ন বস্তুকে বলে সরল দোলক।

12. বিস্তার কী? [DB'19]
উত্তর: কোনো স্পন্দনরত বস্তুর সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো দিকে সর্বোচ্চ সরণকে বিস্তার বলে।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার ত্বরণ বনাম সাম্যাবস্থান থেকে সরণের লেখচিত্র কীরূপ হবে তা ব্যাখ্যা করো? [RB, JB'24]
উত্তর: সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$
এটি ঋণাত্মক ঢালবিশিষ্ট মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।



চিত্র: ত্বরণ-সরণ লেখচিত্র

স্প্রিং ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা করো। [SB'24]
উত্তর: কোনো স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য বরাবর যে মানের বল প্রয়োগে তার একক পরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে তাকে স্প্রিং ধ্রুবক বলে। কোনো স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক 2200 Nm^{-1} বলতে বুঝায় স্প্রিংটি 1 m প্রসারিত করতে তার দৈর্ঘ্য বরাবর 2200 N বল প্রয়োগ করতে হবে।

উল্লম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিং এর দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে কি? ব্যাখ্যা করো। [SB'24]
উত্তর: উল্লম্ব তলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে।

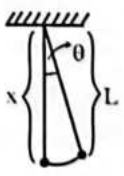
স্প্রিংয়ের ক্ষেত্রে দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$

কোনো স্প্রিংয়ের ক্ষেত্রে তার পর্যায়কাল কেবলমাত্র তার স্প্রিং ধ্রুবক ও তাতে ঝুলানো ভরের উপর নির্ভর করে। তাই বলা যায়, উল্লম্বতলে কম্পিত কোনো স্প্রিংয়ের দোলনকাল পৃথিবী ও চাঁদের পৃষ্ঠে একই হবে যদি তাতে ঝুলানো ভরের মান একই থাকে।

04. দোলকের গতি ও বৈদ্যুতিক পাখার গতির মধ্যে পার্থক্য কী? ব্যাখ্যা করো। [Din.B'24]
উত্তর: দোলকের ঘড়ি হলো স্পন্দন গতি আর বৈদ্যুতিক পাখার গতি হলো বৃত্তীয় পর্যাবৃত্ত গতি।
দোলকের গতি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও সে যেহেতু গতিকালের অর্ধেক সময় একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে যায় তাই তার গতি স্পন্দন গতি। কিন্তু বৈদ্যুতিক পাখার গতি বৃত্তীয় পর্যাবৃত্ত গতি। তাই তারা ভিন্ন।

05. সেকেন্ড দোলক এক ধরনের সরলদোলক– ব্যাখ্যা করো। [MB'24]
উত্তর: সরলদোলকের গতিপথ হয় সরলরৈখিক এবং তা গতিপথের অর্ধেক সময় একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে গমন করে।
আর যে দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড তাকে সেকেন্ড দোলক বলা হয়। সেকেন্ড দোলকও 1 s সময় একদিকে এবং পরবর্তী এক সেকেন্ড বিপরীত দিকে গতিশীল হয় বিধায়, সেকেন্ড দোলক একটি সরলদোলক।

06. কোন সময়ে সরল দোলকের গতি সরলরৈখিক হয়? ব্যাখ্যা করো। [DB'23]
উত্তর: সরল দোলকের সাম্যাবস্থান থেকে কৌণিক সরণ 4° বা তার চেয়েও কম হলে এর গতি সরলরৈখিক হয়।
যখন কোনো একটি সরল দোলকের সাম্যাবস্থান থেকে কৌণিক সরণ বাড়তে থাকে তখন এর উল্লম্ব সরণ বৃদ্ধি পায় এবং এর গতিপথ বৃত্তাকার হয়। কিন্তু কৌণিক বিস্তার কম হলে এর উল্লম্ব সরণ খুবই নগন্য এবং গতিপথ সরলরৈখিক হয়।
চিত্রের দোলকটির দৈর্ঘ্য L হলে,
$x = L(1 - \cos\theta)$ যখন θ এর মান খুব ক্ষুদ্র হয় তখন $\cos\theta$ এর মান 1 এর খুব কাছাকাছি হয়।
ফলে $x \approx 0$ হয় এবং এর গতি সরলরৈখিক হয়।



07. পরিবেশের তাপমাত্রার হ্রাস-বৃদ্ধির সাথে দোলক ঘড়ি দ্রুত কিংবা ধীরে চলে- ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'23]

উত্তর: তাপমাত্রা হ্রাস-বৃদ্ধির সাথে দোলক ঘড়ির কার্যকরী দৈর্ঘ্যের হ্রাস-বৃদ্ধি দেখা যায় দৈর্ঘ্য সংকোচন গুণাঙ্কের জন্য। পর্যায়কাল ও কার্যকরী দৈর্ঘ্যের সম্পর্ক: $T \propto \sqrt{L}$

তাই শীতকালে কার্যকরী দৈর্ঘ্য কমলে পর্যায়কাল কমে যায়। অর্থাৎ, ঘড়ি অনুযায়ী 2 s অনেক দ্রুত হয় বা বাস্তব সময়ে 2 s হওয়ার পূর্বেই হয়। তাই ঘড়ি দ্রুত চলে। একইভাবে গ্রীষ্মকালে কার্যকরী দৈর্ঘ্য বাড়লে পর্যায়কাল বেড়ে যায়। ফলে ঘড়ি ধীরে চলে।

08. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী– ব্যাখ্যা কর। [CB'23]

উত্তর: সরল স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে, $F = -kx$

$\Rightarrow ma = -kx \Rightarrow a = -\frac{k}{m}x$

$\therefore$ এখানে $\frac{k}{m}$ ধ্রুবক তাই, $a \propto -x$

অর্থাৎ, সরণ বৃদ্ধি পেলে ত্বরণ বৃদ্ধি পায় কিন্তু ত্বরণের দিক সরণের বিপরীতমুখী।

09. মহাকাশে একজন নভোচারীর নিকট একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্কের পরিবর্তন হয়– ব্যাখ্যা করো। [Din.B'23]

উত্তর: মহাকাশে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য। ফলে সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল অসীম হয়। ফলে, এর কম্পাঙ্ক শূন্য হার্জ (0 Hz) হয়। যেহেতু $f = \frac{1}{T}$। কিন্তু ভূমিতে, $f = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

তাই, মহাকাশে নভোচারীর নিকট সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্কের পরিবর্তন হয়।

10. সরল দোলগতি পর্যাবৃত্ত গতি; কিন্তু পর্যাবৃত্ত গতি সরল দোলগতি নয়– ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে তার গতি পর্যাবৃত্ত। আবার, পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর ত্বরণ যদি এর সরণের সমানুপাতিক হয় তবে ত্বরণ সর্বদা সাম্যবিন্দু অভিমুখী হয়, এক্ষেত্রে ঐ বস্তুর গতি হলো সরল দোলনগতি। সুতরাং, সরল দোলনগতি হলে এটি অবশ্যই পর্যাবৃত্ত গতি। কিন্তু পর্যাবৃত্ত গতি হলেই কণার ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক ও সাম্যবিন্দুমুখী নাও হতে পারে। তাই সব পর্যাবৃত্ত গতি সরল দোলনগতি নয়।

11. দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে দোলনকালের কী পরিবর্তন ঘটবে? [JB'22; JB'17]

উত্তর: দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে এর দোলনকাল অসীম হবে। আমরা জানি, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ হলো শূন্য।

তাই $g = 0$ হলে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$।

অর্থাৎ, দোলকের দোলনকাল অসীম হবে।

12. একটি ফাঁপা গোলক পিণ্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর পর্যায়কালের উপর কী প্রভাব পড়বে? ব্যাখ্যা কর। [BB'24; Ctg.B'22; RB'17]

উত্তর: সরলদোলকের ২য় সূত্রানুসারে, সরল দোলকের দোলনকাল তার কার্যকরী দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক। একটি ফাঁপা গোলককে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর ভরকেন্দ্র কিছুটা নিচে নেমে যায়। ফলে কার্যকরী দৈর্ঘ্য কিছুটা বৃদ্ধি পায়। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ার কারণে দোলনকালও বাড়বে। অর্থাৎ, পর্যায়কাল বৃদ্ধি পাবে।

13. সরল দোল গতি সম্পন্ন কণা যখন সর্বোচ্চ বেগপ্রাপ্ত হয়, তখন ত্বরণ হয় সর্বনিম্ন– ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: সরলদোল গতি সম্পন্ন কণা যখন সর্বোচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় তখন ত্বরণ সর্বনিম্ন অর্থাৎ শূন্য হয়। সর্বোচ্চ বেগ হয় যখন $x = 0$ m তখন বেগ, $v_{max} = \omega A$ আর ত্বরণ,

$a = -\omega^2 x = -\omega^2 \times 0 = 0$ অর্থাৎ $0\ ms^{-2}$ হয়।

14. শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। [CB'24; SB'22; MB'22]

উত্তর: শীতকালে ঘড়ির দোলনকাল কমে যায় ও ঘড়ি দ্রুত চলে।

সরলদোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

শীতকালে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য কমে যায়। আর $T \propto \sqrt{L}$ অর্থাৎ, দোলনকাল এর সাথে কার্যকর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক সম্পর্ক থাকায় দোলনকালও কমে যায়।

15. সরল ছন্দিত স্পন্দন বলতে কী বুঝ? [BB'22]

উত্তর: স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ পর্যাবৃত্তভাবে মানে ও দিকে পরিবর্তিত হয়। স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ সরণের ওপর নির্ভর করে। ত্বরণ ও সরণের মানের মধ্যে সবচেয়ে সরল সম্পর্ক হতে পারে কোনো কণার ত্বরণ a, তার সরণ x এর সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। এ জাতীয় সম্পর্ক যে স্পন্দন গতিতে বজায় থাকে তাকে বলা হয় সরল ছন্দিত স্পন্দন বা সরল দোলন গতি।

সুতরাং সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে ত্বরণ a এবং সরণ x এর মধ্যে সম্পর্ক হলো, $a \propto -x$ বা, $a = -k'x$ ∴ ... ... (i)

যেহেতু বল ত্বরণের সমানুপাতিক, সুতরাং সরল দোলন গতির ক্ষেত্রে আমরা বলতে পারি, বলও সরণের সমানুপাতিক,

অর্থাৎ, $F \propto -x$ বা, $F = -kx$ ... ... (ii)

এ ধ্রুবক k কে বলা হয় বল ধ্রুবক।

16. একটি স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? [Ctg.B'24; CB'24; SB'24; JB'22]

উত্তর: কোনো স্প্রিংয়ের একক দৈর্ঘ্য পরিমাণ সংকোচন বা প্রসারণ ঘটাতে যে পরিমাণ বল প্রয়োজন হয় তাকে স্প্রিং ধ্রুবক বলে। একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে বুঝায় ঐ স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের 1 m সরণ ঘটাতে স্প্রিং এর উপর 2.5 N বল প্রয়োগ করতে হয়।

17. কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন — ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: যখন কোনো স্পন্দন গতিসম্পন্ন কণার ত্বরণ, সাম্যাবস্থান থেকে এর সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হয় তখন তার গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। অর্থাৎ, সরল ছন্দিত স্পন্দন হওয়ার শর্ত, $a \propto -x \Rightarrow a = -kx$

এখন সুরশলাকার দুটি বাহুতে আঘাত করলে সেটি সাম্যাবস্থান থেকে দুই দিকে কম্পিত হতে থাকে। যখন সেটি বিস্তারে পৌঁছায় তখন ত্বরণ সর্বোচ্চ এবং সাম্যবস্থানমুখী হয় আর ত্বরণ সর্বদা সরণের বিপরীতমুখী হয়। ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী হওয়ায় চিহ্ন ঋণাত্মক হয়েছে। তাই বলা যায়, কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন।

18. খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করার কারণ কী? [MB'22, JB'19]

উত্তর: কোনো স্প্রিং এর সঞ্চিত বিভবশক্তি তার মুক্তপ্রান্তের সরণের বর্গের সমানুপাতিক। স্প্রিংযুক্ত খেলনাকে পিছন দিকে টানলে স্প্রিং সংকুচিত হয়ে বিভব শক্তি সঞ্চয় করে। এখন ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি প্রসারিত হয় এবং এই সঞ্চিত বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে খেলনাটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নেয়। এজন্যই খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করা হয়।

19. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলে উহার ত্বরণ কী শূন্য হবে? ব্যাখ্যা কর। [DB'21; Ctg.B'21]

উত্তর: সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে গতিশীল কণার বেগ সর্বোচ্চ সরণে শূন্য হয় কিন্তু ঐ বিন্দুতে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।

আমরা জানি, সরল ছন্দিত গতিতে বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

অর্থাৎ, $x = A$ হলে $v = 0$

কিন্তু ত্বরণ, $a = -\omega^2 x = -\omega^2 A$।

অর্থাৎ, ঐ ক্ষেত্রে ত্বরণ শূন্য নয়, বরং সর্বোচ্চ।

∴ সরল ছন্দিত গতিতে বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে।

20. কালিক পর্যায়বৃত্তি ব্যাখ্যা কর। [BB'24; RB'21]

উত্তর: কোনো রাশি বা ফাংশনের মান যদি এমন হয় যে নির্দিষ্ট সময় পরপর এটি একই মান প্রাপ্ত হয়, তবে তাকে কালিক পর্যায়বৃত্তি বলে। কালিক পর্যায়বৃত্তি হলো সেই সকল ঘটনা যা একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে। যেমন: ঘড়ির সেকেন্ড বা মিনিটের কাঁটা যথাক্রমে 60s বা 60 min পর পুনরাবৃত্তি ঘটে, পৃথিবী সূর্যের চারপাশে 365 দিনে একবার ঘুরে আসে ইত্যাদি।

21. সুষম বৃত্তাকার গতি কী সরল ছন্দিত গতি -ব্যাখ্যা কর। [SB'21; Din.B'17]

উত্তর: সুষম বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতি। কারণ বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতির শর্তসমূহ পূরণ করে।

O হচ্ছে সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার সাম্যাবস্থান এবং B ও D হচ্ছে প্রান্তীয় অবস্থান। উক্ত কণার সরণ ত্বরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। তাই সুষম বৃত্তাকার গতি সরল দোলন গতি।



22. গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে–ব্যাখ্যা কর। [BB'21]

উত্তর: গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় ফলে সরল দোলকের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। দোলনকাল অর্থাৎ, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$।

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় দোলনকাল বেড়ে যায়। ফলে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে অর্থাৎ স্লো হয়ে যায়।

23. পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য কি বিভিন্ন হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল 2s।

এখন, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{g}{\pi} \Rightarrow L = \frac{g}{\pi^2}$

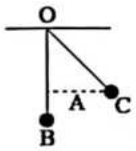
পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে g এর মান বিভিন্ন হলে, সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য বিভিন্ন হতে পারে।

24. সাম্যাবস্থান হতে সরণের পরিবর্তনে একটি ববের বেগ কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: ববের বেগ $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

সাম্যাবস্থায় ববের বেগ, $v_0 = \omega\sqrt{A^2 - 0^2} = \omega A$

অর্থাৎ সাম্যাবস্থায় $x = 0$ বিন্দুতে ববের বেগ থাকে সর্বোচ্চ। সাম্যাবস্থান থেকে যত সরণ হতে থাকে ববের বেগ তত কম থাকে।



সর্বোচ্চ অবস্থান, $x = A$ বিন্দুতে ববের বেগ,

$v_A = \omega\sqrt{A^2 - A^2} = 0$

অর্থাৎ, সর্বোচ্চ অবস্থানে বেগ = 0। আবার যখন বিস্তার সর্বোচ্চ অবস্থান হতে সাম্যাবস্থায় আসতে থাকে তখন বেগ বাড়তে থাকে এবং সাম্যাবস্থায় বেগ হয় $v_{max} = \omega A$।

25. $x = A\sin(\omega t + \delta)$ সমীকরণ ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]

উত্তর: $x = A\sin(\omega t + \delta)$; যেখানে,

x = সরলদোলন গতিসম্পন্ন কণার সরণ

A = কণার বিস্তার

ω = সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার কৌণিক বেগ

t = সময়

δ = আদি দশা অর্থাৎ $t = 0$s সময়ে দশা কোণ

26. গিটারের তারের গতি পর্যাবৃত্ত গতি - ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। গিটারের তারের গতির ক্ষেত্রেও তারটি নির্দিষ্ট সময় পরপর নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই গিটারের তারের গতি পর্যাবৃত্ত গতি।

27. কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সরলদোলন গতি- ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: কক্ষপথে পৃথিবীর গতি পর্যাবৃত্ত গতি কিন্তু সরলদোলন গতি নয়। কোনো দোলনরত কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান থেকে এর দূরত্বের সমানুপাতিক এবং সব সময় সাম্যাবস্থান অভিমুখী হলে ওই কণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে। কিন্তু কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী নয়। তাই এই গতি সরলদোলন গতি নয়।

28. দোলনরত একটি সরল দোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

উত্তর: দোলনরত একটি দোলকের সাম্যাবস্থায় গতিশক্তি বিদ্যমান থাকে। তাই এটি থেমে যায় না।

সরল দোলকের সাম্যাবস্থায় বেগ সর্বোচ্চ। সর্বোচ্চ বেগ থাকায় গতিশক্তিও সর্বোচ্চ। তাই এটি তার গতি জড়তার কারণে সাম্যাবস্থান হতে আরো উপরে উঠে। অর্থাৎ, থেমে যায় না।

29. একটি দোলক ঘড়ির দোলনকাল 2.5s হলে এটি সঠিক সময় দিবে কি? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

উত্তর: একটি ঘড়ির দোলনকাল 2.5s হলে

অর্ধদোলনকাল = 1.25s

সারাদিনে অর্ধদোলন দিবে $= \frac{86400}{1.25}$

$= 69120s = \frac{69120}{3600}\ hr = 19.2\ hr$

এটি সারাদিনে 4.8 hr সময় হারাবে। ফলে সঠিক সময় দিবে না।

30. সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: সরল দোলকের অন্যতম শর্ত হচ্ছে এর গতিপথ সরলরৈখিক হবে। বিস্তার 4° এর তুলনায় বেশি হলে তার গতিপথ সরলরৈখিক থাকে না। এজন্য কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয়।

31. সরল দোলগতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ কি না? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়। সরল দোলকের ববের ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর দুটি উপাংশ থাকে। এর মধ্যে $g\cos\theta$ উপাংশটি সুতার টানের কারণে নিষ্ক্রিয় হয়ে যাবে। ফলে ববের উপর শুধু $g\sin\theta$ উপাংশ কার্যকর থাকে। ববটি যখন সর্বোচ্চ অবস্থানে থাকে তখন θ সর্বোচ্চ হওয়ায় $g\sin\theta$ এর সর্বোচ্চ মান পাওয়া যায়। এভাবে সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।

বিকল্প: সরল দোলন গতিতে সর্বোচ্চ স্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।

আমরা জানি, সরল দোলন গতির জন্য, সরণ, $y = A\sin(\omega t + \delta)$

অন্তরীকরণ করে পাই বেগ, $v = \omega A\cos(\omega t + \delta)$ এবং ত্বরণ $a = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$

$(\omega t + \delta)$ হল এখানে দশা নির্দেশক রাশি। এই মান সর্বোচ্চ হয়, যখন ববটি সর্বোচ্চ স্থানে থাকে।

তাই তখন ত্বরণ, $a = -\omega^2 A$ হয়, যা ত্বরণের সর্বোচ্চ মান।

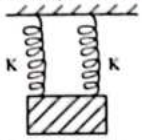
32. একই স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট দুটি স্প্রিংকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে সমবায়ের স্প্রিং ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কি না? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'17]

উত্তর: ব্লকটিকে x পরিমাণ সরানো হলে, এর উপর ক্রিয়ারত প্রত্যয়নী বল, $F = -kx - kx \Rightarrow F = -2kx$

ধরা যাক, তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক k′,

এখন, $F = -k'x$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $k' = 2k$,

অর্থাৎ, সমান্তরাল সমবায়ে, স্প্রিং ধ্রুবক দ্বিগুণ হয়ে যাবে।



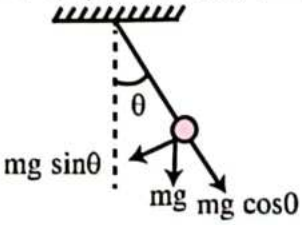
33. পর্যাবৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর। [SB'17]

উত্তর: আদি দশা বলতে $t = 0$ সময়ে বস্তু কোন দশায় ছিল তা নির্দেশ করে। এই দশা সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় না। এটি শুধু নির্ভর করে কোন সময় থেকে পর্যাবৃত্ত গতির হিসাব করা হচ্ছে। একবার $t = 0$ সময় নির্বাচন করা হয়ে গেলে আদি দশা সুনির্দিষ্ট হয়ে যায়। তাই পর্যাবৃত্ত গতির আদি দশা কোণ ধ্রুবক।

34. দোলকের গতি মাত্রই সরলছন্দিত গতি নয়– ব্যাখ্যা কর। [BB'17]

উত্তর: কেবল স্বল্প বিস্তারে (4° বা তার কম) দোলকের গতি সরলছন্দিত গতি। এর বেশি বিস্তারে দুলতে দিলে তা আর সরলছন্দিত গতি থাকে না। প্রত্যয়নী বল, $F = -mg\sin\theta$

কেবল $\theta \le 4°$ হলেই, $F = -mg\theta \Rightarrow F \propto -\theta$ লিখা সম্ভব। $\theta > 4°$ হলে, তা আর সরলছন্দিত গতি থাকে না।



35. বল-সরণ গ্রাফ হতে স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃতকাজের পরিমাণ পাওয়া যায়–ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

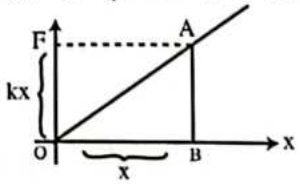
উত্তর: স্প্রিং সম্প্রসারণে প্রয়োগকৃত বল সরণের সমানুপাতিক।

$\because F \propto x$ অতএব, বল vs সরণ গ্রাফটি হবে একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

$\therefore$ কাজ, W = x – অক্ষের সাথে সরলরেখার ক্ষেত্রফল

$= \Delta OAB$ এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times x \times kx = \frac{1}{2} kx^2$

$\therefore$ বল-সরণ গ্রাফ হতে কৃতকাজ পাওয়া যায়।



36. বল ধ্রুবকের সাথে ইয়ংয়ের এর গুণাঙ্কের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো। [নটর ডেম কলেজ]

উত্তর: আমরা জানি, বল ধ্রুবক k ও প্রসারণ l হলে, প্রযুক্ত বল $F = kl$। আবার, দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে। দৈর্ঘ্য পীড়ন $\frac{F}{A}$ ও দৈর্ঘ্য বিকৃতি $\frac{l}{L}$ হলে, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} = \frac{FL}{Al}$। এখন, $F = kl$, Y এর সূত্রে বসিয়ে পাই, $Y = \frac{klL}{Al} = \frac{kL}{A} \Rightarrow Y = k\frac{L}{A}$। এখন, আদিদৈর্ঘ্য L ও ক্ষেত্রফল A ধ্রুবক হলে, $Y \propto k$। অর্থাৎ, বল ধ্রুবক (k) ও ইয়ং এর গুণাঙ্ক Y পরস্পর সমানুপাতিক।

37. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য যদি 1% বৃদ্ধি করা হয়, তবে সারাদিনে দোলকটি কত দোল হারাবে? [হলি ক্রস কলেজ]

উত্তর: একটি সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, $T = 2\,s$। এর দৈর্ঘ্য হলো L। দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি হলে পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য,

$L' = L + \frac{L}{100} \Rightarrow L' = 1.01L$

আমরা জানি, $T \propto \sqrt{L}$

সুতরাং, $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow T' = 2 \times \sqrt{\frac{1.01\,L}{L}} = 2.009975124\ s$

2.009975124 s এ দোল দিবে 2 টি

$\therefore$ 86400 s এ দোল দিবে $\frac{2\times86400}{2.009975124} = 85971.21323$ টি

সুতরাং, এটি দোল হারাবে,

$86400 - 85971.21323 = 428.75 = 428$ টি

$\therefore$ সারাদিনে এটি 428 টি দোল হারাবে।

38. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোন কণার গতিশক্তির কম্পাঙ্ক তার সরণের কম্পাঙ্কের দ্বিগুণ– ব্যাখ্যা করো। [ঢাকা কলেজ]

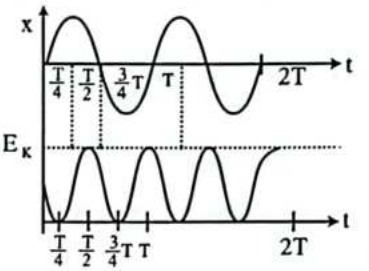
উত্তর: সরল ছন্দিত কণার সরণ, $x = a\sin\omega t$ হলে এর বেগ,

$v = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(A\sin\omega t) = \omega A\cos\omega t$

কণার গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}kA^2\cos^2\omega t$

সরণ x বনাম সময় t লেখচিত্র এবং গতিশক্তি E_K বনাম t লেখচিত্র থেকে দেখা যায়, সরণ x এর পূর্ণ স্পন্দন করতে যে T সময় লাগে, সেই সময়ে গতিশক্তি E_K, ২ বার পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন করে। তাই সরণের পর্যায়কাল T ও গতিশক্তির পর্যায়কাল T' হলে, $T = 2T'$ বা, $\frac{1}{f} = \frac{2}{f}$ বা, $f' = 2f$

$\therefore$ গতিশক্তির কম্পাঙ্ক $f' = 2 \times$ সরণের কম্পাঙ্ক f। তাই, সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গতিশক্তির কম্পাঙ্ক সরণের কম্পাঙ্কের দ্বিগুণ।



39. সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল কণার সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বেগ কোথায় হবে? সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বেগের মান কত? [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

উত্তর: সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত কণার সর্বোচ্চ বেগ হবে যখন কণাটি সাম্যাবস্থা অতিক্রম করবে তখন এবং সর্বনিম্ন বেগ হবে যখন কণাটির সরণ সর্বোচ্চ হয় বা কণাটি বিস্তারের শেষ প্রান্তে থাকে। সর্বোচ্চ বেগের মান, $v_{max} = \omega A$। যেখানে, ω কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক এবং A কণাটির বিস্তার। কণাটির বেগের সর্বনিম্ন মান, $v_{min} = 0$.

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. $5\frac{d^2x}{dt^2} + 125x = 0$ সমীকরণ অনুযায়ী সংশ্লিষ্ট কণাটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য রাশিসমূহ হল- [DB'24; CB'24; BB'23; RB; JB'21; DB'17]

(i) কম্পাঙ্ক 5 একক (ii) কৌণিক বেগ 5 একক
(iii) কৌণিক কম্পাঙ্ক 5 একক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

02. ভূ-পৃষ্ঠে একটি দোলক ঘড়ি 1 sec-এ একবার টিক শব্দ করে। দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত m? [DB'24; SB'24,21]
(a) 0.248 (b) 0.745 (c) 0.993 (d) 1.241

03. নির্দিষ্ট সময় পর পর যে গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে তাকে বলে- [DB'24]
(a) রৈখিক গতি (b) বৃত্তীয় গতি
(c) কৌণিক গতি (d) পর্যাবৃত্ত গতি

04. সরল দোলগতি সম্পন্ন কোনো বস্তুর বার বার দোল দেয়ার কারণ- [DB'24]
(i) স্থিতি জড়তা (ii) গতি জড়তা (iii) প্রত্যয়নী বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. c	02. c	03. d	04. c

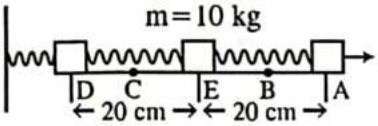
01. $\frac{d^2x}{dt^2} + 25x = 0$
$\therefore \omega^2 = 25 \Rightarrow \omega = 5$
$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{5}{2\pi}$

02. দোলনকাল 2 sec $\therefore 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{9.8}} \therefore L = 0.993$ m

04. সরলদোলকের ক্ষেত্রে $mg\sin\theta$ প্রত্যয়নী বল কাজ করে। দোলকটি সাম্যাবস্থায় থাকলে, তার বেগ সর্বোচ্চ হয়। এই বেগ/গতি জড়তার জন্য সরলদোলক সাম্যাবস্থা থেকে ডানে-বামে গতিশীল হতে পারে। সর্বোচ্চ অবস্থানে দোলকের বব থেমে যাওয়া অবস্থান থেকে গতিশীল হওয়ার কারণ প্রত্যয়নী বল, স্থিতি জড়তা নয়। কারণ স্থিতিজড়তা স্থির বস্তুকে শুধুমাত্র স্থির রাখতে চায়।

05. সরল দোলকের ববের ভর চারগুণ করা হলে দোলনকাল পূর্বের কত গুণ হবে? [RB'24]
(a) 1 গুণ (b) 2 গুণ (c) 3 গুণ (d) 4 গুণ

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
চিত্রে m ভরের বস্তুটি অনুভূমিক ঘর্ষণহীন তলে সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দিত হচ্ছে। m = 10 kg, স্প্রিং ধ্রুবক = 30 Nm^{-1}।

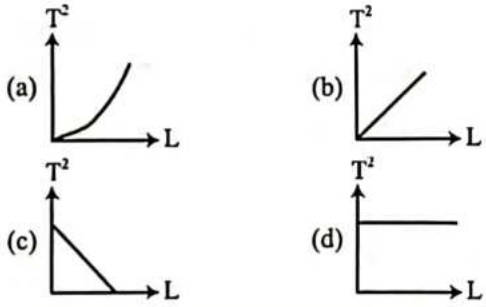


সাম্যাবস্থান

06. A বিন্দুতে ছেড়ে দেওয়ার পূর্ব মুহূর্তে বস্তুটির উপর স্প্রিং কর্তৃক প্রযুক্ত বল কত? [RB'24]
(a) 12 N (b) 6 N (c) 3 N (d) 2 N

07. কোন অবস্থানে বস্তুটির ত্বরণ সবচেয়ে বেশি? [RB'24]
(a) A অবস্থানে (b) B অবস্থানে
(c) C অবস্থানে (d) E অবস্থানে

08. সরল দোলকের জন্য L বনাম T^2 লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Ctg.B'24]



নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল দোল গতিসম্পন্ন একটি কণার ρ সরণ,
Y = 0.5 sin 4πt মিটার (m)

09. কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [Ctg.B'24; SB'23; BB'22; Din.B'21]
(a) 0.5s (b) 1s (c) 2s (d) 4s

10. উক্ত সরল দোলনরত কণার- [Ctg.B'24]
(i) কম্পাঙ্ক = 2 Hz
(ii) বেগ = $2\pi \cos 4\pi t\ ms^{-1}$
(iii) ত্বরণ = $4\pi^2 \sin 4\pi t\ ms^{-2}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. একটি দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে- [Ctg.B'24]
(i) সময় হারাবে (ii) দ্রুত চলবে (iii) দোলনকাল বৃদ্ধি পাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. সরল দোলকের একটি পূর্ণ দোলনের ক্ষেত্রে কতটি অবস্থানে ববের সমস্ত শক্তিই বিভবশক্তি? [CB'24]
(a) একটি (b) দুইটি (c) তিনটি (d) চারটি

13. একটি দোলক ঘড়ি পাহাড়ের চূড়া হতে পাহাড়ের পাদদেশে আনা হলে- [CB'24]
(i) দোলনকাল হ্রাস পাবে (ii) সময় হারাবে
(iii) সময় লাভ করবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. একটি সরল দোলকের দোলনকাল 100% বৃদ্ধি করার জন্য কার্যকরী দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে হবে- [CB'24]
(a) 100% (b) 200% (c) 300% (d) 400%

15. সরল ছন্দিত গতির প্রত্যয়নী বলের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [BB'24]
(a) নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে
(b) হুকের সূত্র মেনে চলে না
(c) সরণের ব্যস্তানুপাতিক
(d) সাম্যাবস্থান অভিমুখী নয়

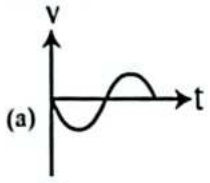
16. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 4 গুণ করলে দোলনকাল হবে- [BB'24; DB'19]
(a) 2 sec (b) 4 sec (c) 8 sec (d) 16 sec

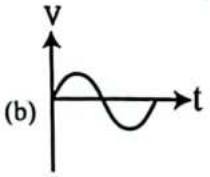
MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

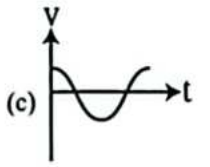
05. a	06. b	07. a	08. b	09. a	10. a	11. b	12. b	13. b	14. c	15. a	16. b

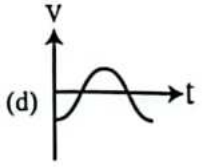
05. দোলনকাল, বরের ভরের উপর নির্ভরশীল নয়।
06. $F = kx = (30 \times 0.2)N = 6N$
07. সরল দোলনের ক্ষেত্রে বিস্তারের শেষ প্রান্তে ত্বরণ সর্বোচ্চ থাকে।
08. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \therefore T^2 = \frac{4\pi^2}{g}.L$
$\therefore y = mx$ (মূলবিন্দুগামী সরলরেখা)
09. $\omega = 4\pi \frac{rad}{s}; T = \frac{2\pi}{\omega} = 0.5$ sec.
10. $f = \frac{\omega}{2\pi} = 2$ Hz; $v = \frac{dx}{dt} = 2\pi \cos 4\pi t\ ms^{-1}$
$a = \frac{dv}{dt} = -8\pi^2 \sin 4\pi t\ ms^{-2}$
11. দোলনকাল বাড়বে, সময় হারাবে, ধীরে চলবে।
13. দোলনকাল হ্রাস পাবে, দ্রুত চলবে, সময় লাভ করবে।
14. $T_2 = T_1 + T_1$ এর 100% = 2 T_1
$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow L_2 = 4L_1 = L_1 + L_1$ এর 300%
16. $T_2 = T_1 \times \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = 2 \times \sqrt{\frac{4L_1}{L_1}} = 4$ sec

17. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার গতির সমীকরণ, $x = a\cos\omega t$ হলে বেগ (v) বনাম সময় (t) লেখচিত্র হবে নিচের কোনটি? [BB'24]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

18. একটি সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক কত? [JB'24; BB; MB'23; Ctg.B'21; SB'19]
(a) অসীম (b) 1 Hz (c) 0.5 Hz (d) 0 Hz

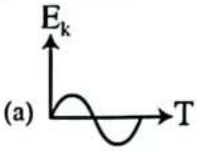
19. সরল ছন্দিত কণার মোট শক্তি কীসের উপর নির্ভর করে? [JB'24]
(a) সরণ (b) বেগ (c) বিস্তার (d) কম্পাঙ্ক

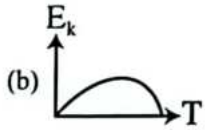
20. নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের ব্যবকলনীয় সমীকরণ? [JB'24]
(a) $\frac{d^2x}{dt^2} = \omega^2 x$ (b) $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x$
(c) $\frac{dx}{dt} = \omega^2 x$ (d) $\frac{dx}{dt} = -\omega^2 x$

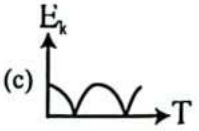
উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.02 kg ভরের একটি বস্তু সরলছন্দিত গতিতে স্পন্দিত হচ্ছে যার দোলনকাল 2 s বিস্তার 0.2 m.

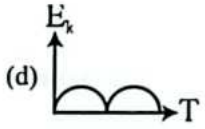
21. স্পন্দিত বস্তুর সরণ যখন 0.1 m তখন গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির অনুপাত হবে কত? [SB'24; Ctg.B'23; SB'23; BB'21; Din.B'21]
(a) 1:2 (b) 1:3 (c) 3:1 (d) 2:1

22. একটি সরল ছন্দিত গতির সরণের সমীকরণ $y = A\sin\omega t$ উক্ত কণার E_k- T লেখচিত্র কোনটি? [SB'24]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

23. দশা বলতে বুঝায়- [Din.B'24; BB'21]
(a) অবস্থান (b) বেগ (c) ত্বরণ (d) সবগুলো

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে $5\ ms^{-1}$, $10\ ms^{-2}$।

24. উদ্দীপকের কণাটির পর্যায়কাল কত? [Din.B'24]
(a) 0.785 sec (b) 2 sec (c) 3.14 sec (d) 6.28 sec

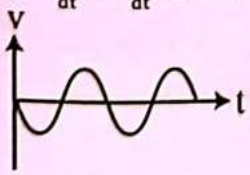
25. উদ্দীপকে দোলনরত কণার ক্ষেত্রে- [Din.B'24]
(i) বিস্তার 2.5 m (ii) সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি শূন্য
(iii) সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তি শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

26. কোনো স্প্রিং এর এক প্রান্তে m ভরের একটি বস্তু ঝুলালে 9.8 cm প্রসারিত হয়, এক্ষেত্রে বস্তুটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এর পর্যায়কাল কত হবে? $g = 9.8\ ms^{-2}$ [MB'24]
(a) 0.0628 sec (b) 0.628 sec
(c) 6.28 sec (d) 628 sec

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

17. a	18. c	19. c	20. b	21. c	22. c	23. d	24. c	25. d	26. b

17. $v = \frac{dx}{dt} = a\frac{d}{dt}\cos(\omega t) = -a\omega\sin(\omega t)$



18. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2}\ Hz = 0.5\ Hz$

19. মোট শক্তি, $E = \frac{1}{2}m\omega^2A^2 = \frac{1}{2}kA^2$
অর্থাৎ, $E \propto A^2$

21. $\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{1}{2}k(A^2-x^2)}{\frac{1}{2}kx^2} = \left(\frac{A}{x}\right)^2 - 1$
$= 2^2 - 1 = 3 \ \therefore E_k : E_p = 3:1$

22. $E_k = \frac{1}{2}kA^2\cos^2\omega t$
এটি cos x এর গ্রাফ এর অনুরূপ হবে; কিন্তু E_k এর মান সর্বদা ধনাত্মক হবে।

23. দশা দ্বারা গতির সম্যক অবস্থা (সরণ, ত্বরণ, বেগ) বুঝায়।

24. $v_{max} = A\omega = 5\ ms^{-1}$
$A_{max} = A\omega^2 = 10\ 5\ ms^{-2} \ \therefore \omega = 2$
$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 2 \Rightarrow T = \pi$ sec

25. $A = \frac{5}{2} = 2.5$ m
সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি শূন্য। সর্বোচ্চ বিস্তারে বেগ শূন্য, তাই গতিশক্তি শূন্য।

26. $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.098}{9.8}} = 0.628$ sec

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ নিম্নরূপ: $Y = 10\sin(\omega t + \delta)$

27. যেকোনো সময়ে কণাটির বিস্তার A হলে, সাম্যাবস্থান থেকে 45° কোণে- [MB'24]
(i) সরণের মান $\pm\frac{A}{\sqrt{2}}$ (ii) বেগের মান $\pm\frac{\omega A}{\sqrt{2}}$
(iii) ত্বরণের মান $\pm\frac{\omega^2 A}{\sqrt{2}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

28. যদি পর্যায়কাল 3 sec এবং আদি দশা $\frac{\pi}{6}$ হলে, 16 sec পরে বেগের মান কত? [MB'24]
(a) 11.56 ms^{-1} (b) 11.72 ms^{-1}
(c) 17.46 ms^{-1} (d) 17.56ms^{-1}

29. সরল ছন্দিত স্পন্দনবিশিষ্ট কোনো কণার বার বার স্পন্দিত হবার কারণ– [DB'23]
(i) স্থিতি জড়তা (ii) গতি জড়তা (iii) প্রত্যয়নী বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
30 sec পর্যায়কাল বিশিষ্ট সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ হলো $y = 10\sin\left(\frac{\pi}{15}t + \delta\right)$

30. কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক– [DB'23]
(a) $\frac{\pi}{15}$ rad s^{-1} (b) $\frac{\pi}{12}$ rad s^{-1}
(c) $\frac{\pi}{4}$ rad s^{-1} (d) $\frac{\pi}{2}$ rads $^{-1}$

31. কণার সর্বোচ্চ বেগ- [DB; RB'23]
(a) 0.209 ms^{-1} (b) 2.09 ms^{-1}
(c) 1.04 ms^{-1} (d) 4.36 ms^{-1}

32. 100 Nm^{-1} স্প্রিং-ধ্রুবকবিশিষ্ট একটি স্প্রিংকে সমান দু'ভাগে কাটা হলো। প্রতিটি খণ্ডের স্প্রিং ধ্রুবক হলো- [DB'23, 22]
(a) 50 Nm^{-1} (b) 100 Nm^{-1}
(c) 200 Nm^{-1} (d) 10^4 Nm^{-1}

33. একটি সরলদোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য তিনগুণ করে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল- [RB'23, DB'21]
(a) শূন্য হবে (b) একই থাকবে
(c) $\sqrt{3}$ গুণ হবে (d) অসীম হবে

34. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ ও এর সরণের মধ্যে সম্পর্ক হলো– [Ctg.B'23; RB, BB' CB'21]
(a) ব্যস্তানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(c) সমানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক

35. একটি সরল দোলকের ববের ভর 5 gm এবং কার্যকর দৈর্ঘ্য 13 cm। ববটিকে সাম্যবিন্দুগামী উল্লম্ব রেখা থেকে 5 cm দূরে টেনে ছেড়ে দেয়া হলে– [Ctg.B'23]
(i) সাম্যবিন্দু অতিক্রমকালে গতিশক্তি 4.9×10^{-4}J
(ii) ব্যবস্থাটি শক্তির সংরক্ষণশীল নীতি মেনে চলে
(iii) ববের ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.01 kg ভরের একটি বস্তু কণা সরলরেখা বরাবর সরল দোলন গতিতে দুলছে। এর দোলনকাল 2sec, বিস্তার 0.1m এবং সরণ 0.02 m

36. দোলকটির বল ধ্রুবক কত? [Ctg.B'23]
(a) 0.0465 Nm^{-1} (b) 0.0314 Nm^{-1}
(c) 0.09854 Nm^{-1} (d) 0.3944 Nm^{-1}

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

27. d	28. -	29. c	30. a	31. b	32. c	33. d	34. c	35. d	36. c

27. $Y = A\sin(\omega t + \delta)$
$v = A\omega\cos(\omega t + \delta)$
$a = -A\omega^2\sin(\omega t + \delta)$
45° সরণে, $Y = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$
$v = \pm\frac{A\omega}{\sqrt{2}}$
$a = \pm\frac{A\omega^2}{\sqrt{2}}$

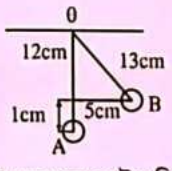
28. (সঠিক উত্তর নেই); $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3}$ rad/s
$y = 10\sin(\omega t + \delta)$; $v = 10\omega\cos(\omega t + \delta)$
$= 10 \times \frac{2\pi}{3}\cos\left(\frac{2\pi}{3} \times 16 + \frac{\pi}{6}\right) = -18.14$ m/s

30. $y = A\sin(\omega t + \delta)$, $\omega = \frac{\pi}{15}$ rad s^{-1}

31. $v_{max} = \omega A = \frac{\pi}{15} \times 10 = 2.09$ ms^{-1}

32. $\frac{1}{k} + \frac{1}{k} = \frac{1}{100} \Rightarrow \frac{2}{k} = \frac{1}{100}$
$\therefore k = 200$ Nm^{-1}

33. পৃথিবীর কেন্দ্রে $g = 0$ ms^{-2}
তাই দোলনকাল অসীম।

35. 

এখানে A বিন্দু সাম্যবিন্দু।
B অবস্থানে মোট শক্তি = A অবস্থানে মোট শক্তি = গতিশক্তি
$\therefore$ গতিশক্তি $= 5 \times 10^{-3} \times 9.8 \times 1 \times 10^{-2}$
$= 49 \times 10^{-5}$ J $= 4.9 \times 10^{-4}$J

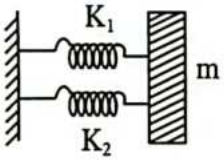
36. বল ধ্রুবক, $k = \omega^2 m = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 m$
$= \left(\frac{2\pi}{2}\right)^2 \times 0.01 = 0.09854$ Nm^{-1}

37. নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দন? [CB'23]
(a) সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি
(b) ঘড়ির কাঁটার শীর্ষ বিন্দুর গতি
(c) কম্পনশীল সুর শলাকার বাহুর গতি
(d) যেকোনো বিস্তারে সরল দোলকের গতি

38. স্প্রিংজনিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে কোনো বস্তুর দোলনকাল নির্ভর করে– [CB'23]
(i) স্প্রিং ধ্রুবকের উপর (ii) অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর
(iii) বস্তুর ভরের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

39. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণ যথাক্রমে 16 ms^{-1} ও 24 ms^{-2} হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক– [CB'23]
(a) $\frac{3}{2}$ rad s^{-1} (b) $\frac{2}{3}$ rad s^{-1}
(c) $\frac{4\pi}{3}$ rad s^{-1} (d) $\frac{3\pi}{4}$ rad s^{-1}

40. চিত্রের m ভরের বস্তুটির কৌণিক কম্পাঙ্ক কোনটি? [BB'23]



(a) $\omega = \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$ (b) $\omega = \sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$
(c) $\omega = \sqrt{\frac{k_1 \cdot k_2}{m(k_1+k_2)}}$ (d) $\omega = \sqrt{\frac{m(k_1+k_2)}{k_1+k_2}}$

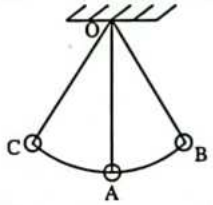
41. সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির কণার পাশাপাশি সর্বোচ্চ অবস্থান ও সাম্যাবস্থানের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? [BB'23]
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) 2π

42. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 25.6% বৃদ্ধি করা হলে দোলনকাল বৃদ্ধি হবে— [BB'23]
(a) 12% (b) 24.1% (c) 25.6% (d) 50%

43. স্প্রিং এ সংযুক্ত কোনো কণার সরণ বিস্তারের অর্ধেক হলে সেক্ষেত্রে বেগ হবে—(v_{max} = সর্বোচ্চ বেগ) [BB'23]
(a) v_{max} (b) $\frac{v_{max}}{2}$ (c) $\frac{v_{max}}{\sqrt{2}}$ (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}v_{max}$

44. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কণার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [JB'23]
(a) সরণ সর্বনিম্ন, বেগ সর্বোচ্চ
(b) সরণ সর্বাধিক, বেগ অসীম
(c) সরণ সর্বাধিক, বেগ সর্বাধিক
(d) সরণ সর্বনিম্ন, বেগ সর্বনিম্ন

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



এটি একটি সেকেন্ড দোলক, (g = 10 ms^{-2})

45. AB দূরত্ব অতিক্রম করতে ববটির কত সময় লাগবে? [JB'23]
(a) 2s (b) 1s (c) 0.75s (d) 0.5s

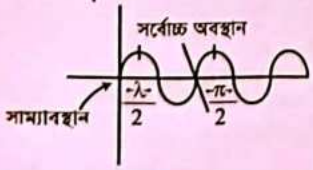
46. OB এর দৈর্ঘ্য কত? [JB'23]
(a) 3.12 m (b) 1.01 m (c) 0.992 m (d) 0.496 m

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

37. c	38. d	39. a	40. a	41. a	42. a	43. d	44. a	45. b	46. b

39. $\omega^2 A = 24 \ldots\ldots\ldots$ (i)
$A\omega = 16 \ldots\ldots\ldots$ (ii)
(i) ÷ (ii) $\Rightarrow \omega = \frac{24}{16} = \frac{3}{2}$ rad s^{-1}

40. আমরা জানি, $k = m\omega^2$
$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
এখানে, k_1 ও k_2 সমান্তরালে যুক্ত সুতরাং, তুল্য স্প্রিং ধ্রুবক, $k = k_1 + k_2$
$\therefore \omega = \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

41. 

42. $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$ বা, $\frac{T_2}{2} = \sqrt{\frac{1.256L}{L}}$ বা, $T_2 = 2.24$ sec
$\Delta T\% = \left(\frac{T_2-T_1}{T_1}\right) = \frac{2.24-2}{2} \times 100\% = 12\%$

43. $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = \omega\sqrt{A^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2}\omega A = \frac{\sqrt{3}}{2}v_{max}$

44. $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$; v_{max} হবে
যখন, $\sqrt{A^2 - x^2}$ সর্বোচ্চ হবে। এবং এটি তখনই সম্ভব যখন x = 0

45. সেকেন্ড দোলকের পর্যায়কাল, T = 2s
$\therefore T_{AB} = \frac{T}{4} = 0.5$ s

46. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \therefore \frac{T^2 g}{4\pi^2} = l$
$\therefore OB = l = \frac{2^2 \times 10}{4 \times (3.14)^2} = 1.01$ m

47. সরল দোলকের ভর চারগুণ করা হলে দোলনকাল পূর্বের কত গুণ হবে? [SB'23]
(a) 1 গুণ (b) 2 গুণ (c) 3 গুণ (d) 4 গুণ

48. সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল একটি বস্তুর দোলনকাল 2 s। এর কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [Din.B'23]
(a) 3.14 rad s^{-1} (b) 1.57 rad s^{-1}
(c) 0.637 rad s^{-1} (d) 0.318 rad s^{-1}

49. নিচের কোনটি সরল দোলগতির বেগের সঠিক রাশিমালা নির্দেশ করে? [Din.B'23]
(a) $\omega\sqrt{A^2 - x^2}$ (b) $\omega(A^2 - x^2)$
(c) $A \sin(\omega t + \delta)$ (d) $A \cos(\omega t + \delta)$

50. একটি স্প্রিং সরল দোলগতিতে রয়েছে। স্প্রিং ধ্রুবক K এবং পর্যায়কাল T এবং প্রসারণ x হলে কোনটি সঠিক? [Din.B'23]
(a) $T \propto x$ (b) $T \propto x^2$ (c) $T \propto \frac{1}{x}$ (d) $T \propto \sqrt{x}$

51. একটি সরল দোলকের বিস্তার ও কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 0.01 m এবং 12 Hz। 0.005 m সরণের ক্ষেত্রে দোলকটির বেগ কত হবে? [MB'23; RB'17]
(a) 0.030 ms^{-1} (b) 0.06 ms^{-1}
(c) 0.12 ms^{-1} (d) 0.653 ms^{-1}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরলদোলন গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ, $Y = 20 \sin(\omega t + \delta)$ cm, পর্যায়কাল 20 sec এবং আদি সরণ 5 cm।

52. কণাটির সর্বোচ্চ বেগ কত? [DB'22]
(a) 2π cms^{-1} (b) π cms^{-1}
(c) $\frac{\pi}{2}$ cms^{-1} (d) 3π cms^{-1}

53. কণাটির আদি দশা কত? [DB'22]
(a) 0° (b) 14.48° (c) 28.10° (d) 180°

54. কোনো ব্যক্তি $\frac{g}{2}$ ত্বরণে নিচে নামলে তার হাতে অবস্থিত দোলকের দোলনকাল স্থির অবস্থার দোলনকালের তুলনায়– [DB'22]
(a) বাড়বে (b) কমবে
(c) একই থাকবে (d) অসীম হবে

55. একটি তারের স্প্রিং ধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পায়– [RB'22]
(i) দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে
(ii) প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি পেলে
(iii) প্রযুক্ত বল বৃদ্ধি পেলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

56. একটি সরলদোল গতিসম্পন্ন কণার সরণ 5 cm এবং এর ত্বরণ 80 cms^{-2} হলে এর পর্যায়কাল– [RB'22]
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

57. একটি সরলদোলকের সাম্যাবস্থানে [MB'23, Ctg.B'22, Din.B'21]
(a) বেগ ও ত্বরণ উভয় সর্বোচ্চ
(b) বেগ সর্বনিম্ন, ত্বরণ সর্বোচ্চ
(c) বেগ ও ত্বরণ উভয় সর্বনিম্ন
(d) বেগ সর্বোচ্চ, ত্বরণ সর্বনিম্ন

58. সরলদোল গতি সম্পন্ন কোনো কণার গতির সমীকরণ, $x = 0.1 \sin\left(6\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ m, হলে এর – [Ctg.B'22]
(i) পর্যায়কাল 3s
(ii) সর্বোচ্চ বেগ 1.88 ms^{-1}
(iii) আদি দশা 60°
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

47. a	48. a	49. a	50. d	51. d	52. a	53. b	54. a	55. a	56. b	57. d	58. c

47. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ সুতরাং, T, m এর উপর নির্ভরশীল নয়।

48. $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $T = 2s \therefore \omega = \frac{2\pi}{2} = \pi$ $rads^{-1} = 3.14$ $rads^{-1}$

50. $T = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$; $\frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ ধ্রুবক বলে, $T \propto \sqrt{x}$

51. $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 2\pi f\sqrt{A^2 - x^2}$
$= 2\pi \times 12\sqrt{0.01^2 - 0.005^2} = 0.653$ ms^{-1}

52. $Y = 20 \sin(\omega t + \delta)$ cm
$v = 20\,\omega \cos(\omega t + \delta)$ cms^{-1}
$\therefore v_{max} = A\,\omega = 20 \times \frac{2\pi}{T} = 20 \times \frac{2\pi}{20} = 2\pi$ cms^{-1}

53. $Y_0 = 20 \sin(\omega \times 0 + \delta)$ cm
$\Rightarrow 5 = 20 \sin\delta \Rightarrow \sin\delta = \frac{1}{4} \therefore \delta = 14.48°$

54. $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

56. $T = 2\pi\sqrt{|\frac{x}{a}|} = 2\pi\sqrt{|\frac{5}{-80}|} = \frac{\pi}{2}$s

57. $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$ এবং $a = -\omega^2 x$
সাম্যাবস্থানে, $x = 0$; $v_{max} = \omega A$ এবং $a_{min} = 0$

58. $f = \frac{6\pi}{2\pi} = 3$ H_z $\therefore T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3}$s
$v_{max} = \omega A = 6\pi \times 0.1 = 1.88$ ms^{-1}; $\delta = \frac{\pi}{3} = 60°$

59. দৃঢ়ভাবে আটকানো k বল ধ্রুবকের এবং l দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এর দোলনকাল হবে- [Ctg.B'22; SB'17]

(i) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (ii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$

(iii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

60. সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [SB'22; CB'22]

(a) $g = 4\pi^2(l + r)$ (b) $g = \frac{(l+r)}{4\pi}$

(c) $g = \frac{4\pi^2}{(l+r)}$ (d) $g = \pi^2(l + r)$

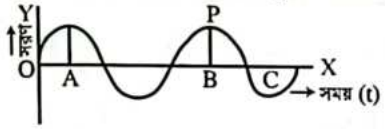
61. নিচের কোনটি শূন্য দশার সমতুল্য? [SB'22]

(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) 2π

62. সরলদোলকের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কৌণিক বিস্তার হবে– [SB'22;CB'22]

(a) 1° (b) 4° (c) 30° (d) 40°

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



63. 'O' ও 'P' বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? [SB'22; DB'19]

(a) $\frac{2\pi}{2}$ (b) $\frac{5\pi}{2}$ (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) $\frac{7\pi}{2}$

64. চিত্রে P বিন্দুর সাপেক্ষে A ও C বিন্দুর পথ পার্থক্যের অনুপাত কোনটি? [SB'22]

(a) 2 : 1 (b) 3 : 4 (c) 3 : 2 (d) 4 : 3

65. দোলনরত একটি স্প্রিং এর ভর বনাম দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি লেখচিত্র কোনটি? [BB'22]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

66. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণ সর্বোচ্চ হবে যখন – [JB'22]

(ii) ত্বরণ সর্বোচ্চ

(i) বেগ সর্বনিম্ন (iii) বল সর্বোচ্চ

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

67. সময়ের সাপেক্ষে অন্তরকলন করে সরল ছন্দিত গতি-সম্পন্ন বস্তুর অন্তরক সমীকরণ থেকে কী পাওয়া যায়? [JB'22]

(a) কম্পাঙ্ক (b) পর্যায়কাল (c) বেগ (d) ত্বরণ

68. নির্দিষ্ট ভরের একটি বস্তুকে একটি স্প্রিং এ ঝুলিয়ে দিলে, নিম্নের কোনটি সঠিক হবে? [JB'22]

(a) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে বেগ কমে

(b) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে দোলনকাল কমে

(c) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে ত্বরণ কমে

(d) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে কম্পাঙ্ক কমে

69. একটি স্প্রিং-এ 500 N বল প্রয়োগ করায় স্প্রিংটি 10 cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিতে 20 kg ভরের একটি বোঝা খাড়া নিচের দিকে ঝুলিয়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটির স্থিতিশক্তি কত? [Din.B'22]

(a) 0.04 J (b) 1.90 J (c) 3.80 J (d) 98 J

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে 15 cms^{-1} ও 30 cms^{-2}।

70. উদ্দীপকের কণাটির পর্যায়কাল কত? [Din.B'22]

(a) 0.785 s (b) 1.57 s (c) 3.14 s (d) 6.28 s

71. উদ্দীপকে দোলনরত কণার– [Din.B'22]

(i) বিস্তার 7.5 cm

(ii) সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তি শূন্য

(iii) সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

72. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণা কত সময় পর পর একই দশাপ্রাপ্ত হয়? [Din.B'22; MB'21]

(a) $\frac{2\pi}{\omega}$ (b) $2\pi\omega$ (c) $\frac{\pi}{\omega}$ (d) $\frac{\omega}{2\pi}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

59. c	60. d	61. d	62. b	63. b	64. a	65. b	66. d	67. d	68. b	69. c	70. c	71. a	72. a

63. $2\pi + \frac{\pi}{2} = \frac{4\pi+\pi}{2} = \frac{5\pi}{2}$

64. পথ পার্থক্যের অনুপাত $= \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{\Delta\phi_1}{\Delta\phi_2} = \frac{2\pi}{\pi} = 2:1$

65. $mg = kl \therefore m \propto l$

68. $T \propto \frac{1}{\sqrt{k}}$

69. $F = kx \Rightarrow 500 = k \times (10 \times 10^{-2})$

$\Rightarrow k = 5000 Nm^{-1}$; এখন, $mg = kx \Rightarrow x = \frac{20\times9.8}{5000} = 0.0392$ m;

$\therefore$ স্প্রিংটির স্থিতিশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2} \times 5000 \times (0.0392)^2 = 3.84 J \approx 3.80 J$

70. $v_{max} = A\omega$ এবং $a_{max} = A\omega^2$

$\therefore 0.15 = A\omega$ ..... (i) এবং $0.3 = A\omega^2$ ..... (ii)

(ii) $\div$ (i) $\Rightarrow \omega = \frac{0.3}{0.15} = 2 rads^{-1}$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2} = 3.1416s.$

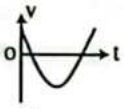
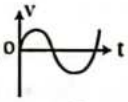
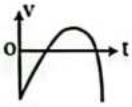
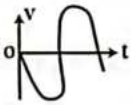
71. $0.15 = A\omega \Rightarrow 0.15 = A \times 2 \therefore A = 0.075$ m $= 7.5$ cm

CamScanner

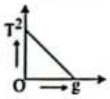
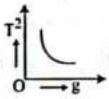
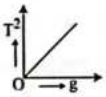
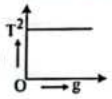
73. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে, এর দোলনকাল শতকরা কত বৃদ্ধি পাবে? [MB'22]
(a) 0.2% (b) 0.5% (c) 1% (d) 5%

74. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে উক্ত দোলকটি দিনে কত সেকেন্ড সময় হারাবে? [MB'22]
(a) 129.8 s (b) 258.5 s (c) 327.5 s (d) 429.8 s

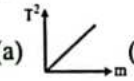
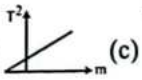
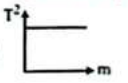
75. m ভরের একটি বস্তু সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে। এর কৌণিক কম্পাঙ্ক হবে – [MB'22]
(a) $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (b) $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$
(c) $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$ (d) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

76. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোন কণার সরণের সমীকরণ $x = A\sin\omega t$ হলে বেগ-সময় লেখচিত্র হবে– [MB'22]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

77. দুটি স্পন্দনরত কণার সরণ যথাক্রমে $x = A\cos\omega t$ এবং $x = A\sin\omega t$ হলে এদের মধ্যকার দশা পার্থক্য কত? [DB'21;JB'21]
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

78. $(g - T^2)$ লেখচিত্রটির প্রকৃতি কীরূপ হবে? [DB'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

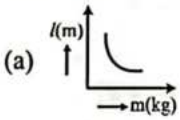
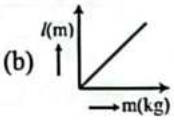
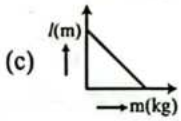
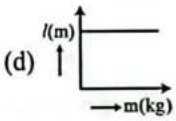
79. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণের সর্বোচ্চ অবস্থান হতে যাত্রা শুরু হলে আদি দশা কত? [RB'21]
(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) $\frac{\pi}{4}$ (d) 0

80. একটি স্প্রিং এর প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে দোলতে দিলে এর দোলনকালের বর্গ (T^2) বনাম ভর (m) এর লেখচিত্র কেমন হবে? [RB'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

81. সরলছন্দিত গতিতে গতিশীল কোনো কণার সরণের সমীকরণ $x = A\cos\omega t$, এক্ষেত্রে কণাটি– [RB'21]
(i) এক প্রান্ত হতে যাত্রা শুরু করেছে
(ii) $t = \frac{T}{4}$ সময়ে সাম্যাবস্থানে থাকবে
(iii) $t = \frac{T}{2}$ সময়ে কণাটির যাত্রা শুরু বিন্দুর বিপরীত পাশে অবস্থান করবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

82. দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে ঘড়িটি– [Ctg.B'21]
(i) সময় লাভ করবে (ii) সময় হারাবে
(iii) ধীরে চলবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) ii, iii

83. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য– [Ctg.B'21]
(a) $L = \frac{\pi}{g^2}$ (b) $L = \frac{\pi^2}{g}$ (c) $L = \frac{g^2}{\pi}$ (d) $L = \frac{g}{\pi^2}$

84. সরল দোলকের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [Ctg.B'21]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

85. কালিক পর্যায়ক্রমের উদাহরণ কোনটি? [SB'21]
(a) স্কেলের উপর দাগ
(b) শার্টের ডোরাকাটা দাগ
(c) গিটারের তারের গতি
(d) কঠিন পদার্থের কেলাসের মধ্যে অণু

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

73. b	74. d	75. d	76. a	77. b	78. b	79. b	80. a	81. d	82. d	83. d	84. d	85. c

73. $l' = l + \frac{l}{100} = 1.01\,l$; $T \propto \sqrt{l}$
$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} = \sqrt{\frac{1.01l}{l}} = 1.00498 \Rightarrow T' = 2.0099751245$ s
$\therefore$ শতকরা বৃদ্ধি $= \frac{T'-T}{T} \times 100\% = 0.5\%$

74. $l' = l + \frac{l}{100} = 1.01\,l$; $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}}$
$\Rightarrow \frac{86400}{86400-x} = 1.0049875 \Rightarrow x = 429.78$ s

77. $x = A\cos\omega t = A\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ এবং $x = A\sin\omega t$

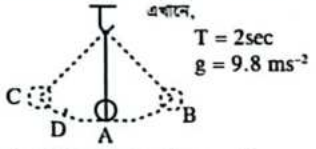
78. $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{L}{g} \Rightarrow T^2 \propto \frac{1}{g}$; আয়তাকার অধিবৃত্ত

79. $x = A\sin(\omega t + \delta)$,
যাত্রার শুরুতে, $x = A$ এবং $t = 0$
$\Rightarrow A = A\sin(\delta)$
$\therefore \delta = \sin^{-1}(1) = \frac{\pi}{2}$

82. g কমে, T বাড়ে, তাই ধীরে চলবে।

83. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{g}{\pi^2}$.

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



86. কোন বিন্দুতে কণাটির বেগ সর্বোচ্চ হবে? [SB'21]
(a) A (b) B (c) C (d) D

87. নিচের কোন কারণে দোলক ঘড়ি স্লো চলবে? [SB'21]
(a) g কে স্থির রেখে L বাড়ালে T বাড়বে বলে
(b) g কে স্থির রেখে L কমালে T কমবে বলে
(c) L কে স্থির রেখে g বাড়ালে T বাড়বে বলে
(d) L কে স্থির রেখে g বাড়ালে T কমবে বলে

88. একটি সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সর্বোচ্চ বেগ $6ms^{-1}$ এবং কণাটির বিস্তার 30 cm হলে কণাটির পর্যায়কাল কত? [SB'21]
(a) 0.07 s (b) 0.31 s (c) 7.85 s (d) 31.41 s

89. t = 0 সময়ে সরলদোলন গতি সম্পন্ন কোনো বস্তুর দশাকে বলা হবে– [BB'21]
(a) কৌণিক দশা (b) রৈখিক দশা
(c) আদি দশা (d) তাৎক্ষণিক দশা

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

0.01 kg ভরের একটি বস্তুকণা সরলরেখা বরাবর সরল দোলন গতি অর্জন করে। এর দোলনকাল 2 sec, বিস্তার 0.1m এবং সরণ 0.02m।

90. বল ধ্রুবকের মান কত? [BB'21]
(a) $0.0314\ Nm^{-1}$ (b) $0.09865\ Nm^{-1}$
(c) $0.02465\ Nm^{-1}$ (d) $0.3944\ Nm^{-1}$

91. যদি সরলদোলগতি সুষম বৃত্তাকার গতির অভিক্ষেপ হয় তবে– [JB'21]
(i) সরল দোলগতির বিস্তার সুষম বৃত্তাকার গতির ব্যাসার্ধের সমান
(ii) উভয় গতির পর্যায়কাল একই হবে
(iii) সরল দোলগতির কৌণিক কম্পাঙ্ক সুষম বৃত্তাকার গতির কৌণিক বেগের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

92. সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [JB'21]
(a) $L \propto g$ (b) $L \propto \frac{1}{g}$ (c) $L \propto T$ (d) $L \propto \frac{1}{T}$

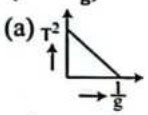
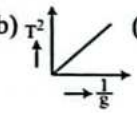
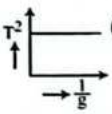
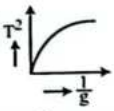
93. সরলছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত একটি বস্তুর সরণের (x) সাথে ত্বরণের (a) পরিবর্তনের লেখচিত্র কোনটি? [JB'21]

(a)  (b)  (c)  (d) 

94. সরল ছন্দিত স্পন্দনশীল একটি কণার দোলনকাল 10s। কোন সমীকরণটির ত্বরণ 'a' এবং সরণ 'x' এর সম্পর্ক প্রকাশ করে? [CB'21]
(a) $a = -(10\pi)x$ (b) $a = -(20\pi)x$
(c) $a = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$ (d) $a = -(20\pi)^2 x$

95. একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সর্বোচ্চ বেগ $0.03ms^{-1}$। কণাটির বিস্তার 0.006m হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [CB'21]
(a) $3\ rads^{-1}$ (b) $10\ rads^{-1}$
(c) $5\ rads^{-1}$ (d) $7\ rads^{-1}$

96. $\left(T^2 - \frac{1}{g}\right)$ এর লেখচিত্র কোনটি? [CB'21, JB'19]

(a)  (b)  (c)  (d) 

97. পর্যায়কাল দ্বিগুণ করতে সরলদোলকের দৈর্ঘ্য কতগুণ বৃদ্ধি করতে হবে? [CB'21]
(a) 4 (b) 2 (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{4}$

98. সরলদোলকের গতির ক্ষেত্রে $\frac{1}{2}KA^2$ নির্দেশ করে– [CB'21]
(i) সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি (ii) সর্বোচ্চ গতিশক্তি
(iii) মোট শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

99. যে দোলক সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক সরণে যেতে 0.5 সেকেন্ড সময় নেয় তাকে কী বলে? [Din.B'21]
(a) সরল দোলক (b) জটিল দোলক
(c) সেকেন্ড দোলক (d) কেটার দোলক

100. একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন বস্তুকণার ভর m এবং কম্পাঙ্ক ω হলে বল ধ্রুবকটি হবে– [Din.B'21]
(a) $\sqrt{\frac{m}{\omega}}$ (b) $m\omega$ (c) $m\omega^2$ (d) $\sqrt{\frac{\omega}{m}}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

86. a	87. a	88. b	89. c	90. b	91. d	92. a	93. b
94. c	95. c	96. b	97. a	98. d	99. c	100. c	-

88. $v_{max} = \omega A \Rightarrow 6 = \frac{2\pi}{T} \times 0.3 \therefore T = 0.3141\ s$

90. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{0.01}{k}}$
$\Rightarrow \frac{1}{\pi^2} = \frac{0.01}{k} \therefore k = 0.09865\ Nm^{-1}$

92. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$; T (constant) = 2s হলে, $L = \frac{g}{\pi^2} \therefore L \propto g$

94. $T = 10s \therefore \omega = \frac{2\pi}{10} \therefore a = -\omega^2 x = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$

95. $v_{max} = \omega A \Rightarrow \omega = \frac{0.03}{0.006} = 5\ rads^{-1}$

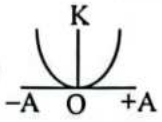
96. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = T^2 \propto \frac{1}{g}$

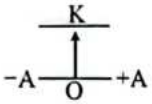
97. $T \propto \sqrt{L} \therefore L \propto T^2$; $L' = L \times 2^2 = 4L$

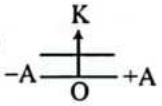
CamScanner

101. সরলছন্দিত গতি সম্পন্ন কণার গড় গতিশক্তি প্রকাশের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [MB'21]

(a) 

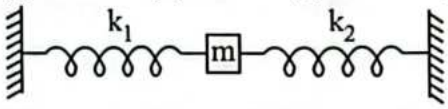
(b) 

(c) 

(d) 

102. ঘড়ির কাঁটার গতি কোন গতির উদাহরণ? [MB'21]
(a) পর্যাবৃত্ত গতি (b) স্পন্দন গতি
(c) সরলরৈখিক গতি (d) আপেক্ষিক গতি

103. একটি সরলদোলককে '4g' অভিকর্ষজ ত্বরণের একটি গ্রহে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল কত হবে? [MB'21]
(a) T/4 (b) T/2 (c) 2T (d) 4T

104. 

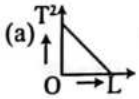
চিত্রে m ভরের বস্তুটি টেনে ছেড়ে দিলে স্পন্দনের কম্পাঙ্ক হবে- [DB'19; DB'17; Ctg.B'17]
(a) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1-k_2}{m}}$ (b) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$
(c) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k_1-k_2}}$ (d) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

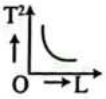
105. সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য- [RB'19]
(i) গতি পর্যাবৃত্ত (ii) ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক
(iii) গতি সরলরৈখিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

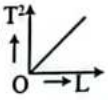
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন শিশু শিশুপার্কের একটি দোলনায় বসে দোল খাচ্ছে। হঠাৎ তার মাকে দেখে সে দাঁড়িয়ে গেল।

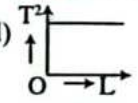
106. দোলনাটির গতি প্রকৃতি কেমন হবে? [RB'19]
(a) ধীরে চলবে (b) দ্রুত চলবে
(c) থেমে যাবে
(d) প্রথমে দ্রুত এবং পরে ধীরে চলবে

107. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার ক্ষেত্রে- [অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে] [Ctg.B'19]
(i) বিভব শক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t+\delta)$
(ii) গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t+\delta)$
(iii) মোট শক্তি, $E \propto A^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

108. সরলদোলকের ক্ষেত্রে দোলনকালের বর্গ (T^2) বনাম কার্যকরী দৈর্ঘ্যের (L) লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Ctg.B'19]
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

109. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন একটি কণার সরণের রাশিমালা হলো- [SB'19]
(i) $x = A\sin 2\pi nt$ (ii) $y = ax - bx^2$
(iii) $x = A\sin \omega t$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

110. 0.3 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সরল দোলকের দোলনকাল 0.8 sec পাওয়া গেল। দোলনকাল 2.4 sec করতে হলে দোলকটির দৈর্ঘ্য কত হবে? [BB'19]
(a) 1.8 m (b) 2.4 m (c) 2.7 m (d) 3.6 m

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল দোলগতি সম্পন্ন একটি কণার সরণ $x = \sqrt{4}\sin 4\pi t$ মিটার।

111. কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [BB'19]
(a) 0.5 sec (b) 1 sec (c) 2 sec (d) 4π sec

112. সাম্যাবস্থান থেকে 2m দূরে কণাটির- [BB'19]
(i) গতিশক্তি সর্বোচ্চ (ii) বিভবশক্তি সর্বোচ্চ
(iii) মোট শক্তি = বিভব শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

101. a	102. a	103. b	104. d	105. d	106. a	107. d	108. c	109. b	110. c	111. a	112. c

103. $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L}{4g}\times\frac{g}{L}} = \frac{1}{2} \therefore T' = \frac{T}{2}$

104. $F = -k_1x - k_2x \Rightarrow ma = -(k_1+k_2)x$
$\Rightarrow a = -\frac{k_1+k_2}{m}x \therefore \omega = \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}} \therefore f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

106. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ∴ দোলনায় বসা অবস্থায় যে ভর দোলনার উপর প্রযুক্ত হবে, দাঁড়ালে তার চেয়ে অধিক ভর প্রযুক্ত হবে। ∵ $T \propto \sqrt{m}$, ফলে দোলনার দোলনকাল বেড়ে যাবে এবং ধীরে চলবে।

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

110. $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow L' = \left(\frac{T'}{T}\right)^2 \times L = \left(\frac{2.4}{0.8}\right)^2 \times 0.3 = 2.7$ m

111. $\omega = 4\pi$
$\Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 4\pi \Rightarrow T = \frac{1}{2}$ s $= 0.5$ sec

113. একটি পূর্ণ কম্পনে T সময়ে দশার পরিবর্তন 2π হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [BB'19]

(a) $\omega = 2\pi T$ (b) $\omega = \frac{2\pi}{f}$

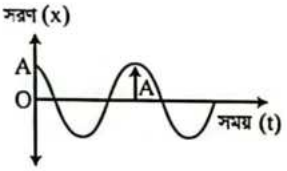
(c) $\omega = \frac{T}{2\pi}$ (d) $\omega = \frac{2\pi}{T}$

114. কোনো সরল ছন্দিত স্পন্দনরত বস্তুকণার বিস্তার A ও সরণ x হলে ত্বরণ সর্বনিম্ন হবে- [JB'19]

(a) $x = A$ অবস্থানে (b) $x = \frac{A}{2}$ অবস্থানে

(c) $x = \frac{A}{4}$ অবস্থানে (d) $x = 0$ অবস্থানে

115. সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল একটি কণার সরণ বনাম সময় লেখচিত্র দেখানো হলো:



কণাটির আদি দশা কত? [Din.B'19]

(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) $\frac{\pi}{4}$ (d) 0

116. দোলক ঘড়ি- [Din.B'19]

(i) পাহাড়ের ওপর ধীরে চলে

(ii) বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিলে এটি ধীরে চলে

(iii) গ্রীষ্মকালের চেয়ে শীতকালে দ্রুত চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

117. সরল দোলকের সাম্যাবস্থায় সর্বোচ্চ হয়- [All B'18]

(a) ত্বরণ (b) সরণ (c) বেগ (d) প্রত্যয়নী বল

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার দৈর্ঘ্য 3cm

118. সেকেন্ডের কাঁটার প্রান্তের রৈখিক বেগ-

(a) $3.14\ ms^{-1}$ (b) $3.14 \times 10^{-1} ms^{-1}$

(c) $3.14 \times 10^{-2} ms^{-1}$ (d) $3.14 \times 10^{-3} ms^{-1}$

119. সেকেন্ডের কাঁটার- [All B'18]

(i) পর্যায়কাল 1 মিনিট (ii) কম্পাঙ্ক $1.6 \times 10^{-3} Hz$

(iii) কৌণিক বেগ $0.1046\ rads^{-1}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

120. কোনো দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের শীর্ষে নিয়ে গেলে- [DB'17]

(i) দোলনকাল বাড়বে (ii) ধীরে চলবে

(iii) সময় হারাবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

121. একটি সরল দোলকের ফাঁপা ববকে তরল দ্বারা পূর্ণ করে তলায় ছোট ছিদ্র করে দিলে এবং তরল ফোঁটায় ফোঁটায় পড়তে থাকলে দোলকটি- [RB'17]

(i) প্রথমে ধীরে এবং পরে দ্রুত চলবে

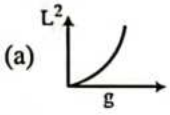
(ii) প্রথমে দ্রুত এবং পরে ধীরে চলবে

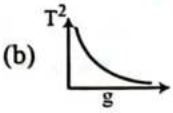
(iii) লব্ধি ভারকেন্দ্র ক্রমান্বয়ে কেন্দ্র থেকে নিচে নামতে থাকে

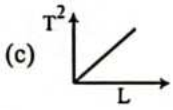
নিচের কোনটি সঠিক?

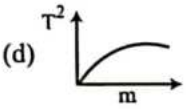
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

122. নিচের কোন লেখচিত্রটি সরল দোলকের তৃতীয় সূত্রকে প্রকাশ করে? [RB, CB' 17]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি সরল দোলকের বিস্তার A এবং দোলনকাল T, দোলকটির $x = \frac{A}{2}$ সরণের সময়কাল t সেকেন্ড।

123. দোলকটির সর্বোচ্চ বেগ– [Ctg.B'17]

(a) $\frac{2\pi}{T}$ (b) $\frac{2\pi A}{T}$ (c) $\frac{\pi A}{T}$ (d) $\frac{\pi A}{2T}$

124. উদ্দীপকের সময়কাল t = কত? [Ctg.B'17]

(a) $\frac{T}{2}$ (b) $\frac{T}{4}$ (c) $\frac{T}{8}$ (d) $\frac{T}{12}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

113. d	114. d	115. b	116. c	117. c	118. d	119. c	120. d	121. c	122. b	123. b	124. d

118. $v = \omega r = \frac{2\pi}{60} \times 0.03 = 3.14 \times 10^{-3}\ ms^{-1}$

119. $T = 60s$, $f = \frac{1}{T} = 16.67 \times 10^{-3} Hz$, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 0.1046\ rads^{-1}$

120. পাহাড়ে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম।

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ ∴ দোলনকাল বাড়বে।

122. $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow T^2 \propto \frac{1}{g} \Rightarrow T^2 g =$ ধ্রুবক

123. $v_{max} = \omega A = \frac{2\pi A}{T}$

124. $x = A\sin\omega t \Rightarrow \frac{A}{2} = A\sin\omega t$

$\Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} \cdot t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{T}{12}$

125. সরল ছন্দিত গতিতে – [SB'17]
(i) বস্তুর ত্বরণ বস্তুর সরণের সমানুপাতিক
(ii) ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী হয়
(iii) ক্রিয়াশীল বল বিপরীত বর্গের সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

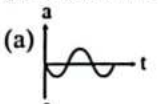
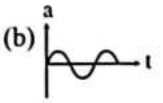
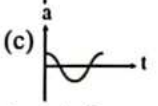
126. সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? [BB'17]
(a) কণার সরণ সাইনের বা কোসাইনের অপেক্ষক
(b) বলের দিক সাম্যবিন্দু অভিমুখী
(c) সাম্যবিন্দুতে গতিশক্তি সবচেয়ে কম
(d) ত্বরণের মান সরণের বিপরীতমুখী
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 79.2 cm এবং ববের ব্যাসার্ধ 0.8cm। (অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8ms^{-2}$)

127. উক্ত দোলকটির দোলনকাল কত? [BB'17]
(a) 0.5077s (b) 0.5129s (c) 0.8976s (d) 1.7952s

128. উক্ত দোলককে সেকেন্ড দোলকে পরিণত করলে– [BB'17]
(i) দোলকটি দ্রুত চলবে (ii) দোলনকাল 2 sec হবে
(iii) সুতার দৈর্ঘ্য 19.29cm বৃদ্ধি করতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

129. কোনো কণার স্পন্দন গতির সমীকরণ $x = 10 \sin(6\pi t + 3\pi)$। কণাটির কম্পাঙ্ক কত? [JB'17]
(a) 1.5Hz (b) 3Hz (c) 5Hz (d) 10Hz

130. কোনো দোলক ঘড়ির পর্যায়কাল গ্রীষ্মকালে 2.002 sec হয়। ঘড়িটি ঘণ্টায় কত সেকেন্ড স্লো হবে? [JB'17]
(a) 2.5s (b) 3.6s (c) 4.5s (d) 6.6s

131. $Y = A \sin \omega t$ একটি কণার সরণ হলে, ত্বরণ বনাম সময়ের লেখচিত্র কোনটি? [CB'17]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.3 m দৈর্ঘ্যের একটি দোলক একটি অর্ধবৃত্তে দোল দেয়। এর ববের ভর 0.01 kg।

132. সর্বনিম্ন অবস্থানে গতিশক্তি কত? [CB'17]
(a) 2.425 J (b) 0.0294 J (c) 0.0194 J (d) 0 J

133. সর্বনিম্ন অবস্থানে ববটি ছিঁড়ে গেলে ববের গতিপথ প্রকাশকারী সমীকরণ কোনটি? [CB'17]
(a) $y = mx$ (b) $y = c + mx$
(c) $y = bx - cx^2$ (d) $y = -cx^2$
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সমীকরণ,
$y = 10 \sin\left(\frac{\pi t}{T} + \frac{\pi}{4}\right)$, যার পর্যায়কাল 5 sec।

134. 1.25 sec এ কণাটির সরণ কত একক হবে? [Din.B'17]
(a) 6 একক (b) 10 একক (c) 12 একক (d) 18 একক

135. কণাটির– [Din.B'17]
(i) আদি দশা $\frac{\pi}{4}$ (ii) কম্পাঙ্ক 0.1Hz (iii) বিস্তার 7 একক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

125. a	126. c	127. d	128. c	129. b	130. b	131. a	132. b	133. d	134. b	135. -

127. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l+r}{g}} = 1.7952\ s$
129. $\omega = 6\pi \Rightarrow 2\pi f = 6\pi \Rightarrow f = 3Hz$
130. $T' = \frac{2\times3600}{3600-n} \Rightarrow 2.002 = \frac{2\times3600}{3600-n} \Rightarrow n = 3.6\ sec$
132. $h = 0.3m;\ E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times m\times(2gh)$
$= \left(\frac{1}{2}\times 0.01\times 2\times 9.8\times 0.3\right)J = 0.0294J$
133. প্রাসের মতো গতিপথ হবে, যেখানে নিক্ষেপণ কোণ $\theta_0 = 0°$
$\therefore y = \tan\theta_0 x - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta_0}x^2 = -\frac{g}{2v_0^2}x^2 = -cx^2$
134. $Y = 10\sin\left(\frac{1.25\pi}{5} + \frac{\pi}{4}\right) = 10$ একক
135. (সঠিক উত্তর নেই); সঠিক উত্তর হবে শুধু (i)

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

136. A বিস্তার ও T পর্যায়কালের সরল ছন্দিত কণার $x = \frac{A}{2}$ হতে $x = A$ সরণে প্রয়োজনীয় সময় কত? [নটর ডেম কলেজ]
(a) $\frac{T}{6}$ (b) $\frac{T}{4}$ (c) $\frac{T}{2}$ (d) T
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$y = 5\sin(\omega t)$ cm, পর্যায়কাল= 4s, আদি সরণ 2 cm।

137. কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) $\frac{\pi}{2}\ rads^{-1}$ (b) $\frac{\pi}{4}\ rads^{-1}$
(c) $\frac{\pi}{12}\ \frac{\pi}{2}\ rads^{-1}$ (d) $\frac{\pi}{15}\ rads^{-1}$

138. কণাটির সাম্যবস্থায় ত্বরণ কত? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) $1.57\ cms^{-2}$ (b) $0\ cms^{-2}$
(c) $7.85\ cms^{-2}$ (d) $12.33\ cms^{-2}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

136. a	137. a	138. b

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল দোলন গতি সম্পন্ন একটি কণার সরণ-

$x = \sqrt{3}\sin 2\pi t$ মিটার।

139. কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]

(a) 0.5 sec (b) 1 sec (c) 2 sec (d) 2π sec

140. সাম্যাবস্থান থেকে 1m দূরে কণাটির গতিশক্তি ও বিভব শক্তির অনুপাত কত? [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]

(a) $1:\sqrt{3}$ (b) 1:2 (c) $\sqrt{3}:1$ (d) 2:1

141. একটি দোলক ঘড়ি পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে কী ঘটবে? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]

(a) সময় লাভ করবে (b) সময় হারাবে

(c) সময় একই থাকবে (d) ঘড়ি বন্ধ হয়ে যাবে

142. $3\frac{d^2x}{dt^2} + 27x = 0$ সমীকরণ মেনে একটি কণা সরল দোলন সম্পন্ন করছে। কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক নিচের কোনটি? [ঢাকা সিটি কলেজ]

(a) $3\ rads^{-1}$ (b) $9\ rads^{-1}$

(c) $18\ rads^{-1}$ (d) $27\ rads^{-1}$

143. সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল কণার- [ঢাকা সিটি কলেজ]

(i) সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি সর্বোচ্চ

(ii) বিস্তারে গতিশক্তি সর্বোচ্চ (iii) সাম্যাবস্থানে বেগ সর্বোচ্চ

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

144. যদি পৃথিবীর একপ্রান্ত থেকে কেন্দ্র দিয়ে অপর প্রান্ত পর্যন্ত একটি সুড়ঙ্গ তৈরি করা হয় তবে একটি বস্তুকে ফেলা হলে কোন সমীকরণটি সঠিক? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]

(a) $F \propto -x$ (b) $F \propto r$ (c) $f \propto a$ (d) $h \propto t^2$

145. যদি সরল দোলকের ববের ভর 5 গুণ করা হয়, তাহলে দোলনকাল- [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

(a) 5 গুণ বাড়বে (b) 5 গুণ কমবে

(c) 10 গুণ কমবে (d) একই থাকবে

146. সরল দোলন গতির সমীকরণ, $x = 10\sin(6\pi t + 2\pi)$। কণার কম্পাঙ্ক কত? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

(a) 1.5 Hz (b) 10 Hz (c) 6 Hz (d) 3 Hz

147. সরল ছন্দিত গতির ত্বরণের সমীকরণ কোনটি? [জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

(a) $a = \omega^2 x$ (b) $a = -\omega x^2$

(c) $a = \omega x$ (d) $a = -\omega^2 x$

148. K, 2K, K স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট 3টি স্প্রিং m ভরের বস্তুর সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত। যদি ভর = 0.08 kg ও K = 2 N/m হয় তবে পর্যায়কাল কত? [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]

(a) 0.628 sec (b) 0.728 sec

(c) 0.828 sec (d) 0.928 sec

149. সরল দোলন গতিসম্পন্ন একটি কণা t = 0 সময়ে সর্বোচ্চ বিস্তার থেকে চলা শুরু করে। পর্যায়কাল 2 s ও সর্বোচ্চ বেগ $5\ ms^{-1}$ হয় তবে সমীকরণটি হবে- [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]

(a) $x = 1.59\cos(\pi t)$ (b) $x = 1.59\sin(\pi t)$

(c) $x = 2.5\sin(2t)$ (d) $x = 2.5\cos(2t)$

150. $y = 0.3\sin(40\pi t + 1.1)$ সমীকরণ থেকে সরল দোলন গতির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]

(a) 20 Hz (b) 25 (c) 30 Hz (d) 35 Hz

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

139. b	140. d	141. b	142. a	143. b	144. a	145. d	146. d	147. d	148. a	149. a	150. a

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-০৮

MCQ

পূর্ণমান: ৩৮ সময়: ৩৮ মিনিট

01. সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো কণার পর্যায়কাল এর বল ধ্রুবকের-

(a) সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক

(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

02. সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে ত্বরণের সমীকরণ-

(a) $a = A\sin\omega t$ (b) $a = A\omega\cos\omega t$

(c) $a = -A\omega^2\sin\omega t$ (d) $a = A^2\omega^2\cos\omega t$

03. নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির উদাহরণ?

(a) ঘড়ির কাঁটার গতি (b) সুরশলাকার গতি

(c) বৈদ্যুতিক পাখার গতি

(d) সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি

04. যাত্রা শুরু করার মুহূর্তে অর্থাৎ, t = 0 সময়ে সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো বস্তু যে দশায় থাকে তাকে কী বলে?

(a) তাৎক্ষণিক দশা (b) আদি দশা

(c) সূচকীয় দশা (d) কৌণিক দশা

05. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য ঢাকায় 100cm এবং রাজশাহীতে 96cm । কোনো বস্তুকে রাজশাহী থেকে ঢাকায় নিলে এর ওজন কতগুণ বাড়বে?

(a) $\frac{1}{2}$ (b) $\frac{1}{10}$ (c) $\frac{1}{20}$ (d) $\frac{1}{24}$

06. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত একটি কণার সর্বোচ্চ ত্বরণ $8\pi ms^{-2}$ ও সর্বোচ্চ বেগ $1.6ms^{-1}$। কণাটির পর্যায়কাল কত?
(a) πsec (b) 4sec (c) 0.4 sec (d) 0.2 sec

07. L দৈর্ঘ্য এবং k স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং কেটে সমান পাঁচ টুকরা করা হলে প্রতি টুকরা স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক হবে-
(a) $\frac{k}{4}$ (b) $\frac{k}{2}$ (c) 2k (d) 5k

08. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার সমীকরণ $4\frac{d^2x}{dt^2} + 100x = 0$, কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক-
(a) 100 $rads^{-1}$ (b) 50$rads^{-1}$
(c) 25$rads^{-1}$ (d) 5$rads^{-1}$

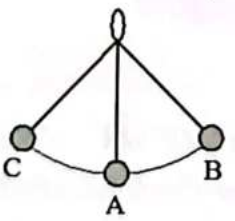
09. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য–
(a) 0.496m (b) 0.993m (c) 0.971m (d) 0.248m

10. সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে সর্বাধিক সরণ (বিস্তার) হলে–
(i) বেগ শূন্য হবে (ii) ত্বরণ শূন্য হবে
(iii) ত্বরণ সর্বাধিক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

11. সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে–
(i) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
(ii) $T = \sqrt{\frac{g}{L}}$
(iii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

12. একটি সেকেন্ড দোলকের পরিবর্তিত দোলনকাল 2.01 সেকেন্ড হলে ত্রুটিপূর্ণ সেকেন্ড দোলক সম্পর্কে কোনটি সঠিক?
(a) দোলকটির ববের ব্যাসার্ধ কমে যায়
(b) দোলকটির ববের ব্যাসার্ধ বেড়ে যায়
(c) দোলকটির ববের তাপমাত্রা কমে যায়
(d) দোলকটির ববের তাপমাত্রা একই থাকে

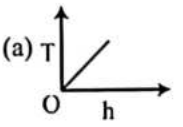
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

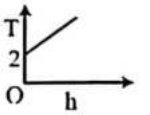


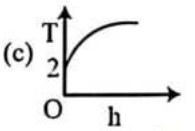
13. C অবস্থানের ক্ষেত্রে-
(a) বিভব শক্তি শূন্য (b) কার্যকরী বল শূন্য
(c) বেগ সর্বোচ্চ (d) ত্বরণ সর্বোচ্চ

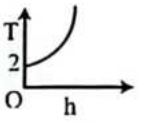
14. দোলকটির 'A' অবস্থানের জন্য প্রযোজ্য–
(i) গতিশক্তি সর্বোচ্চ (ii) বেগ সর্বোচ্চ
(iii) বিভব শক্তি সর্বনিম্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. কোনো সেকেন্ড দোলক ঘড়ি ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতার সাথে দোলক ঘড়িটির দোলনকালের লেখচিত্র কোনটি?

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

16. সরল ছন্দিত গতিতে রয়েছে এমন বস্তুর কম্পনের বিস্তার ও পর্যায়কাল দ্বিগুণ করা হলে এর সর্বোচ্চ বেগ–
(a) দ্বিগুণ হয় (b) অপরিবর্তিত থাকে
(c) এক চতুর্থাংশ হয় (d) চারগুণ হয়

17. $5\frac{d^2x}{dt^2} + 180x = 0$ সমীকরণের কৌণিক কম্পাঙ্ক কত একক?
(a) 180 (b) 36 (c) 6 (d) 5

18. সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক কত?
(a) 0.25 Hz (b) 0.5 Hz
(c) 1.0 Hz (d) 2.0 Hz

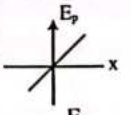
19. $\frac{1}{3}$ সেকেন্ড পর্যায়কাল বিশিষ্ট 3.5 kg ভরের বস্তুর সরণ 5 cm হলে উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুর ওপর ক্রিয়ারত বল কত?
(a) 12.436 N (b) 62.18 N
(c) 51 N (d) 34 N

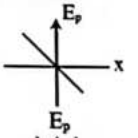
20. একটি সেকেন্ড দোলককে নিকটবর্তী কোনো উত্তপ্ত স্থানে রাখা হল। ফলে এর দোলনকাল হবে–
(a) $T < 2s$ (b) $T = 2s$ (c) $T \geq 2s$ (d) $T > 2s$

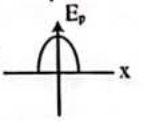
21. সরল ছন্দিত স্পন্দনে আন্দোলিত কোনো কণার বিস্তার A হলে এর বিভব শক্তি সর্বোচ্চ হবে যখন এর সরণ–
(a) 0 (b) $\frac{A}{2}$ (c) A (d) $\pm A$

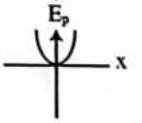
22. একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে বস্তু ঝুলালে এটি 20cm প্রসারিত হয়। এটি একটু টেনে ছেড়ে দিলে পর্যায়কাল কত হবে?
(a) 1.25sec (b) 1.11sec (c) 0.90sec (d) 0.55sec

23. সরল ছন্দিত কণার সরণের সাথে বিভব শক্তির সম্পর্ক কোনটি?

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

24. যে সেকেন্ড দোলক ঘড়ি দিনে n সেকেন্ড ধীরে চলে তার দোলনকাল–
(a) $T = \frac{2\times86400}{86400+n}$ (b) $T = \frac{2\times86400}{86400-n}$
(c) $T = \frac{86400+n}{2\times86400}$ (d) $T = \frac{86400-n}{2\times86400}$

25. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার বেগ–
(i) মধ্যবিন্দুতে সর্বোচ্চ (ii) সর্বোচ্চ সরণে শূন্য
(iii) সাম্যাবস্থায় সর্বনিম্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

26. সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 2% বাড়ালে উক্ত দিনে কত সময় হারাবে?
(a) 24 sec (b) 48 sec (c) 430 sec (d) 851sec

27. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার সরণ ও ত্বরণের দশা পার্থক্য কত?
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

28. সরল ছন্দিত স্পন্দনশীল কণার সর্বোচ্চ অবস্থান ও সাম্যাবস্থার মধ্যে দশা পার্থক্য-
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

29. কোনো স্থানে দুটি সরল দোলকের দোলনকালের অনুপাত 2:3 হলে এদের কার্যকর দৈর্ঘ্যের অনুপাত হবে-
(a) 2:3 (b) 3:2 (c) 4:9 (d) 9:4

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত কণার বিস্তার 3cm এবং সর্বোচ্চ বেগ $6.24ms^1$ ।

30. কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক কত $rads^{-1}$?
(a) 2 (b) 2.08 (c) 208 (d) 280

31. কণাটির পর্যায়কাল-
(a) 0.03sec (b) 0.30sec (c) 3.00sec (d) 0.003sec

32. সরল ছন্দিত বস্তুকণার সরণের সমীকরণ, $x = A\cos\omega t$ হলে–
(i) $t = 0$ সময়ে সরণ $x = 0$ (ii) $t = \frac{3T}{4}$ সময়ে সরণ $x = A$
(iii) $t = \frac{T}{2}$ সময়ে সরণ $x = -A$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) iii

33. সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো কণার সর্বোচ্চ বেগ কত হবে?
(a) $V_{max} = \frac{\omega}{A}$ (b) $V_{max} = \frac{A}{\omega}$
(c) $V_{max} = \omega A$ (d) $V_{max} = \omega^2 A$

34. সরল দোলকের ববের ভর বেশি হলে দোলনকাল কী হবে?
(a) বাড়বে (b) কমবে (c) অপরিবর্তিত থাকবে
(d) ভরের বর্গমূলের সমানুপাতিক

35. সেকেন্ড দোলকের এক সর্বোচ্চ অবস্থান হতে অন্য সর্বোচ্চ অবস্থায় যেতে কত সময়ের প্রয়োজন?
(a) 0.25s (b) 0.5s (c) 1s (d) 2s

36. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ কোন রাশির সমানুপাতিক?
(a) বল (b) পর্যায়কাল (c) সরণ (d) বেগ

37. কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয়?
(a) পর্যাবৃত্ত গতি (b) ঘূর্ণন গতি
(c) স্পন্দন গতি (d) সরলরৈখিক গতি

38. $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0$ সমীকরণ দ্বারা বর্ণিত গতিশীল কোনো কণার কম্পাঙ্ক-
(a) $\frac{1}{\pi}$ Hz (b) $\frac{2}{\pi}$ Hz (c) $\frac{8}{\pi}$ Hz (d) $\frac{16}{\pi}$ Hz

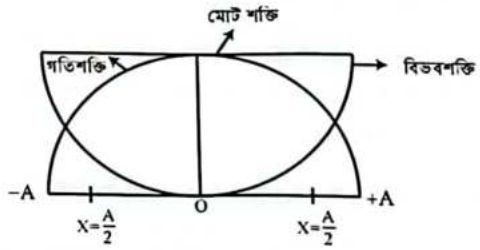
CQ

পূর্ণমান: ৪০ সময়: ২ ঘণ্টা ১০ মিনিট

01. একটি স্প্রিং এর এক প্রান্ত দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে মুক্ত প্রান্তে 300g ভরের একটি বস্তু যুক্ত করলে স্প্রিংটি 9cm প্রসারিত হয়ে সাম্যাবস্থায় আসে। সাম্যাবস্থা হতে 6cm টেনে ছেড়ে দিলে এটি দুলতে থাকে। [$g = 9.8ms^{-2}$]
(ক) সরল দোলকের ত্বরণের সূত্রটি লিখ। ১
(খ) দোলক ঘড়ি স্থানের উপর নির্ভরশীল কেন? ২
(গ) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) সাম্যাবস্থা হতে বস্তুটির সরণ যখন 3cm হয় তখন এর বিভবশক্তি ও গতিশক্তির তুলনা কর। ৪

02. একটি সরলদোলকের ববের ভর $1.2 \times 10^{-2}kg$ ।এটি 51mm বিস্তারে দুলছে। এটি 25 টি দোলন সম্পন্ন করতে 49.75 সে.সময় নেয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $6.4 \times 10^6 m$.
(ক) বল ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য লিখ। ২
(গ) দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) দোলকটিকে পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 53760m উচ্চতায় নিয়ে গেলে ববের সর্বোচ্চ সরণে ববের উপর প্রত্যয়নী বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে যাচাই কর। ৪

03. চিত্রে সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দনরত 1kg ভরের বস্তুর শক্তি বনাম সরণ লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। বস্তুর বিস্তার 0.01m এবং কম্পাংক 12Hz।



(ক) কার্যকরী দৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
(খ) সমবেগে চলমান লিফ্‌ট এ সরল দোলকের দোলনকালের কীরূপ পরিবর্তন হবে? ২
(গ) $x = \frac{A}{2}$ অবস্থানে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) $x = \frac{A}{2}$ এবং $x = A$ অবস্থানের জন্য বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হবে কি? বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

04. পদার্থবিদ্যা ল্যাবে একটি সরল দোলক নেওয়া হলো যার ববের ব্যাস 0.58 cm এবং দোলকটি প্রতি সেকেন্ডে এক বার টিক্ শব্দ করে। তাপের ফলে দোলকটির দৈর্ঘ্য এমনভাবে বৃদ্ধি পেলো যে, দোলনকাল পরিবর্তিত হয়ে 2.01 sec হলো।
(ক) দশা কী? ১
(খ) পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণার কম্পাঙ্ক এবং এর বল ধ্রুবকের সাথে সম্পর্ক কীরূপ? ২
(গ) দোলকটির সুতার দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় দোলকটি দিনে যত সময় হারাবে উদ্দীপকের তথ্য থেকে নির্ণয় সম্ভব কিনা? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. d	02. c	03. b	04. b	05. d	06. c	07. d	08. d	09. b	10. c	11. c	12. b	13. d	14. d	15. b
16. b	17. c	18. b	19. b	20. d	21. d	22. c	23. d	24. b	25. a	26. d	27. d	28. b	29. c	30. c
31. a	32. d	33. c	34. c	35. c	36. c	37. b	38. b							

05. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2\frac{L}{T}$
$\therefore$ T ধ্রুব থাকলে, $g \propto L \ \therefore \frac{W_D}{W_R} = \frac{mg_D}{mg_R} = \frac{L_D}{L_R} = \frac{100}{96} = \frac{25}{24}$
$\therefore \frac{W_D - W_R}{W_R} = \frac{25}{24} - 1 = \frac{1}{24}$

06. $|a_{max}| = \omega^2 A = 8\pi\ ms^{-2}$;
$v_{max} = \omega A = 1.6\ ms^{-1} \Rightarrow \omega = \frac{|a_{max}|}{v_{max}} = \frac{8\pi}{1.6} = 5\pi$
$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0.4$ sec

07. $k \propto \frac{1}{L} \Rightarrow k' = 5k$

08. $\frac{d^2x}{dt^2} + 25x = 0 \Rightarrow \omega^2 = 25$
$\Rightarrow \omega = 5 rads^{-1}$

09. $L = \frac{T^2 \times g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times 9.8}{4\pi^2} = 0.993$ m

12. $T \propto \sqrt{L} \Rightarrow T \propto \sqrt{l + r}$

15. $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$;
বেশি উচ্চতার স্থানে g কমে বলে দোলনকাল বাড়ে।

16. $v_{2max} = \omega_2 \times A_2 = \frac{2\pi}{T_2} \times A_2$
$= \frac{2\pi}{2T_1} \times 2A_1 = \frac{2\pi}{T_1} \times A_1 = v_{1max}$

17. $5\frac{d^2x}{dt^2} + 180x = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 36x = 0$
$\left[\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x\right] = 0 \therefore \omega = \sqrt{36} = 6$

18. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

19. $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{1}{3} = 2\pi\sqrt{\frac{3.5}{k}} \therefore k = 1243.57\ Nm^{-1}$
$F = kx = 1243.57 \times \frac{5}{100} = 62.18$ N

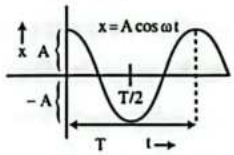
20. $T \propto \sqrt{L}$
তাপমাত্রা বাড়ালে দৈর্ঘ্য বাড়ে। ফলে দোলনকাল বাড়ে।

22. $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{9.8}} = 0.90$sec

26. $T' = T \times \sqrt{\frac{L'}{L}} = 2 \times \sqrt{\frac{102}{100}} = 2.0199s = \frac{2\times86400}{86400-x}$
$\Rightarrow x = 851$ sec

30. $v = 6.24 ms^{-1}$
$a = 0.03$m
$\omega = \frac{v}{a} = 208\ rads^{-1}$

31. $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{208} = 0.03$ sec

32. 

33. $V = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = \omega\sqrt{A^2 - 0^2} = \omega\sqrt{A^2} = \omega A$

35. সেকেন্ড দোলকের দুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় গমনের মধ্যবর্তী সময় $= \frac{2}{2} = 1s$

36. $a = -\omega^2 x$

38. $\frac{d^2x}{dt^2} + 16x = 0$
$\therefore \omega^2 = 16$
$\therefore \omega = 4$ rad/s
$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{2}{\pi}$ Hz

CQ

01. (গ). 32.667 Nm^{-1}
(ঘ). বিভবশক্তি, গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ

02. (গ). 0.983 m
(ঘ). উচ্চতায় নিলে প্রত্যয়নী বল কমবে

03. (গ). 0.65 ms^{-1}
(ঘ). যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র পালিত হয়

04. (গ). 99cm
(ঘ). 429.85 sec

"আমরা কতগুলো নিঃশ্বাস নিলাম জীবন তা দিয়ে পরিমাপ করা যায় না বরং কতগুলো মুহূর্তে নাভিশ্বাস উঠেছে তা দিয়ে পরিমাপ করা যায়"
- Hilary Cooper

অধ্যায় ১০ আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

› সৃজনশীল (গ) ও (ঘ) নং প্রশ্নের জন্য এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ টপিকসমূহ:

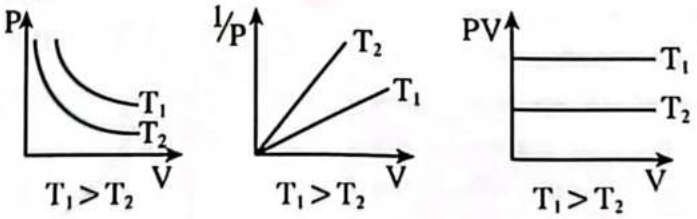
গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে		যে বোর্ডে যে বছর এসেছে
			গ	ঘ	CQ
❂❂❂	T-01	বয়েল, চার্লস ও চাপীয় সূত্র	10	13	BB'24, 21; CB'24, 22, 21, 19; MB'24RB'23, 21, 19; SB'23, 21; JB'23, 22 ; Ctg.B'22, 21, 19; DB'21;
❂❂❂	T-02	আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ	6	4	BB'24; SB'24, 22; CB'23, 21; Din.B'22; Ctg.B'22, 19;
❂❂	T-03	বর্গমূল গড় বর্গবেগ	3	4	BB'24; JB'24, 19; Din.B'23, 22; MB'23; SB'22
❂	T-04	গ্যাসের গতিতত্ত্ব	-	-	-
❂❂	T-05	গ্যাসের গতিশক্তি	7	2	SB'24;DB'23; JB'23, 19; CB'23, 19; Din.B'23 ; MB'23; RB'19
❂	T-06	গড়মুক্ত পথ	-	1	Din.B'17
❂❂❂	T-07	আপেক্ষিক আর্দ্রতা	31	24	DB'24, 23, 22, 21, 17; RB'24, 23, 22, 21, 17; Ctg.B'24, 23, 22, 21; Din.B'24, 21, 19; SB'23; BB' 23, 22, 21; JB'23, 22, 21; MB'22, 21

CQ প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন (গ ও ঘ) ও নমুনা উত্তর

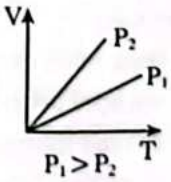
T-01: বয়েল, চার্লস ও চাপীয় সূত্র

Concept

- বয়েলের সূত্র: তাপমাত্রা (T) এবং গ্যাসের মোল সংখ্যা (n) ধ্রুবক থাকলে, $P_1V_1 = P_2V_2 = P_3V_3 = \dots\dots\dots\dots$ = ধ্রুবক। একে সমোষ্ণ (Isothermal) সমীকরণ বলা হয়।



- চার্লসের সূত্র: চাপ (P) এবং গ্যাসের মোল সংখ্যা (n) ধ্রুবক থাকলে, $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \dots\dots\dots$ = ধ্রুবক।



- চাপীয় সূত্র: আয়তন (V) এবং গ্যাসের মোল সংখ্যা (n) ধ্রুবক থাকলে, $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \dots$ = ধ্রুবক

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. সমুদ্রের 5 km গভীরে ডুবে থাকা একটি মূল্যবান বস্তু উদ্ধারে একদল ডুবুরী সাবমেরিনে যাত্রা করল। যাত্রাপথে সাবমেরিন থেকে একটি বুদবুদ ছেড়ে দিলে সমুদ্রপৃষ্ঠে এর আয়তন 8 গুণ হয়। পানির ঘনত্ব $1020\ kgm^{-3}$, $g = 9.8\ ms^{-2}$। উল্লেখ্য সাবমেরিনটির বহিঃপৃষ্ঠ সর্বোচ্চ $4 \times 10^7\ Pa$ চাপ সহ্য করতে পারে। **[CB'24]**

(গ) কত গভীর হতে বুদবুদটি ছেড়ে দেওয়া হয়েছিল নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ডুবুরী দল মূল্যবান বস্তুর ঐ স্থানে পৌঁছাতে পারবে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** সমুদ্রের পৃষ্ঠে চাপ, $P_1 = 101325\ Pa$

সমুদ্রের পৃষ্ঠে আয়তন $= V_1$

সমুদ্রের গভীরে চাপ, $P_2 = P_1 + h\rho g$

সমুদ্রের গভীরে আয়তন, $V_2 = \frac{V_1}{8}$

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1V_1 = (P_1 + h\rho g)\frac{V_1}{8}$

$\Rightarrow 8P_1 - P_1 = h\rho g \Rightarrow h = \frac{7P_1}{\rho g} = \frac{7\times101325}{1000\times9.8}$

$\therefore h = 70.96\ m$

$\therefore$ 70.96 m গভীর থেকে বুদবুদটি ছেড়ে দেওয়া হয়েছিল।

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

গভীরতা, $h = 5\ km = 5000\ m$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1020\ kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

সমুদ্রপৃষ্ঠে চাপ, $P_{atm} = 101325\ Pa$

সর্বোচ্চ সহনশীল চাপ, $P_{max} = 4 \times 10^7\ Pa$

সমুদ্রের h গভীরতায় চাপ, $P = P_{atm} + h\rho g$

$= 101325 + 5000 \times 1020 \times 9.8 = 5.008 \times 10^7\ Pa$

$\therefore P > P_{max}$

অতএব, উক্ত গভীরতায় পানির চাপ সাবমেরিনের সর্বোচ্চ সহনশীল চাপের চেয়ে বেশি হওয়ায় ডুবুরী দল ঐ স্থানে পৌঁছাতে পারবে না।

02. একটি পাত্র বিশুদ্ধ পানি দ্বারা পূর্ণ করা হল। পাত্রের গভীরতা 20 m। $0.08\ m^3$ আয়তনের একটি বায়ু বুদবুদ পাত্রের তলদেশ থেকে উপরে উঠে এল। পরবর্তীতে পানির পরিবর্তে পাত্রটি অন্য একটি তরল দ্বারা পূর্ণ করা হলে বুদবুদ তলদেশ থেকে উপরে আসলে এর ব্যাসার্ধ 2 গুণ হয়ে যায়। [ভূ-পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5\ Nm^{-2}$ এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$] **[BB'24]**

(গ) বিশুদ্ধ পানির ক্ষেত্রে পাত্রের উপরিপৃষ্ঠে বুদবুদের আয়তন কত হবে? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে ব্যবহৃত তরলটি পানির চেয়ে ভারী নাকি হালকা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পাত্রের উপরিপৃষ্ঠে চাপ, $P_1 = 10^5\ Nm^{-2}$

পাত্রের গভীরতা, $h = 20\ m$

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

পাত্রের তলদেশে চাপ, $P_2 = P_1 + h\rho g$

$= 10^5 + 20 \times 1000 \times 9.8 = 2.96 \times 10^5\ Nm^{-2}$

পাত্রের তলদেশে বুদবুদের আয়তন, $V_2 = 0.08\ m^3$

পাত্রের উপরিপৃষ্ঠে বুদবুদের আয়তন, $V_1 = ?$

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow V_1 = \frac{P_2V_2}{P_1} = \frac{2.96\times10^5\times0.08}{10^5} = 0.2368\ m^3$

(ঘ) **উত্তর:** তরলের উপরিপৃষ্ঠে চাপ, $P_1 = 10^5\ Nm^{-2}$

তরলের গভীরতা, $h = 20\ m$

তরলের ঘনত্ব $\rho' kgm^{-3}$ হলে, তরলের তলদেশে চাপ,

$P_2 = P_1 + h\rho' g$

$= 10^5 + 20 \times \rho' \times 9.8 = 10^5 + 196\rho'$

তরলের উপরিপৃষ্ঠে বুদবুদের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 2r$

তরলের তলদেশে বুদবুদের ব্যাসার্ধ, $r_2 = r$

$\therefore$ তরলের উপরিপৃষ্ঠে বুদবুদের আয়তন,

$V_1 = \frac{4}{3}\pi r_1^3 = \frac{4}{3}\pi(2r)^3$

এবং তরলের তলদেশে বুদবুদের আয়তন,

$V_2 = \frac{4}{3}\pi r_2^3 = \frac{4}{3}\pi(r)^3$

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow 10^5 \times \frac{4}{3}\pi(2r)^3 = (10^5 + 196\rho') \times \frac{4}{3}\pi(r)^3$

$\Rightarrow 10^5 \times 8 = (10^5 + 196\rho')$

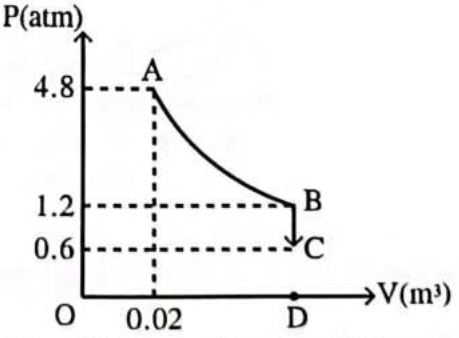
$\Rightarrow \rho' = \frac{8\times10^5 - 10^5}{196} = 3571.43\ kgm^{-3}$

দেওয়া আছে, পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$

যেহেতু, $\rho' > 1000\ kgm^{-3}$;

সুতরাং, তরলটি পানির চেয়ে ভারী।

03. চিত্রে তিন মোল গ্যাসের P-V লেখচিত্র দেখানো হয়েছে, যেখানে AB অংশে T স্থির। $1\ atm = 10^5\ Nm^{-2}$। **[JB'24]**



(গ) B বিন্দুতে গ্যাসটির আয়তন নির্ণয় কর। ৩

CamScanner

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

A বিন্দুতে চাপ, $P_A = 4.8$ atm

A বিন্দুতে আয়তন, $V_A = 0.02\ m^3$

B বিন্দুতে চাপ, $P_B = 1.2$ atm

B বিন্দুতে আয়তন, $V_B = ?$

যেহেতু AB অংশে T স্থির, সুতরাং AB সমোষ্ণ প্রক্রিয়া।

আমরা জানি,

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, $PV =$ ধ্রুবক

$\therefore P_A V_A = P_B V_B$

$\therefore V_B = \frac{P_A \times V_A}{P_B} = \frac{4.8 \times 0.02}{1.2}$

$\therefore V_B = 0.08\ m^3$

04. একটি গ্যাসপূর্ণ বেলুনকে হ্রদের তলদেশে 50 m গভীরতায় নিয়ে যাওয়ায় 2 লিটার আয়তন ধারণ করে। হ্রদের তলদেশে বেলুনে আরো 1 লিটার গ্যাস প্রবেশ করিয়ে ছেড়ে দেওয়া হলো। বেলুনের সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা 8 লিটার। **[MB'24]**

[বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5\ kgm^{-3}$,
পানির ঘনত্ব $10^5\ kgm^{-3}$, $g = 9.8\ ms^{-2}$]

(গ) পানির উপরিতলে বেলুনের প্রাথমিক আয়তন কত ছিল? ৩

(ঘ) হ্রদের তলদেশ থেকে বেলুনটি পানির উপরিতলে অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে কি-না-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পানির উপরিতলে চাপ, $P_1 = 10^5\ Nm^{-2}$

হ্রদের গভীরতা, $h = 50$ m

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

h গভীরতায় চাপ, $P_2 = P_1 + h\ pg$

$= 10^5 + (50 \times 1000 \times 9.8) = 5.9 \times 10^5\ Nm^{-2}$

h গভীরতায় বেলুনের আয়তন, $V_2 = 2$ L

বেলুনটির প্রাথমিক আয়তন, $V_1 = ?$

আমরা জানি,

$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{P_2V_2}{P_1} = \frac{5.9 \times 10^5 \times 2}{10^5} = 11.8$ L

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, হ্রদের উপরিতলে চাপ, $P_1 = 10^5\ Nm^{-2}$

হ্রদের তলদেশে বেলুনের আয়তন, $V_2 = (2 + 1) = 3$L

'গ' হতে পাই, হ্রদের তলদেশে চাপ, $P_2 = 5.9 \times 10^5\ Nm^{-2}$

হ্রদের উপরিতলে আয়তন, $V_1 = ?$

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow V_1 = \frac{P_2V_2}{P_1} = \frac{5.9 \times 10^5 \times 3}{10^5} = 17.7$L

এখানে বেলুনের সর্বোচ্চ ধারণ ক্ষমতা = 8 L

যেহেতু, $V_1 > 8$; সুতরাং হ্রদের তলদেশ হতে বেলুনটি পানির উপরিতলে অক্ষত অবস্থায় পৌঁছাবে না।

05. কোনো স্থানে একজন ডুবুরি অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া 5 m গভীর পর্যন্ত পানির নিচে অনুসন্ধান করতে পারে। ঐ স্থানের পানির উপরিতলে 10^5 Pa চাপে বায়ু ভর্তি একটি বেলুনের আয়তন $10^{-3}m^3$। বেলুনটি ওখানে নিমজ্জিত করলে কোনো এক জায়গায় আয়তন হয় $4 \times 10^{-4}m^3$।

পানির ঘনত্ব $= 10^3 kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ $= 9.8\ ms^{-2}$ **[JB'23]**

(ঘ) যেখানে বেলুনের আয়তন $4 \times 10^{-4}m^3$ হয় সেখানে ডুবুরি অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া অনুসন্ধান কার্য সম্পাদন করতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত প্রদান কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** এখানে,

$P_a =$ উপরিতলে চাপ $= 10^5$Pa

উপরিতলে বেলুনের আয়তন, $V_a = 10^{-3}\ m^3$

পরিবর্তিত আয়তন, $V_2 = 4 \times 10^{-4}\ m^3$

গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow P_aV_a = (P_a + h\rho g)V_2$

$\Rightarrow 10^5 \times 10^{-3} = (10^5 + h \times 1000 \times 9.8) \times 4 \times 10^{-4}$

$\Rightarrow 10^5 + h \times 1000 \times 9.8 = 250000$

$\Rightarrow h = 15.31$ m

$\therefore h > 5$m,

তাই ঐ স্থানে ডুবুরি সিলিন্ডার ছাড়া অনুসন্ধান কাজ চালাতে পারবে না।

06. দুইজন শিক্ষার্থী একটি দ্বীপে বেড়াতে গিয়ে পাশাপাশি অবস্থিত দুটি পুকুরের বায়ু বুদবুদ নিম্নরূপ পর্যবেক্ষণ করল। বায়ুমণ্ডলের চাপ $= 10^5$ Pa। **[SB'23]**

পুকুরের নাম	বায়ু বুদবুদ	পানির ঘনত্ব
মিঠাপানির পুকুর	পানির তলদেশ থেকে উপরিতলে আসায় আয়তন 4 গুণ হয়	$1.0 \times 10^3\ kgm^{-3}$
লবণাক্ত পানির পুকুর	পানির তলদেশ থেকে উপরিতলে আসায় ব্যাস 2 গুণ হয়।	$1.1 \times 10^3\ kgm^{-3}$

(গ) মিঠাপানির পুকুরের গভীরতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উক্ত পুকুর দুটিতে পানির তলদেশের চাপের তারতম্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) উত্তর: এখানে,

পুকুরের উপরিতলে

চাপ, $P_a = 10^5$ Pa

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow P_aV_a = P_WV_W$

$\Rightarrow P_aV_a = (P_a + h\rho g)V_w$

$\Rightarrow 10^5 \times 4V_W = (10^5 + h \times 10^3 \times 9.8)V_W$

$\therefore h = 30.61$ m (Ans.)

(ঘ) উত্তর: এখানে,

২য় পুকুরের তলদেশ

চাপ, $P_W = ?$

$V \propto d^3 \therefore V_a = 2^3 \times V_W$

২য় পুকুরের ক্ষেত্রে:

$P_aV_a = P_WV_W$

$\Rightarrow 10^5 \times 2^3 \times V_W = P_W \times V_W$

$\Rightarrow 8 \times 10^5$ Pa $= P_W$

'গ' থেকে ১ম পুকুরের গভীরতা $= 30.61$ m

$P_1 = P_a + h\rho g$

$= 10^5 + 30.61 \times 10^3 \times 9.8 = 399978$ Pa

$\Delta P = P_W - P_1 = 8 \times 10^5 - 399978 = 400022$ Pa

$\therefore$ তলদেশে অর্ধেকের চেয়েও অনেক ছোট হয়ে যাবে।

07. একজন ডুবুরি লবণাক্ত হ্রদের গভীরতা পরিমাপের জন্য $1.013 \times 10^5 Nm^{-2}$ চাপে $2.5 \times 10^{-2} m^3$ আয়তনের 1 মোল হিলিয়াম গ্যাস ভর্তি বেলুনকে হ্রদের পৃষ্ঠ হতে তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় এর আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। এতে ডুবুরি মন্তব্য করলেন "হ্রদের গভীরতা 9m।" উল্লেখ্য গ্যাস ও হ্রদের পানির তাপমাত্রা একই। [হ্রদের পানির ঘনত্ব $1.1 \times 10^3\ kgm^{-3}$, $g = 9.8 ms^{-2}$, $R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$, হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুর চাপ $1.013 \times 10^5\ Nm^{-2}$] [CB' 21]

(ঘ) ডুবুরির মন্তব্যের সত্যতা যাচাই কর। ৪

(ঘ) উত্তর: এখানে,

$\rho = 1.1 \times 10^3\ kgm^{-3} = 1100\ kgm^{-3}$

$P_2 = P_1 + h\rho g$

আমরা জানি,

$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 1.013 \times 10^5 \times V = P_2 \times \frac{V}{2}$

$\Rightarrow P_2 = 2 \times 1.013 \times 10^5$

$\Rightarrow P_1 + h\rho g = 2 \times 1.013 \times 10^5$

$\Rightarrow h\rho g = 2 \times 1.013 \times 10^5 - 1.013 \times 10^5$

$\Rightarrow h = \frac{1.013 \times 10^5}{1100 \times 9.8}$ m $\therefore h = 9.4$ m ≈ 9 m (Ans.)

08. $30°C$ তাপমাত্রায় এবং 2 atm চাপে একটি বেলুনের মধ্যে 24 gm অক্সিজেন গ্যাস আছে। এক মোল অক্সিজেনের ভর 32 gm, অপরদিকে কোনো একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.5 atm, পানির ঘনত্ব $1050\ kgm^{-3}$ ও গভীরতা 20m এবং অন্য একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.2 atm, পানির ঘনত্ব $1000 kgm^{-3}$ ও গভীরতা 25 m। [Ctg.B' 19]

[1 atm $= 1.013 \times 10^5$Pa, $R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$ and $g = 9.8\ ms^{-2}$]

(ঘ) উদ্দীপকের কোন পুকুরের তলদেশে গ্যাস ভর্তি বেলুনের আয়তন কম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) উত্তর: ১ম পুকুরের তলদেশে বেলুনের আয়তন V_1 হলে,

$V_1 = \frac{P_0}{P_1 + h_1\rho_1 g}V_0 = \frac{2 \times 101325}{1.5 \times 101325 + 20 \times 1050 \times 9.8}V_0 = 0.5664V_0$

২য় পুকুরের তলদেশে বেলুনের আয়তন V_2 হলে,

$V_2 = \frac{P_0}{P_2 + h_2\rho_2 g}V_0 = \frac{2 \times 101325}{1.2 \times 101325 + 25 \times 1000 \times 9.8}V_0$

$= 0.5528V_0 \therefore V_1 > V_2$

সুতরাং ২য় পুকুরের তলদেশে বেলুনের আয়তন কম।

09. কিশোর পাশা একদিন $1020\ kgm^{-3}$ ঘনত্বের লবণাক্ত পানির হ্রদে ডুবুরির পোশাক পরে ডুব দিলেন। সে লক্ষ করল পানির নিচে বুদবুদের আয়তন উপরিতলে এসে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করেছে। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5Pa, হ্রদের পানির সর্বত্র তাপমাত্রা সমান। [SB' 21]

(গ) বুদবুদ কর্তৃক অতিক্রান্ত উল্লম্ব দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের হ্রদটি মিঠাপানির হলে ডুবুরি কোন পানির হ্রদে নামতে বেশি স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করেছিল– বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

উপরিতলে চাপ, $P_1 = 10^5$Pa

উপরিতলে আয়তন $= 2V$

তলদেশে চাপ $= P_2$

উপরিতলে আয়তন $= V$

$\rho = 1020\ kgm^{-3}$

$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 2P_1V = P_2V$

$\Rightarrow P_2 = 2P_1 \Rightarrow P_1 + h\rho g = 2P_1$

$\Rightarrow h\rho g = 10^5 \Rightarrow h = \frac{10^5}{1020 \times 9.8} \Rightarrow h = 10$ m

$\therefore$ অতিক্রান্ত উল্লম্ব দূরত্ব $= 10$ m (Ans.)

CamScanner

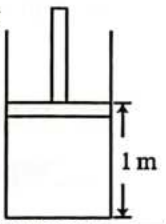
(ঘ) উত্তর: মিঠাপানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$
লবণাক্ত পানির ঘনত্ব, $\rho_s = 1020\ kgm^{-3}$
মিঠাপানির অভ্যন্তরে h গভীরতার জন্য চাপ,
$P = 10^5 + h \times 1000\ g$
লবণাক্ত পানির অভ্যন্তরে h গভীরতার জন্য চাপ,
$P_s = 10^5 + h \times 1020\ g$
$\therefore 1020\ hg > 1000\ hg \therefore P_s > P$
অর্থাৎ, লবণাক্ত পানির অভ্যন্তরে অনুভূত চাপ বেশি।
তাই ডুবুরী মিঠাপানির হ্রদে নামতে বেশি স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করবেন।

10. একটি হ্রদের তলদেশ ও পৃষ্ঠের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে **8°C** ও **30°C**। **2L** আয়তনবিশিষ্ট একটি বায়ুপূর্ণ বেলুন হ্রদের তলদেশ হতে ছেড়ে দেয়া হলো। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ সক্ষমতা **15L**। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$, হ্রদের গভীরতা **15m** এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$। [RB' 19]

(ঘ) বেলুনটি হ্রদের পৃষ্ঠে এসে বিস্ফোরিত হওয়ার সম্ভাবনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(ঘ) উত্তর: $P_1 = 10^5;\ T_1 = 273 + 30 = 303K$
$\therefore P_2 = (10^5 + 15 \times 1000 \times g);\ V_2 = 2L$
$T_2 = 273 + 8 = 281K$
∴ আমরা জানি,
$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$; $V_1 = \frac{P_2V_2}{T_2} \times \frac{T_1}{P_1}$; $V_1 = 5.32L$
∴ যেহেতু বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা 15 L সেহেতু বেলুনটি হ্রদের পৃষ্ঠে এসে বিস্ফোরিত হবে না।

11. চিত্রে প্রদর্শিত পিস্টন সিলিন্ডার ব্যবস্থায় একটি আদর্শ গ্যাস **300 K** তাপমাত্রায় রাখা আছে। সিলিন্ডারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ m^2$। প্রারম্ভিক অবস্থায় পিস্টনটি সিলিন্ডারের তলদেশ হতে **1 m** উচ্চতায় ছিল। চাপ স্থির রেখে এর তাপমাত্রা **400 K** এ নেয়া হলো। [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]



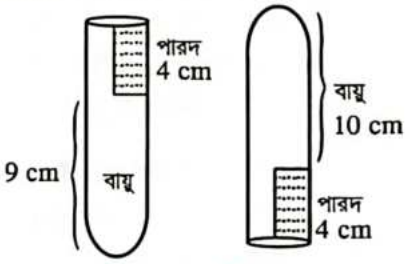
(গ) সিলিন্ডারের তলদেশ হতে পিস্টনের চূড়ান্ত উচ্চতা নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) যদি সিলিন্ডারের তাপমাত্রা **400 K** এ নেয়া হলে চাপ অর্ধেক হয় তবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে চূড়ান্ত উচ্চতা নির্ণয় করো। ৪

(গ) উত্তর: যেহেতু চাপ স্থির রাখা হয়েছে; সেহেতু সিস্টেমটি চার্লসের সূত্র মেনে চলে।
দেওয়া আছে, $T_1 = 300\ K;\ T_2 = 400\ K;\ A = 1\ m^2$
$L_1 = 1m;\ L_2 = ?$
$\therefore \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{AL_1}{T_1} = \frac{AL_2}{T_2}$
$\Rightarrow L_2 = \frac{T_2}{T_1} \times L_1 = \frac{400}{300} \times 1\ m = 1.333\ m$

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, 400 K এ উচ্চতা, $L = 1.33\ m$
তাপমাত্রা 400 K তে রেখে চাপ অর্ধেক করলে এটি বয়েলের সূত্র মেনে চলবে।
এখানে, আদি চাপ, P_1; শেষ চাপ, $\frac{P_1}{2} = P_2$
$L_1 = 1.33\ m;\ L_2 = ?$
$\therefore P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1V_1 = \frac{P_1}{2}V_2 \Rightarrow 2AL_1 = AL_2$
$\Rightarrow L_2 = 2 \times 1.33\ m = 2.66\ m$

12. সর্বত্র সমান প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একমুখ খোলা একটি কাচের নলে **4 cm** দীর্ঘ একটি পারদসূত্র দ্বারা **27°C** উষ্ণতায় কিছু পরিমাণ বায়ু আবদ্ধ আছে। উল্লম্ব অবস্থায় নলের খোলামুখ ওপরের দিকে থাকলে বায়ুস্তম্ভের দৈর্ঘ্য **9 cm** এবং নলটিকে উলটে ধরলে আবদ্ধ বায়ুস্তম্ভের দৈর্ঘ্য **10 cm** হয়।

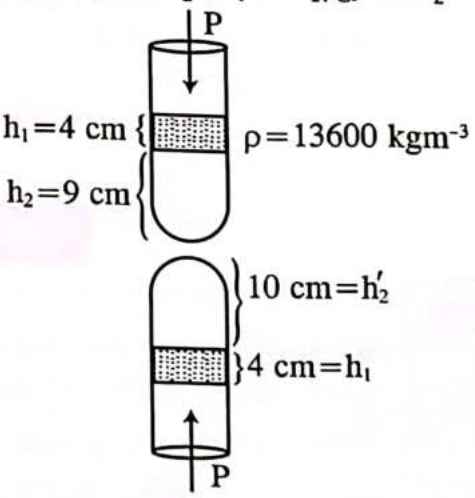


[বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ]

(গ) বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উষ্ণতা কত হলে উল্টানো অবস্থাতেও বায়ুস্তম্ভের দৈর্ঘ্য **9 cm** হবে, গাণিতিক যুক্তিসহ বর্ণনা করো। ৪

(গ) উত্তর: নলের মুখ উপরের দিকে থাকলে চাপ ও আয়তন P_1 ও V_1। নিচের দিকে থাকলে চাপ ও আয়তন P_2 ও V_2
$\therefore P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow (P + h_1\rho g) \times Ah_2 = (P - h_1\rho g) \times Ah_2'$



$\Rightarrow (P + 0.04 \times 13600 \times 9.8) \times 0.09$
$= (P - 0.04 \times 13600 \times 9.8) \times 0.1$
$\Rightarrow P = 101292.8\ Pa$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** ধরি, খোলামুখ উপরে থাকা অবস্থায় তাপমাত্রা,
$T_1 = 27°C = 300\ K$
উল্টানো অবস্থায় তাপমাত্রা $= T_2$
$\therefore \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\Rightarrow T_2 = \frac{P_2V_2T_1}{P_1V_1} = \frac{(101292.8-0.04\times13600\times9.8)\times300}{(101292.8+0.04\times13600\times9.8)}$
$= 270\ K = -3°C \quad [h_2 = h_2']$
অর্থাৎ, উল্টানো অবস্থায় তাপমাত্রা $-3°C$ হলে পারদস্তম্ভের উচ্চতা সমান হবে।

নিজে করো

13. একটি বায়ু বুদবুদ হ্রদের তলদেশ হতে পানির উপরিপৃষ্ঠে আসলে এর আয়তন দ্বিগুণ হয়। বায়ুর চাপ $= 1.01 \times 10^5$ Pa. **[DB' 21]**
(গ) হ্রদের গভীরতা নির্ণয় কর। **[Ans: 10.306 m]**
(ঘ) যদি হ্রদের গভীরতা 55 mm হয় তবে 2 cm ব্যাসার্ধের বায়ু বুদবুদ হ্রদের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে আসলে ইহার আয়তনের কি পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। **[Ans: আয়তন বৃদ্ধি পাবে।]**

14. স্থির তাপমাত্রায় 5.1 লিটার বায়ুপূর্ণ একটি বেলুনকে 40m গভীর পানির তলদেশে নেয়ায় বেলুনটি 1.1 লিটার আয়তন ধারণ করে। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা 9.5 লিটার এবং ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। **[RB' 21]**
(গ) উদ্দীপক অনুসারে ঐ স্থানের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কত? **[Ans:107800 Pa]**
(ঘ) উল্লিখিত বেলুনটিতে বিশেষ ব্যবস্থায় তলদেশে থাকা অবস্থায় আরও 1 লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে মুখ বন্ধ অবস্থায় ছেড়ে দেয়া হলে অক্ষত অবস্থায় পানির উপরিতলে আসবে কি? বিশ্লেষণ কর। **[Ans. বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় আসবে না, ফেটে যাবে]**

15. A ও B দুটি হ্রদের তলদেশ থেকে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে উঠলে এর আয়তন চারগুণ হয়। A ও B হ্রদের পানির ঘনত্ব যথাক্রমে 1000 kgm^{-3} ও 1100 kgm^{-3}। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Pa। **[BB' 21]**
(গ) A হ্রদের তলদেশে চাপ কত? **[Ans: 4×10^5 Pa]**
(ঘ) A ও B হ্রদের মধ্যে কোনটির গভীরতা বেশি তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ধারণ কর। **[Ans: A হ্রদের গভীরতা বেশি]**

16. একজন ডুবুরি অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া 6 m গভীর পর্যন্ত পানির নিচে অনুসন্ধান চালাতে পারে। পানির ওপরিতলে 'A' স্থানে 10^5Pa চাপে গ্যাসপূর্ণ একটি বেলুনের আয়তন $10^{-3}m^3$। বেলুনটি পানিতে 'B' স্থানে নিমজ্জিত করলে আয়তন হয় $5 \times 10^{-4}m^3$। [পানির ঘনত্ব $= 10^3 kg\ m^{-2}$, অভিকর্ষজ ত্বরণ $= 9.8\ ms^{-2}$] **[CB' 19]**
(ঘ) ডুবুরি উদ্দীপকের 'B' স্থানে অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া অনুসন্ধান কার্য চালাতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। **[Ans: অক্সিজেন সিলিন্ডার লাগবে]**

17. একজন ডুবুরি একটি গ্যাস ভর্তি বেলুনকে 10m গভীর হ্রদের তলদেশে নিয়ে গেল এবং হ্রদের তলদেশে বেলুনের আয়তন উপরিপৃষ্ঠের অর্ধেক বলে মন্তব্য করল। বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5\ Nm^{-2}$ এবং হ্রদের পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}। **[Ctg.B' 21]**
(গ) উদ্দীপকের হ্রদের তলদেশে বেলুনের উপর ক্রিয়াশীল চাপ নির্ণয় কর। **[Ans: $198 \times 10^3\ Nm^{-2}$]**
(ঘ) উদ্দীপকের ডুবুরির মন্তব্যের যথার্থতা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যাচাই কর। **[Ans: ডুবুরির মন্তব্য যথার্থ]**

T-02: আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ

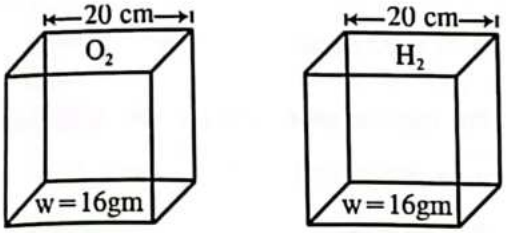
Concept

- আদর্শ গ্যাসের সমীকরণঃ $PV = nRT$
- $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$

P = গ্যাসের চাপ;
V = গ্যাসের আয়তন
n = মোল সংখ্যা, m = গ্যাসের ভর, M = গ্যাসের মোলার ভর
N = গ্যাসের অণু সংখ্যা,
N_A = অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$
T = তাপমাত্রা (কেলভিন এককে)

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01.



পাত্র-A পাত্র-B

চিত্রে A ও B দুটি ঘনকাকৃতি গ্যাসপাত্র যাদের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 20 cm এবং উভয় পাত্রে গ্যাসের চাপ 24×10^5 Nm^{-2}। [BB'24]

(গ) তাপমাত্রা স্থির রেখে A পাত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে পরিবর্তিত চাপ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, প্রাথমিক পর্যায়ে, ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য,

$a = 20\ cm = 0.2\ m$

ব্যবহৃত O_2 গ্যাসের ভর, $W = 16\ gm$

গ্যাসের চাপ, $P = 24 \times 10^5\ Nm^{-2}$

O_2 গ্যাসের আণবিক ভর, $M = 32\ gmol^{-1}$

$\therefore$ O_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা, $n = \frac{w}{M} = \frac{16}{32} = 0.5\ mol$

ঘনকের আয়তন, $V = a^3 = (0.2)^3 = 8 \times 10^{-3}\ m^3$

সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$

ঘনকের তাপমাত্রা, $T = ?$

আমরা জানি, $PV = nRT$

$\Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{24\times10^5\times8\times10^{-3}}{0.5\times8.314} = 4618.72\ K$

আবার, দেওয়া আছে, চূড়ান্ত পর্যায়ে ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য,

$a' = \frac{a}{2} = \frac{20}{2} = 10\ cm = 0.1\ m$

$\therefore$ ঘনকের আয়তন, $V' = a^3 = (0.1)^3 = 10^{-3}\ m^3$

পরিবর্তিত চাপ, $P' = ?$

আমরা জানি, $P'V' = nRT$

$\Rightarrow P' = \frac{nRT}{V'} = \frac{0.5\times8.314\times4618.72}{10^{-3}} = 1.92 \times 10^7\ Nm^{-2}$

$\therefore$ পরিবর্তিত চাপ, $P' = 1.92 \times 10^7\ Nm^{-2}$

02. A ও B দুইটি সিলিন্ডারে যথাক্রমে 5g ভরের N_2 ও O_2 গ্যাস আছে। উভয় সিলিন্ডারে আয়তন 8L। A সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ 4×10^5 Pa এবং B সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ 5×10^5 Pa। $R = 8.31\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$ [SB'24]

(গ) B সিলিন্ডারের তাপমাত্রা কত?

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, B সিলিন্ডারে, গ্যাসের চাপ,

$P_B = 5 \times 10^5$ Pa

গ্যাসের আয়তন, $V_B = 8L = 8 \times 10^{-3}\ m^3$

O_2 গ্যাসের ভর, $w_3 = 5g$

গ্যাসের তাপমাত্রা, $T_B = ?$

O_2 গ্যাসের আণবিক ভর, $M = 32\ gmol^{-1}$

সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.31\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$

O_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা, $n_B = \frac{w_B}{M_{O_2}} = \frac{5}{32}\ mol$

আমরা জানি, আদর্শ গ্যাস সমীকরণ, $P_BV_B = n_BRT_B$

$\Rightarrow T_B = \frac{P_BV_B}{n_BR} = \frac{5\times10^5\times8\times10^{-3}}{\frac{5}{32}\times8.31} = 3080.62\ K$

03. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে একটি খোলা লিটার ফ্লাস্কের মধ্যে 1.32×10^{-3} kg নাইট্রোজেন গ্যাস থাকতে পারে। 90°C তাপমাত্রার গরম পানি দ্বারা ফ্লাস্কটি অর্ধপূর্ণ করা হলে গ্যাস পানির সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে। [CB'23]

(ঘ) গরম পানি দ্বারা অর্ধপূর্ণ করার পর পূর্বের অর্ধেক পরিমাণ গ্যাস ধারণ করবে না–উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

(ঘ) **উত্তর:** পূর্বে, $PV = nRT$

$\Rightarrow V = \frac{w}{M}\frac{RT}{P} = \frac{1.32\times10^{-3}}{28\times10^{-3}} \times \frac{8.314\times273}{101325}$

$= 1.056 \times 10^{-3} m^3$

অর্ধেক পানিপূর্ণ করলে,

$V_{new} = \frac{V}{2} = \frac{1.056\times10^{-3}}{2} = 5.28 \times 10^{-4} m^3$

পরে, $PV_{new} = nRT'$

$\Rightarrow 101325 \times 5.28 \times 10^{-4} = \frac{w'}{M} \times 8.314 \times (273 + 90)$

$\Rightarrow \frac{w'}{28} = 0.0177 \Rightarrow w' = 0.49\ g = 4.96 \times 10^{-4} kg$

এখন, $\frac{w'}{w} = \frac{4.96\times10^{-4}}{1.32\times10^{-3}} = 0.37$

$\therefore$ পূর্বের অর্ধেক গ্যাস ধারণ করবে না।

04. $1 \times 10^{-2}\ m^3$ আয়তনের সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও $2.5 \times 10^5\ Nm^{-2}$ চাপে অক্সিজেন গ্যাস ভর্তি করা আছে। তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে কিছু পরিমাণ অক্সিজেন ব্যবহার করার পর চাপ $1.3 \times 10^5\ Nm^{-2}$ পাওয়া গেল। অক্সিজেনের আণবিক ভর $32\ gmol^{-1}$। [SB'22]

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণনামতে যে পরিমাণ অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহৃত হয়েছে তা নির্ণয় সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

(ঘ) উত্তর: সিলিন্ডারের আয়তন, V ধ্রুবক

তাপমাত্রা, T ও ধ্রুব,

অক্সিজেনের আদি মোলসংখ্যা,

$n_1 = \frac{P_1V}{RT} = \frac{2.5\times10^5\times1\times10^{-2}}{8.314\times300} = 1.0023254$ mol

মোলসংখ্যা পরিবর্তিত হয়ে n_2 হলে গ্যাসের পরিবর্তিত চাপ P_2

$\therefore n_2 = \frac{P_2V}{RT} = \frac{1.3\times10^5\times1\times10^{-2}}{8.314\times300} = 0.5212092$ mol

$\therefore$ ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ $= n_1 - n_2$

$= (1.0023254 - 0.5212092)$mol

$= 0.4811162$ mol $= 15.3957$ g

05. নাইট্রোজেন গ্যাস দ্বারা একটি পাত্র **20 atm** চাপে **27°C** তাপমাত্রায় ভর্তি করা হল। এরপর অর্ধেক ভরের গ্যাস বের করে দেয়া হল এবং অবশিষ্ট গ্যাসের তাপমাত্রা **87°C** এ বাড়ানো হল। **[Din.B'22]**

(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের চেয়ে কম না বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(ঘ) উত্তর: অর্ধেক গ্যাস বের করে দেয়ায়, গ্যাসের পরিবর্তিত মোলসংখ্যা $= \frac{n}{2}$

পরিবর্তিত তাপমাত্রা, $T' = (273 + 87)K = 360$ K

আমরা জানি, $P \propto nT \therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{n}{2}\times360}{n\times300} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{3}{5}$

$\therefore P_2 = \frac{3}{5}P_1$

$\therefore$ পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের $\frac{3}{5}$ গুণ এবং $P_2 < P_1$। অর্থাৎ পরিবর্তিত গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের চেয়ে কম হবে।

06. একজন ডুবুরি লবণাক্ত হ্রদের গভীরতা পরিমাপের জন্য $1.013\times10^5 Nm^{-2}$ চাপে $2.5\times10^{-2}m^3$ আয়তনের 1 মোল হিলিয়াম গ্যাস ভর্তি বেলুনকে হ্রদের পৃষ্ঠ হতে তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় এর আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। এতে ডুবুরি মন্তব্য করলেন "হ্রদের গভীরতা 9m।" উল্লেখ্য গ্যাস ও হ্রদের পানির তাপমাত্রা একই। [হ্রদের পানির ঘনত্ব $1.1\times10^3 kgm^{-3}$, $g = 9.8ms^{-2}$, $R = 8.314 Jmol^{-1}K^{-1}$, হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুর চাপ $1.013\times10^5 Nm^{-2}$] **[CB' 21]**

(গ) গ্যাসের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

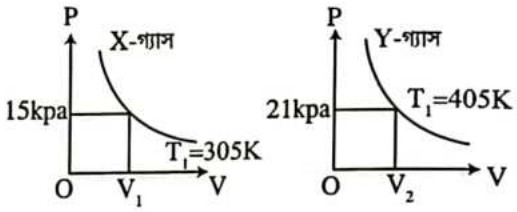
(গ) উত্তর: গ্যাসের তাপমাত্রা T হলে, $PV = nRT$

$\Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{1.013\times10^5\times2.5\times10^{-2}}{1\times8.314}K$

$= 304.61K$

$\therefore T = 31.61°C$ **(Ans.)**

07. দুটি ভিন্ন পাত্রে সংরক্ষিত **325 gm** এবং **288 gm** ভরের **10 mole** করে যথাক্রমে **X** গ্যাস ও **Y** গ্যাস এর জন্য দুটি **P-V** লেখ অঙ্কিত আছে। **[CB' 17]**



(গ) উদ্দীপক অনুযায়ী গ্যাসদ্বয়ের আয়তনের তুলনা $(V_1 : V_2)$ কর। ৩

(গ) উত্তর: $PV = nRT \therefore V_1 = \frac{n_1RT_1}{P_1} = \frac{10R\times305}{15\times10^3}$

$V_2 = \frac{n_2RT_2}{P_2} = \frac{10R\times405}{21\times10^3}$

$\therefore V_1 : V_2 = \frac{10R\times305}{15\times10^3} : \frac{10R\times405}{21\times10^3}$

$= 427 : 405 = 1.05 : 1$

08. রাদিয়া **X** এবং **Y** পাত্রদ্বয়ে **STP** তে যথাক্রমে **25 gm** অজানা গ্যাস ও **30 gm** N_2 গ্যাস নিল। অজানা গ্যাস ও N_2 গ্যাসের ঘনত্ব যথাক্রমে $1.415\ kgm^{-3}$ ও $1.24\ kgm^{-3}$। রাদিয়া চিন্তা করল, "উভয় পাত্রে 3 গ্যাসের অণুর গতিশক্তি ভিন্ন হলেও গড় গতিশক্তি সমান হবে"।

[সরকারি মজিদ মেমোরিয়াল সিটি কলেজ]

(গ) X পাত্রের অজানা গ্যাসটির নাম শনাক্ত করো। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

গ্যাসের ঘনত্ব, $d = 1.415\ kgm^{-3}$

তাপমাত্রা, $T = 273$ K

চাপ, $P = 101325$ Pa

আমরা জানি, $d = \frac{PM}{RT}$

$\Rightarrow M = \frac{dRT}{P} = \frac{1.415\times8.314\times273}{101325}$

$= 0.0317$ kg $= 31.7$ g ≈ 32 g

$\therefore$ X পাত্রের অজানা গ্যাসটি অক্সিজেন।

CamScanner

নিজে করো

09. কোনো একদিন কাপ্তাই হ্রদের পানির উপরিতলে বায়ুর তাপমাত্রা 28°C, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 Pa এবং শিশিরাংক 10.5°C। হ্রদের তলদেশের পানির তাপমাত্রা 7°C এবং পানির গড় ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}। ঐদিন হ্রদটির তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে উঠে আসায় এর ব্যাসার্ধ তিনগুণ হলো। [10°C, 11°C, ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 9.2, 9.9 ও 28.5 mm পারদ চাপ] [Ctg.B'22]

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় নিয়ে হ্রদটির গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব?– গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

[Ans: হ্রদের গভীরতা নির্ণয় সম্ভব।]

10. কক্ষ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট কোনো স্থানে 0.6 m^3 আয়তনের একটি সিলিন্ডারে 800 gm মিথেন (CH_4) গ্যাসকে 202650 Pa চাপে পূর্ণ করা হলো। শিক্ষক তাঁর ছাত্রদের বললেন ওই স্থানের শিশিরাঙ্ক 11.5°C এবং স্থানটির আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%-এর ওপর থাকলেই বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। 11°C, 12°C, 19°C ও 20°C–এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 9.84 mm(Hg), 10.52 mm(Hg), 16.46 mm(Hg) ও 17.54 mm(Hg) পাওয়া গেল। মিথেনের আণবিক ভর 16 $gmol^{-1}$। [Din.B' 19]

(গ) ওই স্থানের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় করো। [Ans. 292.49K]

11. 30°C তাপমাত্রায় এবং 2 atm চাপে একটি বেলুনের মধ্যে 24 gm অক্সিজেন গ্যাস আছে। এক মোল অক্সিজেনের ভর 32 gm, অপরদিকে কোনো একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.5 atm, পানির ঘনত্ব 1050 kgm^{-3} ও গভীরতা 20m এবং অন্য একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.2 atm, পানির ঘনত্ব 1000kgm^{-3} ও গভীরতা 25 m। [1 atm = 1.013×10^5Pa, R = 8.314 $Jmol^{-1}K^{-1}$and g = 9.8 ms^{-2}]

[Ctg.B' 19]

(গ) উদ্দীপকের বেলুনের গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর।

[Ans.9.3286L]

T-03: বর্গমূল গড় বর্গবেগ

Concept

- গড়বেগ ও মূল গড় বর্গবেগ সমান নয়।
- গড়বেগ, $C_{avg} = \frac{C_1+C_2+C_3+ \ldots\ldots+C_n}{n}$
- আদর্শ গ্যাসের জন্য, $C_{avg} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$
- মূল গড় বর্গবেগ, $C_{rms} = \sqrt{\frac{C_1^2+C_2^2+C_3^2+ \ldots\ldots+C_n^2}{n}}$
- আদর্শ গ্যাসের জন্য, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_A}}$

[$k = 1.38 \times 10^{-23} JK^{-1}\ mol^{-1}$]

[m_A = একটি অণুর ভর (kg এককে) এবং M = গ্যাসের মোলার ভর (kg এককে)]

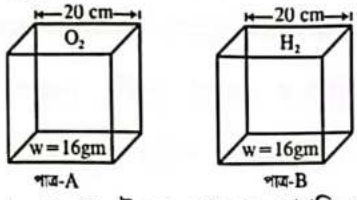
- আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে, অণুগুলোর সম্ভাব্যতম বেগ, $C_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$

এখানে, $C_{rms} > C_{avg} > C_p$

[**Note:** সূত্রে T (তাপমাত্রা) কেলভিন এককে, M (আণবিক ভর) kg এককে, R = 8.314 $JK^{-1}\ mol^{-1}$ বসালে C এর মান ms^{-1} এককে পাওয়া যাবে। অর্থাৎ, প্রতি চলকের মান S.I এককে বসাতে হবে।]

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. চিত্রে A ও B দুটি ঘনকাকৃতি গ্যাসপাত্র যাদের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য 20 cm এবং উভয় পাত্রে গ্যাসের চাপ $24 \times 10^5\ Nm^{-2}$। [BB'24]



(ঘ) A ও B উভয় পাত্রের প্রাথমিক অবস্থায় গ্যাসের C_{rms} বেগের মান সমান হবে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পাত্র-B এর ক্ষেত্রে, ঘনকের বাহুর দৈর্ঘ্য, $a_B = 20\ cm = 0.2\ m$

ব্যবহৃত H_2 গ্যাসের ভর, $W_{H_2} = 16\ gm$

গ্যাসের চাপ, $P_B = 24 \times 10^5\ Nm^{-2}$

H_2 গ্যাসের আণবিক ভর, $M_{H_2} = 2\ gmol^{-1}$

H_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা, $n_{H_2} = \frac{w_{H_2}}{M_{H_2}} = \frac{16}{2} = 8\ mol$

ঘনকের আয়তন, $V_B = a_B^3 = (0.2)^3 = 8 \times 10^{-3}\ m^3$

সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$

B পাত্রের তাপমাত্রা, T_B =?

আমরা জানি, $P_BV_B = n_{H_2}RT_B$

$\Rightarrow T_B = \frac{P_BV_B}{n_{H_2}R} = \frac{24\times10^5\times8\times10^{-3}}{8\times8.314} = 288.67\ K$

এখানে, A পাত্রের তাপমাত্রা T_A হলে, $PV = nRT_A$

$\Rightarrow T_A = \frac{PV}{nR} = \frac{24\times10^5\times8\times10^{-3}}{0.5\times8.314} = 4618.72\ K$

আমরা জানি, বর্গমূল গড় বর্গবেগ, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

∴ A পাত্রের O_2 গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ,

এখানে, A পাত্রের তাপমাত্রা,

$T_A = \frac{P_AV_A}{n_{O_2}R} = \frac{24\times10^5\times0.2^3}{\frac{16}{32}\times8.314} = 4618.72\ K$

O_2 এর আণবিক ভর, $M_{O_2} = 32\ gm = 32 \times 10^{-3}\ kg$

$(C_{rms})_{O_2} = \sqrt{\frac{3RT_A}{M_{O_2}}}$

$= \sqrt{\frac{3\times8.314\times4618.72}{32\times10^{-3}}} = 1897.37\ ms^{-1}$

আবার, B পাত্রের H_2 গ্যাসের বর্গমূল গড় বর্গবেগ,

এখানে,

H_2 গ্যাসের আণবিক ভর, $M_{H_2} = 2\ gm = 2 \times 10^{-3}\ kg$

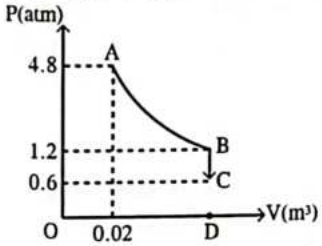
$(C_{rms})_{H_2} = \sqrt{\frac{3RT_B}{M_{H_2}}}$

$= \sqrt{\frac{3\times8.314\times288.67}{2\times10^{-3}}} = 1897.37\ ms^{-1}$

এখানে, $(C_{rms})_{O_2} = (C_{rms})_{H_2}$

সুতরাং, প্রাথমিক অবস্থায় A ও B উভয়পাত্রের গ্যাসের C_{rms} বেগের মান সমান হবে।

02. চিত্রে তিন মোল গ্যাসের P-V লেখচিত্র দেখানো হয়েছে, যেখানে AB অংশে T স্থির। $1\ atm = 10^5\ Nm^{-2}$। [JB'24]



(ঘ) B ও C বিন্দুতে গ্যাসটির বেগ ভিন্ন হবে কি-না? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 8

(ঘ) **উত্তর:** এখানে, B বিন্দুতে চাপ,

$P_B = 1.2\ atm = 1.2 \times 10^5\ Nm^{-2}$

B বিন্দুতে আয়তন, $V_B = 0.08\ m^3$

মোল সংখ্যা, $n = 3$

সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.314\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$

B বিন্দুতে তাপমাত্রা, T_B =?

B বিন্দুতে, আদর্শ গ্যাস সমীকরণ, $P_BV_B = nRT_B$

$\Rightarrow T_B = \frac{P_B\times V_B}{n\times R} = \frac{1.2\times10^5\times0.08}{3\times8.314} = 384.9\ K$

এখানে, C বিন্দুতে চাপ,

$P_C = 0.6\ atm = 0.6 \times 10^5\ Wm^{-2}$

C বিন্দুতে আয়তন, V_C = B বিন্দুতে আয়তন $= 0.08\ m^3$

C বিন্দুতে তাপমাত্রা, T_C =?

C বিন্দুতে, আদর্শ গ্যাস সমীকরণ,

$P_CV_C = nRT_C \Rightarrow T_C = \frac{P_CV_C}{nR} = \frac{0.6\times10^5\times0.08}{3\times8.314} = 192.45\ K$

এখন, গ্যাসটির আণবিক ভর M হলে,

B বিন্দুতে বেগ, $C_B = \sqrt{\frac{3RT_B}{M}}$

C বিন্দুতে বেগ, $C_C = \sqrt{\frac{3RT_C}{M}}$

$\therefore \frac{C_B}{C_C} = \sqrt{\frac{T_B}{T_C}} = \sqrt{\frac{384.9}{192.45}} \Rightarrow C_B = \sqrt{2}C_C$

এখানে, $C_B \neq C_C$

সুতরাং, B ও C বিন্দুতে গ্যাসটির বেগ ভিন্ন হবে।

03. পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে একজন শিক্ষার্থী $6.2 \times 10^{-7}m^3$ আয়তনের 4 kg অক্সিজেনকে 0.62 mHg চাপ ও 27°C তাপমাত্রা থেকে STP তে রূপান্তর করলো। পরীক্ষা শেষে শিক্ষক মন্তব্য করলেন গ্যাসের আয়তন ও গড় বর্গবেগের বর্গমূল উভয়ই হ্রাস পায়। [অক্সিজেনের আণবিক ভর 32 kg এবং সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক $R = 8.31\ JK^{-1}\ mol^{-1}$] [Din.B, MB'23]

(ঘ) উদ্দীপকে শিক্ষকের মন্তব্য সঠিক ছিল কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য করো। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, আদি চাপ, $P_1 = 0.62$ mHg

শেষ চাপ, $P_2 = 0.76$ mHg

আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 27°C = 300$ K

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 273$ K

আদি আয়তন, $V_1 = 6.2 \times 10^{-7}$ m^3

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{0.62\times6.2\times10^{-7}}{300} = \frac{0.76\times V_2}{273}$

$\Rightarrow V_2 = 4.6 \times 10^{-7}$ m^3

আবার, $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT_1}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{32\times10^{-3}}} = 483.56 \text{m s}^{-1}$

$C'_{rms} = \sqrt{\frac{3RT_2}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times273}{32\times10^{-3}}} = 461.28 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore C_{rms} < C'_{rms-1}$ এবং $V_2 < V_1$

$\therefore$ শিক্ষকের মন্তব্য সঠিক ছিলো।

04. নাইট্রোজেন গ্যাস দ্বারা একটি পাত্র 20 atm চাপে 27°C তাপমাত্রায় ভর্তি করা হল। এরপর অর্ধেক ভরের গ্যাস বের করে দেয়া হল এবং অবশিষ্ট গ্যাসের তাপমাত্রা 87°C এ বাড়ানো হল। **[Din.B'22]**

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, চাপ, $P = 20$ atm

তাপমাত্রা, $T = 27 + 273 = 300$ K

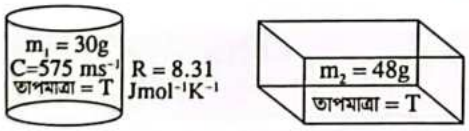
নাইট্রোজেন গ্যাসের আণবিক ভর,

$M = 28\text{g} = 28 \times 10^{-3}$ kg

মূল গড় বর্গবেগ,

$c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{28\times10^{-3}}} = 516.95 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

05. **[JB' 19]**



চিত্র-১ : নাইট্রোজেন গ্যাস চিত্র-২ : কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস

(গ) সিলিন্ডারে রক্ষিত গ্যাসের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(গ) **উত্তর:** সিলিন্ডারে রক্ষিত গ্যাসের ক্ষেত্রে,

$R = 8.31$ Jmol^{-1}K^{-1} ; $C = 575$ ms^{-1}

$M = 28 \times 10^{-3}$ kg

আমরা জানি, $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow \frac{C^2M}{3R} = T$

$\Rightarrow T = \frac{575^2\times28\times10^{-3}}{3\times8.31} = 371.34 \text{ K} = 98.34°C$ **(Ans.)**

06. কোন একদিন বায়ুর তাপমাত্রা 22°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%। 12°C, 14°C ও 22°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 10.52×10^{-3}mHg, 11.99×10^{-3}mHg ও 19.83×10^{-3}mHg। ঐ স্থানে একটি হ্রদের তলদেশ থেকে পৃষ্ঠে আসার ফলে একটি বায়ু বুদবুদের ব্যাস দ্বিগুণ হয়। হ্রদের পৃষ্ঠের বায়ু চাপ 10^5Nm^{-2} তাপমাত্রা 30°C এবং হ্রদের গভীরতা 69m। **[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]**

(ঘ) বুদবুদটির তলদেশ ও পৃষ্ঠে আসায় এর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ একই থাকবে নাকি ভিন্ন হবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, পৃষ্ঠদেশে চাপ, $P_1 = 10^5$ Nm^{-2}

গভীরতা, $h = 69$ m

$\therefore$ তলদেশে চাপ, $P_2 = P_1 + h\rho g$

$= 10^5 + 69 \times 1000 \times 9.8 = 7.76 \times 10^5$ Nm^{-2}

তলদেশে আয়তন V_2; পৃষ্ঠে আয়তন, $V_1 = 8V_2$

পৃষ্ঠে তাপমাত্রা $= T_1$; তলদেশে তাপমাত্রা $= T_2$

আমারা জানি,

$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1V_1}{P_2V_2} = \frac{10^5\times8V_2}{7.762\times10^5V_2} = 1.03066$

পৃষ্ঠে ও তলদেশে মূলগড় বর্গবেগ যথাক্রমে C_1 ও C_2 হলে,

$\frac{C_1}{C_2} = \frac{\sqrt{\frac{3RT_1}{M}}}{\sqrt{\frac{3RT_2}{M}}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{1.03066} = 1.0152 \therefore C_1 \neq C_2$

অর্থাৎ, দুটি স্থানে C_{rms} বেগ ভিন্ন হবে।

07. বৃহস্পতি গ্রহের ভর ও ব্যাস যথাক্রমে পৃথিবীর ভর ও ব্যাসের 0.309 গুণ ও 0.65 গুণ। বৃহস্পতির পৃষ্ঠে 1.5 kg ভরের একটি বস্তু স্থির অবস্থান থেকে 0.70 m নিচে অবস্থিত একটি খাড়া স্প্রিং এর উপর এসে পড়ে। $k = 50$ Nm^{-1}। অন্য একটি অজানা গ্রহের উষ্ণতা 327°C এবং ঘনত্ব 40×10^3kgm^{-3}। ঐ গ্রহ তার বায়ুমণ্ডলে O_2 গ্যাসকে ধরে রাখতে সক্ষম। $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}, $R = 8.31$ J mole^{-1} K^{-1} **[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]**

(গ) উদ্দীপকে উল্লেখিত অজানা গ্রহের ন্যূনতম ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ৩

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

গ্রহের ঘনত্ব, $\rho = 40 \times 10^3$ kgm^{-3}

গ্রহের তাপমাত্রা, $T = 327°C = 600$ K

গ্রহটি O_2 গ্যাসকে ধরে রাখতে সক্ষম। অর্থাৎ, O_2 এর C_{rms} বেগ গ্রহের মুক্তিবেগের সমান হবে।

ধরি, গ্রহের ব্যাসার্ধ R ও মুক্তিবেগ v_e

$\therefore C_{rms} = v_e \Rightarrow \sqrt{\frac{3RT}{M_{O_2}}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \Rightarrow \frac{3RT}{M_{O_2}} = \frac{2\times\frac{4}{3}\pi R^3\rho\times G}{R}$

$\Rightarrow \frac{3RT}{M_{O_2}} = \frac{8}{3}\pi\rho R^2G \Rightarrow \sqrt{\frac{9RT}{8M_{O_2}\pi\rho G}} = R$

$\Rightarrow R = \sqrt{\frac{9\times8.314\times600}{8\pi\times6.673\times10^{-11}\times32\times10^{-3}\times40\times10^3}} = 1.446 \times 10^5$ m

নিজে করো

08. $1 \times 10^{-2}\ m^3$ আয়তনের সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও $2.5 \times 10^5\ Nm^{-2}$ চাপে অক্সিজেন গ্যাস ভর্তি করা আছে। তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে কিছু পরিমাণ অক্সিজেন ব্যবহার করার পর চাপ $1.3 \times 10^5\ Nm^{-2}$ পাওয়া গেল। অক্সিজেনের আণবিক ভর $32\ gmol^{-1}$। [SB'22]

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহারের পূর্বে এর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ কত ছিল নির্ণয় কর। [Ans: $483.561\ ms^{-1}$]

T-04: গ্যাসের গতিতত্ত্ব

Concept

$PV = \frac{1}{3}mC_{rms}^2 = \frac{1}{3}m_ANC_{rms}^2 = \frac{1}{3}MnC_{rms}^2$ এখানে, m = মোট ভর [মনে রাখবে, $m_AN = Mn$ = মোট ভর]

m_A = অণুর ভর; N = অণুর সংখ্যা; M = মোলার ভর; n = মোল সংখ্যা

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

[এই টপিক থেকে বিগত বোর্ড পরীক্ষায় কোনো সৃজনশীল প্রশ্ন আসেনি]

T-05: গ্যাসের গতিশক্তি

Concept

- একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির (variable) প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা (Degree of freedom) বলে। মোট শক্তি প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বণ্টিত হয়। একটি গ্যাসীয় অণুর প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রায় শক্তির পরিমাণ $= \frac{1}{2}kT$

যেখানে, T = তাপমাত্রা, k = বোল্টজম্যান ধ্রুবক $= \frac{R}{N_A} = 1.38 \times 10^{-23} Jk^{-1}$

গ্যাসের গতিশক্তি:

1 টি অণুর গড় গতিশক্তি	$\frac{f}{2}kT$
N সংখ্যক অণুর মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}NkT$
1 mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}RT$
n mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}nRT$

n মোল গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা ও গতিশক্তি:

গ্যাস	স্বাধীনতার মাত্রা (f)	গতিশক্তি		
		রৈখিক	ঘূর্ণন	মোট
এক পারমাণবিক (Example: He, Ar)	3	$\frac{3}{2}nRT$	0	$\frac{3}{2}nRT$
দ্বিপারমাণবিক (Example: H_2, O_2, N_2) এবং সরলরৈখিক বহুপারমাণবিক (Example: CO_2)	$3 + 2 = 5$	$\frac{3}{2}nRT$	$2 \times \frac{1}{2}nRT$	$\frac{5}{2}nRT$
বহুপারমাণবিক (Example: NH_3)	$3 + 3 = 6$	$\frac{3}{2}nRT$	$3 \times \frac{1}{2}nRT$	$6 \times \frac{1}{2}nRT$

[Note: আদর্শ গ্যাসের মোট শক্তি = গতিশক্তি = অন্তঃস্থ শক্তি। গ্যাসের শক্তি শুধু পরম তাপমাত্রা (T) এর উপর নির্ভরশীল।]

CamScanner

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. গ্রীষ্মের কোনো একদিনের প্রচণ্ড তাপদাহে মিমি ও তার সহপাঠি পরীক্ষাগারে একটি সিলিন্ডারে 1000 gm মিথেন গ্যাস নিয়ে পরীক্ষা করছিল যার আণবিক ভর $16\ gm\ mol^{-1}$। আবহাওয়ার এই অবস্থার প্রেক্ষিতে শিক্ষক ছাত্র-ছাত্রীদের বললেন কোনো স্থানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% অতিক্রম করলেই বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ঐ স্থানের শিশিরাঙ্ক 12.5°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 20.6°C। 12 °C, 13 °C, 20°C ও 21°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 10.85 mm Hg, 14.5 mm Hg, 18.5 mmHg ও 20.55 mmHg। [DB'23]

(গ) সিলিন্ডারে রক্ষিত মিথেন গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: এখানে,

E = গতিশক্তি, মিথেনের স্বাধীনতার মাত্রা, f = 6

n = মোল সংখ্যা, T = 20.6°C = 293.6 K

আমরা জানি,

$$E = \frac{f}{2}nRT = \frac{6}{2} \times \frac{w}{M} \times RT$$

$$= 3 \times \frac{1000}{16} \times 8.314 \times 293.6 = 457.6857 \times 10^3 J$$

02. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে একটি খোলা লিটার ফ্লাস্কের মধ্যে 1.32×10^{-3} kg নাইট্রোজেন গ্যাস থাকতে পারে। 90°C তাপমাত্রার গরম পানি দ্বারা ফ্লাস্কটি অর্ধপূর্ণ করা হলে গ্যাস পানির সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে। [CB'23]

(গ) পানির তাপমাত্রায় একটি নাইট্রোজেন অণুর গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: এখানে,

পানির তাপমাত্রা, T = 90°C = 273 + 90 = 363K

বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23}\ Jkg^{-1}mol^{-1}$

স্বাধীনতার মাত্রা, f = 5

$$E = \frac{f}{2}kT = \frac{5}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 363$$

$$= 1.25 \times 10^{-20}\ J\ (Ans.)$$

03. কোনো স্থানে একজন ডুবুরি অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া 5 m গভীর পর্যন্ত পানির নিচে অনুসন্ধান করতে পারে। ঐ স্থানের পানির উপরিতলে 10^5 Pa চাপে বায়ু ভর্তি একটি বেলুনের আয়তন $10^{-3}m^3$। বেলুনটি ওখানে নিমজ্জিত করলে কোনো এক জায়গায় আয়তন হয় $4 \times 10^{-4}m^3$

পানির ঘনত্ব = $10^3 kgm^{-3}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ = $9.8\ ms^{-2}$ [JB'23]

(গ) পানির উপরিতলে বেলুনের মধ্যে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: এখানে,

উপরিতলে চাপ, $P = 10^5 Pa$

বেলুনের আয়তন, $V = 10^{-3}\ m^3$

স্বাধীনতার মাত্রা, f = 5

গতিশক্তি, E =?

আমরা জানি, $E = \frac{5}{2}PV = \frac{5}{2} \times 10^5 \times 10^{-3} = 250\ J$

04. একটি হ্রদের তলদেশ ও পৃষ্ঠের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 8°C ও 30°C। 2L আয়তনবিশিষ্ট একটি বায়ুপূর্ণ বেলুন হ্রদের তলদেশ হতে ছেড়ে দেয়া হলো। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ সক্ষমতা 15L। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$, হ্রদের গভীরতা 15m এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$। [RB' 19]

(গ) বেলুনে আবদ্ধ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,

হ্রদের তলদেশে আয়তন, V = 2 L

হ্রদের গভীরতা, h = 15 m

$\rho = 1000\ kgm^{-3}$; উপরিতলে বায়ুচাপ, $P = 10^5\ Nm^{-2}$

তলদেশে তাপমাত্রা, T = 8°C = 281 K

$$N = \frac{P'V}{RT} = \frac{(P+h\rho g)\times V}{RT} = 0.21145\ mol\ ;\ E_{k_1} = \frac{5}{2}nRT_1$$

$$E_{k_2} = \frac{5}{2}nRT_2 \therefore \Delta E_k = \frac{5}{2}nR\Delta T = 96.7\ J$$

05. [JB' 19]



চিত্র-১ : নাইট্রোজেন গ্যাস চিত্র-২ : কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস

(ঘ) কোনো পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি বেশি-গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে নির্ণয় কর। ৪

(ঘ) উত্তর: এখানে, ১ম পাত্রের তাপমাত্রা = ২য় পাত্রের তাপমাত্রা

N_2 এর M = 28 g = 28×10^{-3} kg

$$C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow T = \frac{C^2M}{3R} = 371.34\ K$$

এখানে, T = 371.34 K; N_2 এর $n = \frac{30}{28} = 1.07$ mol

নাইট্রোজেনের ক্ষেত্রে,

$$E = \frac{5}{2}nRT = \frac{5}{2} \times 1.07 \times 8.31 \times 371.34 = 8265.63\ J$$

CO_2 এর মোল সংখ্যা, $n = \frac{48}{44} = 1.0909$ mol

কার্বন ডাইঅক্সাইডের ক্ষেত্রে, , $E = \frac{5}{2}nRT$

$= \frac{5}{2} \times 1.091 \times 8.31 \times 371.34 = 8415.85\ J \therefore E_{CO_2} > E_{N_2}$।

অর্থাৎ, দ্বিতীয় পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি বেশি।

06. $10^{-2}m^3$ আয়তনের একটি সিলিন্ডার 300 K তাপমাত্রা ও 420000 Pa চাপে গ্যাস পূর্ণ আছে। তাপমাত্রা স্থির রেখে উক্ত সিলিন্ডার হতে 66 g গ্যাস ব্যবহার করা হয়েছে ফলে সিলিন্ডারের চাপ কমে 45870 Pa হলো। [নটর ডেম কলেজ]

(ঘ) উদ্দীপকের গ্যাসটির স্বাধীনতার মাত্রার সংখ্যা কত হবে? তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে বের করো। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, আদি চাপ, $P_1 = 420000$ Pa

শেষ চাপ, $P_2 = 45870$ Pa

ব্যবহৃত গ্যাসের পরিমাণ, $n = n_1 - n_2$

আয়তন, $V = 10^{-2}m^3$।

তাপমাত্রা, $T = 300$ K $\therefore (P_1 - P_2)V = (n_1 - n_2)RT$

$\Rightarrow \Delta n = \frac{(P_1-P_2)V}{RT} = \frac{(420000-45870)\times10^{-2}}{8.314\times300}$

$= 1.5$ mol $= 66$ g $\therefore 1$ mol $= 44$ g $\therefore$ গ্যাসটি CO_2।

গ্যাসটি বহুপারমাণবিক হলেও এর আকৃতি সরলরৈখিক হওয়ায় এর স্বাধীনতার মাত্রা 5। [O = C = O]

07. রাদিয়া X এবং Y পাত্রদ্বয়ে STP তে যথাক্রমে 25 gm অজানা গ্যাস ও 30 gm N_2 গ্যাস নিল। অজানা গ্যাস ও N_2 গ্যাসের ঘনত্ব যথাক্রমে $1.415\ kgm^{-3}$ ও $1.24\ kgm^{-3}$। রাদিয়া চিন্তা করল, "উভয় পাত্রে 3 গ্যাসের অণুর গতিশক্তি ভিন্ন হলেও গড় গতিশক্তি সমান হবে"।

[সরকারি মজিদ মেমোরিয়াল সিটি কলেজ]

(ঘ) উদ্দীপকে রাদিয়ার চিন্তা সঠিক ছিল কিনা? গাণিতিকভাবে মতামত দাও 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, $W_1 = 25$g

$T_1 = 273$ K

$W_2 = 30$ g

$M_2 = 28$ g

$T_2 = 273$ K

এখন, $d = \frac{PM}{RT}$

$\Rightarrow M = \frac{dRT}{P} = \frac{1.415\times8.314\times273}{101325}$

$= 0.0317$ kg $= 31.7$ g ≈ 32 g

X পাত্রে অণুর গতিশক্তি, $E_1 = \frac{3}{2}\frac{W_1}{M_1}RT_1$

$= \frac{3}{2}\times\frac{25}{32}\times8.314\times273 = 2659.83$ J

Y পাত্রে অণুর গতিশক্তি,

$E_2 = \frac{3}{2}\frac{W_2}{M_2}RT_2 = \frac{3}{2}\times\frac{30}{28}\times8.314\times273 = 3647.76$ J

অর্থাৎ, $E_1 \neq E_2$

এ থেকে বোঝো যায়, দুই পাত্রের অণুগুলোর গতিশক্তি ভিন্ন।

আবার,

আমরা জানি, কোনো অণুর গতিশক্তি $E_{avg} = \frac{3}{2}KT$

অর্থাৎ, গড় গতিশক্তি শুধুমাত্র তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে, আর X ও Y পাত্রের তাপমাত্রা সমান হওয়ায় এদের গড় গতিশক্তিও সমান। সুতরাং, রাদিয়ার চিন্তা সঠিক ছিল।

নিজে করো

08. পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে একজন শিক্ষার্থী $6.2\times10^{-7}m^3$ আয়তনের 4 kg অক্সিজেনকে 0.62 mHg চাপ ও 27°C তাপমাত্রা থেকে STP তে রূপান্তর করলো। পরীক্ষা শেষে শিক্ষক মন্তব্য করলেন গ্যাসের আয়তন ও গড় বর্গবেগের বর্গমূল উভয়ই হ্রাস পায়। [অক্সিজেনের আণবিক ভর 32 kg এবং সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক $R = 8.31\ JK^{-1}\ mol^{-1}$] [Din.B, MB'23]

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় অক্সিজেনের গতিশক্তি নির্ণয় করো।

[Ans: 779.4375 J]

09. A ও B দুইটি সিলিন্ডারে যথাক্রমে 5g ভরের N_2 ও O_2 গ্যাস আছে। উভয় সিলিন্ডারে আয়তন 8L। A সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ 4×10^5 Pa এবং B সিলিন্ডারে গ্যাসের চাপ 5×10^5 Pa। $R = 8.31\ Jmol^{-1}\ K^{-1}$ [SB'24]

(ঘ) উভয় সিলিন্ডারে গ্যাসের গতিশক্তি একই হবে কি-না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans. উভয় গ্যাসের গতিশক্তির একই হবে না।]

10. একজন ডুবুরি অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া 6 m গভীর পর্যন্ত পানির নিচে অনুসন্ধান চালাতে পারে। পানির ওপরিতলে 'A' স্থানে 10^5Pa চাপে গ্যাসপূর্ণ একটি বেলুনের আয়তন $10^{-3}m^3$। বেলুনটি পানিতে 'B' স্থানে নিমজ্জিত করলে আয়তন হয় $5\times10^{-4}m^3$। [CB' 19]

[পানির ঘনত্ব $= 10^3 kg\ m^{-2}$, অভিকর্ষজ ত্বরণ $= 9.8\ ms^{-2}$]

(গ) বেলুনটির মধ্যে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর।

[Ans. 250 J]

CamScanner

T-06: গড়মুক্ত পথ

Concept

- ক্লসিয়াসের সূত্রানুসারে গড় মুক্তপথ, $\lambda = \frac{1}{n\pi\sigma^2}$
  এখানে, σ = অণুর কার্যকর ব্যাস, n = একক আয়তনে অণুর সংখ্যা $= \frac{N}{V} = \frac{PN_A}{RT}$; যেখানে, N_A = অ্যাভোগ্যাড্রো ধ্রুবক।
- বোল্টজম্যান এর সূত্রানুসারে, $\lambda = \frac{3}{4n\pi\sigma^2}$
- ম্যাক্সওয়েলের সূত্রানুসারে, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$ [পরীক্ষায় এই সূত্র ব্যবহার করতে হবে যদি আলাদাভাবে কিছু বলা না থাকে]
- সকল কণাকে গতিশীল ধরে প্রতি সেকেন্ডে সংঘটিত ধাক্কা $= \frac{C_{rms}}{\lambda}$
- পরপর দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়, $T = \frac{\lambda}{C_{rms}}$
- $\lambda = \frac{RT}{\sqrt{2}PN_A\pi\sigma^2}\left[\because n = \frac{PN_A}{RT}\right]$

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. একটি গ্যাস সিলিন্ডারের আয়তন $1.5m^3$। সিলিন্ডারটিতে $27°C$ তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের 30×10^{25}টি অণু আবদ্ধ আছে। গ্যাসের অণুর ব্যাস $25 \times 10^{-10}m$। পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারটি সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করা হল। **[Din.B' 17]**

(ঘ) খালি সিলিন্ডার যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথের পরিবর্তন হবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। 8

(ঘ) **উত্তর:** খালি সিলিন্ডার সংযুক্ত করার পূর্বে, গ্যাসের আয়তন, $V = 1.5m^3$

অণুর সংখ্যা, $N = 30 \times 10^{25}$

অণুর ব্যাস, $d = 25 \times 10^{-10}m$

∴ একক আয়তনে অণুর সংখ্যা,

$n = \frac{N}{V} = \frac{30\times10^{25}}{1.5} = 20 \times 10^{25}$

∴ ম্যাক্সওয়েলের সূত্রমতে, গ্যাসের অণুর গড় মুক্তপথ,

$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\,nd^2} = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\times20\times10^{25}\times(25\times10^{-10})^2}\,m$

$= 1.8 \times 10^{-10}m$

সমআয়তনের খালি সিলিন্ডার সংযুক্ত করলে, গ্যাসের আয়তন, $V' = 2V = 3m^3$

∴ একক আয়তনে গ্যাসের অণুর সংখ্যা,

$n' = \frac{N}{V'} = \frac{30\times10^{25}}{3} = 10^{26}$

∴ ম্যাক্সওয়েলের সূত্র মতে, অণুর গড় মুক্তপথ, $\lambda' = \frac{1}{\sqrt{2}\pi n\,d^2}$

$= \frac{1}{\sqrt{2}\pi\times10^{26}\times(25\times10^{-10})^2}\,m = 3.6 \times 10^{-10}m$

$\frac{\lambda'}{\lambda} = 2 \therefore \lambda' = 2\lambda$

সুতরাং, খালি সিলিন্ডার সংযুক্ত করলে গ্যাসের অণুর গড় মুক্তপথ দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

02. একটি গ্যাসের অণুর ব্যাসার্ধ $3 \times 10^{-10}\,m$ ও প্রতি ঘন সে.মি. এ অণুর সংখ্যা 6×10^{20}। আদর্শ তাপমাত্রার গ্যাসের অণুর মূল গড় বর্গ বেগ $500\,ms^{-1}$

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে কোন ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষ সংখ্যা বড় হবে। ক্লসিয়াস ও বোল্টজম্যান সমীকরণ ব্যবহার করে তুলনা করো। 8

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে,

অণুর ব্যাস, $\sigma = 3 \times 10^{-10}\,m$

একক আয়তনে অণুর সংখ্যা,

$n = 6 \times 10^{20}\,cm^{-3} = 6 \times 10^{26}\,m^{-3}$

মূল গড় বর্গবেগ, $C_{rms} = 500\,ms^{-1}$

ক্লসিয়াসের সমীকরণ অনুসারে, প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষ সংখ্যা,

$N_c = \frac{C_{rms}}{\lambda_c} = \frac{C_{rms}}{\frac{1}{n\pi\sigma^2}}$

$= 500 \times 6 \times 10^{26} \times \pi \times (3 \times 10^{-10})^2 s^{-1}$

$= 8.48 \times 10^{10} s^{-1}$

বোল্টজম্যানের সমীকরণ অনুসারে,

প্রতি সেকেন্ডে সংঘর্ষ সংখ্যা,

$N_B = \frac{C_{rms}}{\lambda_B} = \frac{C_{rms}}{\frac{3}{4\pi n\sigma^2}}$

$= \frac{4}{3} \times 500 \times \pi \times 6 \times 10^{26} \times (3 \times 10^{-10})^2 s^{-1}$

$= 1.13 \times 10^{11}\,s^{-1}$

যেহেতু, $N_B > N_C$। সেহেতু বোল্টজম্যানের ক্ষেত্রে সংঘর্ষ সংখ্যা বেশি হবে।

T-07: আপেক্ষিক আর্দ্রতা

Concept

- $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

  f = শিশিরাঙ্কে বাষ্পচাপ, F = কক্ষ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ।
- কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক নির্ণয়ের জন্য হাইগ্রোমিটার ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এর মধ্যে বহুল ব্যবহৃত সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটারে সিক্ত ও শুষ্ক দুই ধরনের থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয়। সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারে পরিমাণকৃত তাপমাত্রা (θ_w) এবং শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারে পরিমাপকৃত তাপমাত্রা (θ_d) হতে শিশিরাঙ্ক (θ) নির্ণয়ের জন্য গ্লেইসারের সূত্র হলো: $\theta = \theta_d - G(\theta_d - \theta_w)$

  এখানে, G হচ্ছে θ_d°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় G এর মান নির্দিষ্ট বা ধ্রুবক। G এর মান মুখস্ত করার কোনো প্রয়োজন নেই। প্রশ্নে G এর মান দেয়া থাকবে। এই সূত্রে G সর্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক নয়।

  [Note: শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রাই (θ_d) হচ্ছে কক্ষ তাপমাত্রা।]

সৃজনশীল প্রশ্ন (গ ও ঘ)

01. কোনো একদিন দ্বাদশ শ্রেণির দুই বান্ধবী পলি ও কলি দেশের দুই জেলায় অবস্থান করছিল। পলি ঐদিন যশোরের তাপমাত্রা দেখল 30°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা দেখল 55%। একই দিনে কলি কুমিল্লায় শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব হাইগ্রোমিটারের তাপমাত্রা দেখল যথাক্রমে 33°C এবং 25.5°C। 33°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.62। [33°C, 30°C, 21°C এবং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপযথাক্রমে 7.83 mm, 31.83 mm, 18.68 mm এবং 17.54 mm পারদ চাপ।] **[DB'24]**

(গ) ঐ দিন যশোরের শিশিরাঙ্ক হিসাব কর। ৩

(ঘ) ঐ দিন পলি বলছিল যে, সে কলির চেয়ে অধিক আরাম বোধ করবে-তার কথার সত্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই করো। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, যশোরের তাপমাত্রা = 30°

আপেক্ষিক আদ্রতা, R = 55%

এখানে, 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

F = 31.83 mm Hg

শিশিরাঙ্কে বাষ্পচাপ, f হলে

আমরা জানি, আপেক্ষিক আদ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$\Rightarrow 55\% = \frac{f}{31.83} \times 100\%$

$\Rightarrow f = 31.83 \times 0.55 = 17.5065$ mm Hg

এখন, (21-20) বা 1°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য = (18.68 − 17.54)mm Hg = 1.14 mm Hg

1.14 mm Hg বাষ্পচাপের পার্থক্যের জন্য তাপমাত্রার পার্থক্য 1°C

∴ (17.54 − 17.5065) বা 0.0335 mm Hg বাষ্পচাপের পার্থক্যের জন্য তাপমাত্রার পার্থক্য $= \frac{0.0335}{1.14} = 0.0294$°C

∴ যশোরের শিশিরাঙ্ক, θ = (20° − 0.0294)°C

= 19.9706°C (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, যশোরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 55%

কুমিল্লার ক্ষেত্রে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 33$°C

আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 25.5$°C

গ্লেইসারের ধ্রুবক, G = 1.62

কুমিল্লার শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

$= 33 - 1.62(33 - 25.5) = 20.85$°C

এখন, $(21 - 20°) = 1°C$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য = (18.68 − 17.54) = 1.14 mm Hg

∴ $(20.85 - 20) = 0.85°C$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য, 0.85 × 1.14 = 0.969mm Hg

∴ কুমিল্লার শিশিরাঙ্কে বাষ্পচাপ,

f = 17.54 + 0.969 = 18.509 mm Hg.

আবার, 33°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,

F = 37.83 mm Hg

∴ কুমিল্লায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা,

$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{18.509}{37.83} \times 100\% = 48.93\%$

∴ যশোরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কুমিল্লা হতে বেশি ফলে কলি বেশি আরাম বোধ করবে। সুতরাং পলির বক্তব্য সঠিক নয়।

02. এসি চালু করার পূর্বে একটি আবদ্ধ ঘরে কোনো একদিন শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের পাঠ 30°C ও 28°C পাওয়া গেল। কিন্তু ঘরটিতে আরামদায়ক অবস্থায় তাপমাত্রা 24°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60% থাকা প্রয়োজন। 30°C এ গ্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.65 এবং 24°C, 26°C, 28°C এবং 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38 mm Hg, 25.21 mm Hg, 28.35 mm Hg ও 31.83 mm Hg। **[RB'24]**

(গ) এসি চালু করার পূর্বে ঘরটিতে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) এসি চালু করে ঘরটিতে জলীয় বাষ্পচাপের কীরূপ পরিবর্তন করলে ঘরটি আরামদায়ক অবস্থায় আসবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

CamScanner

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30°C$
সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28°C$
গ্লেসিয়ারের উৎপাদক, $G = 1.65$
আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 30 - 1.65(30 - 28) = 26.7°C$

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, শিশিরাঙ্ক, $\theta = 26.7°C$
$(28 - 26) = 2°C$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $= (28.35 - 25.21) = 3.14$ mm Hg
$\therefore (26.7 - 26) = 0.7°C$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $= \frac{3.14 \times 0.7}{2} = 1.099$ mm Hg
$\therefore$ 26.7°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
$= 25.21 + 1.099 = 26.309$ mm Hg
আবার, আরামদায়ক অবস্থায় তাপমাত্রা 24°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%
আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,
$R = \frac{f}{F} = \frac{\text{24°C তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ}}{\text{24°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}} \times 100\%$
$\Rightarrow$ 24°C তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ $= 0.6 \times 22.38$
$= 13.428$ mm Hg
$\therefore$ ঘরটি আরামদায়ক অবস্থায় নিতে বাষ্পচাপ কমাতে হবে
$= (26.309 - 13.428) = 12.881$ mm Hg

03. কোনো নির্দিষ্ট দিনে একটি বদ্ধ ঘরের ভিতরে রক্ষিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্বেব পাঠ যথাক্রমে 25°C ও 20°C। একই সময়ে ঘরের বাইরের তাপমাত্রা 15°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 14°C, 16°C ও 18°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 11.99 mm Hg, 13.63 mm Hg ও 15.48 mm Hg। 25°C তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.70। [Ctg.B'24]
(গ) ঘরের ভিতরে শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ঘরের জানালা খুলে দিলে জলীয় বাষ্প কোনদিকে প্রবাহিত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,
শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 25°C$
আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 20°C$
গ্লেসিয়ারের উৎপাদক, $G = 1.7$
শিশিরাঙ্ক, $\theta = ?$
আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 25 - 1.7(25 - 20) = 16.5°C$

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, ঘরের ভিতরের শিশিরাঙ্ক, $\theta = 16.5°C$
দেওয়া আছে, ঘরের ভিতরের বায়ুর তাপমাত্রা 25°C
16°C ও 18°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 13.63 mmHg এবং 15.48 mmHg
ঘরের বাইরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%
$(18 - 16)$ বা 2°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $(15.48 - 13.63)$ mmHg $= 1.85$ mmHg
$\therefore$ 1°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য
$= \frac{1.85}{2} = 0.925$ mm Hg
এখন, $(16.5 - 16)$ বা, 0.5°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য,
(0.925×0.5) mmHg $= 0.4625°$ mmHg
আবার, $(25 - 18)$ বা, 7°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য (0.925×7) mmHg $= 6.475$ mm Hg
এখন, 16.5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 16°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ +0.5°C তাপমাত্রা পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $= (13.63 + 0.4625)$ mmHg
$= 14.0925$ mmHg
$\therefore$ ঘরের ভেতরের বাষ্পচাপ = শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
$= 14.0925$ mmHg
আবার, ঘরের বাইরে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$
এখানে, $F = 15°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
= 14°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ +1°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $= 11.99 + \frac{13.63 - 11.99}{2}$
$= 12.81$ mm Hg
$\therefore R = \frac{f}{F} \times 100\% \Rightarrow 0.7 = \frac{f}{12.81}$
ঘরের বাইরে বাষ্পচাপ, $f = 12.81 \times 0.7 = 8.976$ mm Hg
$\therefore$ ঘরের ভেতরের বাষ্পচাপ > ঘরের বাইরের বাষ্পচাপ
$\therefore$ জানালা খুলে দিলে জলীয়বাষ্প ঘর থেকে বাইরের দিকে যাবে।

04. কোনো একদিন কুয়াকাটায় একটি আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 25°C ও 28°C। এখানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% এর কাছাকাছি হলেই বৃষ্টিপাত শুরু হয়। 22°C, 24°C ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 19.83×10^{-3}m পারদ চাপ, 22.38×10^{-3}m পারদ চাপ ও 28.35×10^{-3}m পারদ চাপ। 28°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.67। [Din.B'24]
(গ) ঐ দিন শিশিরাঙ্ক কত ছিল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উক্ত দিনে কুয়াকাটায় বৃষ্টিপাতের সম্ভাব্যতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 28°C$
আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 25°C$
গ্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.67$
আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 28 - 1.67(28 - 25) = 22.99°C$

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, কুয়াকাটার শিশিরাঙ্ক, $\theta = 22.99°C$
$(24° - 22°) = 2°C$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $(22.38 - 19.83) \times 10^{-3}$ m Hg
$= 2.55 \times 10^{-3}$ m Hg
বা, 1°C তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য
$= \frac{2.55\times10^{-3}}{2}$
বা, $(22.99 - 22) = 0.99°C$ তাপমাত্রার পার্থক্যের জন্য বাষ্পচাপের পার্থক্য $= \frac{2.55\times10^{-3}\times0.99}{2}$ m Hg
$= 1.26225 \times 10^{-3}$ m Hg
∴ 22.99°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,
$f = (19.83 \times 10^{-3} + 1.26225 \times 10^{-3})$m Hg
$= 0.02109225$ m Hg
আমরা জানি, আপেক্ষিক আর্দ্রতা,
$R = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে (22.99°C) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় (28°C) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}} \times 100\%$
$= \frac{0.02109225}{28.35\times10^{-3}} \times 100\% = 74.4\%$
যেহেতু আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% এর কাছাকাছি হলে বৃষ্টিপাত শুরু হয়। সুতরাং, ঐ দিন কুয়াকাটায় বৃষ্টিপাত হওয়ার সম্ভাবনা আছে।

05. কোনো একদিন ঢাকার তাপমাত্রা 25°C এবং শিশিরাঙ্ক 15.7°C। ঐ দিন কুয়াকাটায় রাখা একটি সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আপেক্ষিক আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রা 20.1°C। 25°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.7। 15°C, 16°C, 20°C, 22°C ও 25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে 12.8 mmHgP, 13.63 mmHgP, 17.54 mmHg, 19.83 mmHgP ও 23.8 mmHgP। [Ctg.B'23]

(গ) ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা বের কর। ৩

(ঘ) উক্ত দিনে ঢাকা এবং কুয়াকাটার মধ্যে কোন অঞ্চল বেশি আরামদায়ক? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে,
15°C এ সম্পৃক্ত জলীয়-বাষ্পের চাপ 12.8 mmHg
16°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ 13.63 mmHg
এখন, $(16 - 15)°C = 1°C$ এর জন্য চাপের পার্থক্য $(13.63 - 12.8)$ mmHg $= 0.83$ mmHg
∴ 0.3°C এর জন্য চাপের পার্থক্য $= 0.83 \times 0.3$ mmHg
$= 0.249$ mmHg
∴ 15.7°C তে সম্পৃক্ত জলীয়-বাষ্পের চাপ
$= (13.63 - 0.249)$ mmHg
$= 13.381$ mmHg
∴ ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা,
$R = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}} \times 100\%$
$= \frac{13.381}{23.8} \times 100\% = 56.22\%$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: দেওয়া আছে, $\theta_1 = 25°C$
$\theta_2 = 20.1°C$
$G = 1.7$
কুয়াকাটার শিশিরাঙ্ক,
$\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 25 - 1.7 \times (25 - 20.1)$
$= 25 - 8.33 = 16.67°C$
'গ' হতে, 1°C এর জন্য জলীয়বাষ্পের চাপের পার্থক্য 0.83 mmHg
0.67°C এর জন্য জলীয়বাষ্পের চাপের পার্থক্য $= 0.83 \times 0.67$ mmHg $= 0.5561$ mmHg
∴ 16.67°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পে চাপ,
$= (13.63 + 0.5561)$ mmHg $= 14.1861$ mmHg
∴ কুয়াকাটার আপেক্ষিক আর্দ্রতা,
$R' = \frac{14.1861}{23.8} \times 100\% = 59.61\%$
'গ' হতে, ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = 56.22\%$; $R < R'$
∴ ঢাকা বেশি আরামদায়ক।

06. কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 20°C এবং শিশিরাঙ্ক 7.4°C। বায়ুর তাপমাত্রা কমে 16°C হল। 7°C, 8°C এবং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 7.53 mm, 8.05 mm ও 17.54 mm পারদ চাপ। [JB'23]

(গ) উদ্দীপকে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত? ৩

(ঘ) আপেক্ষিক আর্দ্রতা অপরিবর্তিত রেখে বায়ুর তাপমাত্রা কমার ফলে শিশিরাঙ্কের পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(গ) উত্তর: $(8 - 7) = 1°C$ পরিবর্তনে বাষ্পচাপ পরিবর্তন $= (8.05 - 7.53) = 0.52$ mm Hg
$(7.4 - 7) = 0.4°$ পরিবর্তনে বাষ্পচাপ পরিবর্তন
$= 0.52 \times 0.4 = 0.208$ mm Hg
∴ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ,
$f = 7.53 + 0.208 = 7.738$ mm Hg
20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 17.54$ mm Hg
$R = \frac{f}{F} \times 100 = \frac{7.738}{17.54} \times 100 = 44.12\%$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: 'গ' থেকে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 44.12%

$(20-8) = 12°C$ পরিবর্তনে বাষ্পচাপ পরিবর্তন
$= (17.54 - 8.05)\text{mmHg} = 9.49\ \text{mmHg}$

$\therefore (20-16) = 4°C$ পরিবর্তনে বাষ্পচাপ পরিবর্তন
$= \frac{9.49}{12} \times 4 = 3.16\ \text{mmHg}$

$\therefore 16°C$ ঐ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 17.54 - 3.16$
$= 14.38\ \text{mmHg}$

এখন, $R = \frac{f}{F} \times 100$

$\Rightarrow 44.12 = \frac{f}{14.38} \times 100 = f = 6.344456\ \text{mm Hg}$

$(8.05 - 7.53) = 0.52\ \text{mm Hg}$ পরিবর্তনে তাপমাত্রা কমে $1°C$

$\therefore (8.05 - 6.344456) = 1.705544\ \text{mm Hg}$

সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরিবর্তনে তাপমাত্রা কমে

$= \frac{1}{0.52} \times 1.705504 = 3.28°C$

$\therefore$ শিশিরাঙ্ক $= (8 - 3.28) = 4.72°C$

$\therefore$ শিশিরাঙ্ক কমবে।

07. কোনো একটি পরীক্ষণে খাগড়াছড়িতে বায়ুর তাপমাত্রা $28°C$ এবং শিশিরাঙ্ক $7.8°C$ পাওয়া গেল। হঠাৎ শৈত্যপ্রবাহের ফলে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে $14°C$ হলো। $7°C, 8°C$ এবং $28°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপ যথাক্রমে $7.51, 8.05$ এবং $28.35\ \text{mm}$ পারদ। [SB'23]

(গ) খাগড়াছড়ির আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তনে উক্ত স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্ক একই থাকবে নাকি ভিন্ন হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

(গ) উত্তর: দেওয়া আছে, $F = 28°C$ এর সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ

$(8-7)°C = 1°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাষ্প চাপ বৃদ্ধি
$= (8.05 - 7.51) = 0.54\ \text{mmHg}$

$\therefore (7.8-7)°C = 0.8°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাষ্প চাপ বৃদ্ধি
$= \frac{0.54}{1} \times 0.8 = 0.432\ \text{mmHg}$

$\therefore 7.8°C$ এ সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ, $f = 7.51 + 0.432$
$= 7.942\ \text{mmHg}$

$R = \frac{f}{F} \times 100 = \frac{7.942}{28.35} \times 100 = 28.014\%$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: তাপমাত্রা পরিবর্তনে উক্ত স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্ক একই থাকবে।

উক্ত স্থানে তাপমাত্রা হ্রাস পেলেও জলীয় বাষ্পের পরিমাণ একই আছে। আমরা জানি, যে তাপমাত্রায় বায়ু তার জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হবে তাকে শিশিরাঙ্ক বলে। উক্ত স্থানে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ একই আছে। ফলে ঐ স্থানের বায়ু ঐ জলীয়বাষ্প দ্বারা $7.8°C$ তাপমাত্রাই সম্পৃক্ত হতো।

অর্থাৎ, তাপমাত্রা $14°C$ এ আনার পরও বায়ু তার জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হতো না। কেবল $7.8°C$ এ বায়ু তার জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হবে। কিন্তু আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিবর্তিত হবে।

$14°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ

$= \frac{28.35 - 8.05}{28-8} \times 6 + 8.05 = 14.14\ \text{mm Hg}$

'গ' থেকে $7.8°C$ এ $f = 7.942\ \text{mmHg}$

$R = \frac{f}{f_m} \times 100 = \frac{7.942}{14.14} \times 100 = 56.16\%$

$\therefore$ বায়ুর তাপমাত্রা $14°C$ হওয়ায় শিশিরাঙ্ক একই থাকবে যেহেতু জলীয় বাষ্পের পরিমাণ একই আছে।

কিন্তু আপেক্ষিক আর্দ্রতা একই থাকবে না।

08. একদিন কোনো এক স্থানের নিম্নোক্ত তথ্যাদি পাওয়া গেল: [DB, RB'22]

ঘরের মধ্যে: শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা $= 32°C$
আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা $= 28°C$
$32°C$ তাপমাত্রায় গ্লেইসারের ধ্রুবক $= 1.63$
$24°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 22.38\ \text{mm Hg}$
$26°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 25.21\ \text{mm Hg}$
$32°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 35.66\ \text{mm Hg}$
ঘরের বাইরে তাপমাত্রা $= 14°C$
$14°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 12.0\ \text{mmHg}$
আপেক্ষিক আর্দ্রতা $= 80\%$।

(গ) ঘরের মধ্যে শিশিরাঙ্ক বের কর। ৩

(ঘ) ঐ দিন ঘরের বাইরে না ভিতরে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(গ) উত্তর: আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক সম্পর্কিত গ্লেইসারের সমীকরণ,

$\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

উদ্দীপক হতে, গ্লেইসারের ধ্রুবক, $G = 1.63$

শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা, $\theta_1 = 32°C$

আর্দ্র বাল্ব তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28°C$

তাহলে, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 32° - 1.63(32° - 28°)$

$\therefore$ শিশিরাঙ্ক, $\theta = 25.48°C$ **(Ans.)**

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে পাই, শিশিরাঙ্ক $\theta = 25.48°C$

এখন, $(26-24)°C = 2°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে জলীয়বাষ্প চাপের পরিবর্তন $= (25.21 - 22.38)\ \text{mm Hg}$
$= 2.83\ \text{mm Hg}$

$1°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে জলীয়বাষ্প চাপের পরিবর্তন
$= \frac{2.83}{2}\ \text{mm Hg}$

$\therefore (25.48-24)°C = 1.48°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে জলীয়বাষ্প চাপের পরিবর্তন $= \frac{2.83}{2} \times 1.48\ \text{mm Hg}$
$= 2.0942\ \text{mm Hg}$

শিশিরাঙ্কে জলীয়বাষ্পের চাপ,
$f = (22.38 + 2.0942)\ \text{mm Hg} = 24.4742\ \text{mm Hg}$

$32°C$ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ, $F = 35.66\ \text{mm Hg}$

ঘরের মধ্যে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

$= \frac{24.4742}{35.66} \times 100\% = 68.63\%$

বাইরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R' = 80\%$

বাইরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R' > R$; তাই ঘরের ভিতরে কাপড় দ্রুত শুকাবে।

09. কোনো একটি পরীক্ষণে মিঠামইনের আবদ্ধ বায়ুর তাপমাত্রা 19°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 47%। শৈত্য প্রবাহে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে 15°C হলো। 7°C, 8°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 7.5, 8.2 এবং 16.5 mm পারদ চাপের সমান। [BB'22]

(গ) তাপমাত্রা 5°C তে নেমে গেলে ঘনীভূত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে ঐ স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

(গ) **উত্তর:** দেওয়া আছে, 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_{19} = 16.5$ mm Hg

আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 47% ∴ 19°C তাপমাত্রার বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ, $f = (16.5 \times 0.47)$mm Hg

$= 7.755$ mm Hg

এখন, 5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ,

$f_5 = f_7 + (5-7) \times \frac{f_8 - f_7}{8-7} = 7.5 - 2 \times \frac{8.2-7.5}{1} = 6.1$ mm Hg

∴ ঘনীভূত জলীয়বাষ্পের শতকরা পরিমাণ

$= \frac{7.755-6.1}{7.755} \times 100\% = 21.34\%$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল নয়। কোনো স্থানের বায়ু যে তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত হয় তাকে শিশিরাঙ্ক বলে। এখন তাপমাত্রা পরিবর্তন করা হলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন হয় না। যেমন: কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 15° C এবং এই তাপমাত্রায় বায়ু জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত। এখন তাপমাত্রা বাড়ানো হলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্প পরিবর্তন হবে না কিন্তু বায়ু অসম্পৃক্ত হয়ে যাবে। কিন্তু শিশিরাঙ্ক ঠিকই 15°C থেকে যাবে। আবার, তাপমাত্রা বাড়ানো হলে বায়ু সম্পৃক্ত হয়ে অতিরিক্ত জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হবে, কিন্তু শিশিরাঙ্ক একই থাকবে। তাই তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে ঐ স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হয় না।

10. কোনো একদিন দুপুরের তাপমাত্রা 30°C এবং আর্দ্রতা 80% । হেলেন বাসায় AC চালু করায় তাপমাত্রা 21°C নেমে এল। সেদিন শিশিরাঙ্ক ছিল 9.5°C। [30°C, 21°C, 9°C ও 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 28.02 mm, 20.35 mm, 8.91mm ও 9.2 mm HgP] [MB'22]

(গ) তাপমাত্রা নেমে আসায় বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হয়? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) হেলেন AC চালু করায় আরাম বোধ করবে কেন? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

(গ) **উত্তর:** 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ $= 28.02$ mmHgP, আর্দ্রতা, $f = 80\%$

তাহলে, 30°C তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ $= (0.8 \times 28.02)$mmHg $= 22.416$ mmHg

21°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ = 20.35 mmHg

তাহলে, বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের মধ্যে ঘনীভূত হবে

$= \left(\frac{22.416-20.35}{22.416}\right) \times 100\% = 9.22\%$ (Ans.)

(ঘ) **উত্তর:** প্রশ্নে বাইরের পরিবেশের সাপেক্ষে আর্দ্রতার পরিমাণ বের করতে বলা হয়েছে।

21°C এ তাপমাত্রা নামালে, বাইরের সাপেক্ষে তাপমাত্রা কমে যায়। এজন্য আরাম লাগে।

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ = 9°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ + $(9.2 - 8.91) \times 0.5$

$= 8.91 + 0.145 = 9.055$ mm Hg

তখন আপেক্ষিক আর্দ্রতা হয়,

$F' = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}{21^\circ \text{ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}} \times 100\%$

$= \frac{9.055}{20.35} \times 100\% = 44.5\%$

অর্থাৎ, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% থেকে নেমে আরামদায়ক সীমা (40% – 60%) এর মধ্যে চলে এসেছে।

এজন্য, হেলেন AC চালু করায় আরাম বোধ করবে।

11. কোনো একস্থানে হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা 24°C এবং শিশিরাঙ্ক 11.5°C। 24°C, 12°C এবং 11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38×10^{-3} m, 10.52×10^{-3} m এবং 9.9×10^{-3} m পারদ চাপ। 24°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.72। [DB' 21]

(গ) উক্ত স্থানে সিক্ত বাল্বের পাঠ কত? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উল্লিখিত স্থানে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়পূর্বক আবহাওয়া সম্পর্কে মন্তব্য কর। ৪

(গ) **উত্তর:** আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

এখানে, $\theta = 11.5$°C

শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 24$°C

G = গ্লেইসার উৎপাদক = 1.72 এবং সিক্ত বাল্বের পাঠ = θ_2

এখন, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

$\Rightarrow 11.5^\circ\text{C} = 24^\circ\text{C} - 1.72(24^\circ\text{C} - \theta_2)$

$\Rightarrow \theta_2 = 16.73256^\circ\text{C}$

∴ সিক্ত বাল্বের পাঠ 16.73256°C (Ans.)

(ঘ) উত্তর: 11°C ও 12°C এর মধ্যে 1°C পার্থক্যে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের পার্থক্য $= (10.52 \times 10^{-3} - 9.9 \times 10^{-3})$mHg
$= 6.2 \times 10^{-4}$ mHg
$\therefore$ 11.5°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ
$= (9.9 \times 10^{-3} + 6.2 \times 10^{-4} \times 0.5)$mHg
$= 10.21 \times 10^{-3}$ mHg
উপস্থিত জলীয়বাষ্প চাপ, f = শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $\therefore f = 10.21 \times 10^{-3}$ mHg এবং বায়ুর তাপমাত্রা 24°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $F = 22.38 \times 10^{-3}$ mHg
$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা,
$R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{10.21 \times 10^{-3}\ m}{22.38 \times 10^{-3}\ m} \times 100\% = 45.62\%$
$\therefore$ আবহাওয়া মোটামুটি শুষ্ক।

12. একদিন কোনো স্থানে একটি হাইগ্রোমিটারে শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা যথাক্রমে 25°C ও 19°C এবং শিশিরাঙ্ক 14.77°C । 15°C, 16°C এবং 25°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 17.54 mmHg, 19.83 mmHg এবং 25.21 mmHg চাপ। [MB' 21]

(গ) গ্লেইসারের উৎপাদক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ঐ দিনে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 20% কমে গেলে শিশিরাঙ্কের কীরূপ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) উত্তর: এখানে,
$\theta_1 = 25°C$
$\theta_2 = 19°C$
$\theta = 14.77°C$
আমরা জানি, $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$
$\Rightarrow G = \frac{\theta_1 - \theta}{\theta_1 - \theta_2} = \frac{25° - 14.77°}{25° - 19°} \therefore G = 1.705$ (Ans.)

(ঘ) উত্তর: এখানে,
$F = 25.21$ mmHg
আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$
1°C তাপমাত্রা হ্রাসে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায়
$(19.83 - 17.54)$mmHg $= 2.29$ mmHg
14.77°C তাপমাত্রায়, $f = (17.54 - 2.29 \times 0.23)$mmHg
$= 17.0133$ mmHg
$\therefore R = \frac{17.0133}{25.21} \times 100\% = 67.486\%$
20% কমে গেলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা $= (67.486 - 20)\%$
$= 47.486\%$
এখন, $\frac{47.486}{100} = \frac{f'}{25.21\ mmHg} \Rightarrow f' = 11.9713$ mmHg
$\therefore$ শিশিরাঙ্ক হবে $= 15°C - \left(\frac{17.54 - 11.9713}{2.29}\right) \times 1°C$
$= (15 - 2.4317)°C = 12.5683°C$ $\therefore$ শিশিরাঙ্ক হ্রাস পাবে
$= (14.77 - 12.5683)°C = 2.2017°C$

13. পদার্থবিজ্ঞান বিভাগের প্রধান স্যার অফিস কক্ষে প্রবেশ করে দেখতে পেলেন হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্বের পাঠ 30°C এবং ঐদিন আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 75%। তিনি এসি চালু করে কক্ষের তাপমাত্রা 23°C-এ নামিয়ে নিলেন। তখন আর্দ্র বাল্বের পাঠ 14.76°C। [গ্লেইসারের তালিকায় 30°C এবং 23°C এ গ্লেইসারের উৎপাদক যথাক্রমে G = 1.65 এবং G = 1.74, রেনোর তালিকায় 30°C, 23°, 8°C এবং 9°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 29.92mm, 20.24mm, 8.92mm, এবং 9.22mm পারদ চাপ।] [RB' 17]

(গ) ঐ দিন সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা 23°C-এ নেমে এলে বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? ৩

(ঘ) কক্ষের ভিতর এসি চালু করায় বিভাগীয় প্রধান স্যার আরাম বোধ করেন কেন? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

(গ) উত্তর: এখানে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 23°C$
আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 14.76°C$
$\theta_1 = 23°C$ এ গ্লেইসারের উৎপাদক, G = 1.74
শিশিরাঙ্ক, θ =?
23°C এ শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 23° - 1.74(23° - 14.76°) = 8.66°$
$\therefore$ 8.66°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
$= [(9.22 - 8.92) \times 0.66 + 8.92]$mmHg
$= 9.118$mmHg
30°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 29.92$mmHg
$\therefore \frac{30°C\text{ এ বাষ্পচাপ}}{30°C\text{ এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}} = 0.75$
$\Rightarrow$ 30°C এ বাষ্পচাপ $= 0.75 \times 29.92$mmHg
$= 22.44$mmHg
$\therefore$ ঘনীভূত জলীয়বাষ্প $= \frac{22.44 - 9.118}{22.44} \times 100\% = 59.37\%$

(ঘ) উত্তর: 'গ' হতে আমরা পাই, এসি চালু করলে জলীয়বাষ্পের 59.37% ঘনীভূত হয়। অর্থাৎ, বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে যায়। আমরা জানি, পানির আপেক্ষিক তাপ অনেক বেশি। তাই পানি অনেক তাপ ধরে রাখতে পারে। জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে পরিবেশ বেশি তাপ ধরে রাখতে পারে না বলে কক্ষ দ্রুত ঠাণ্ডা হয়। তাই তিনি আরামবোধ করবেন।

নিজে করো

14. একজন আবহাওয়াবিদ দৈনিক প্রতিবেদন তৈরির জন্য একদিন ঢাকা এবং রাজশাহীতে স্থাপিত দুটি সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের মাধ্যমে নিম্নের উপাত্তগুলো সংগ্রহ করলেন। [BB'23; RB; JB'22; RB; Ctg.B'21]

স্থান	শুষ্ক বাল্ব থার্মো; পাঠ	সিক্ত বাল্ব থার্মো; পাঠ	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদকের মান
ঢাকা	28.6°C	20°C	1.664
রাজশাহী	32.5°C	22°C	1.625

[14°C, 16°C, 28°C, 30°C, 32°C এবং 34°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 11.99, 13.63, 28.35, 31.83, 35.66 এবং 39.90 mm HgP স্বাস্থ্যের জন্য আপেক্ষিক আর্দ্রতার স্বাচ্ছন্দ্যকর মান হলো 40% থেকে 60% পর্যন্ত।

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন ব্যক্তি কোথায় অধিকতর স্বস্তি বোধ করবেন? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ঢাকায় স্বস্তিবোধ বেশি করবে।

[Ans: Dhaka তে স্বস্তি বোধ করবে]

15. কোনো একদিন কাপ্তাই হ্রদের পানির উপরিতলে বায়ুর তাপমাত্রা 28°C, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 Pa এবং শিশিরাংক 10.5°C। হ্রদের তলদেশের পানির তাপমাত্রা 7°C এবং পানির গড় ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}। ঐদিন হ্রদটির তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে উঠে আসায় এর ব্যাসার্ধ তিনগুণ হলো। [10°C, 11°C, ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 9.2, 9.9 ও 28.5 mm পারদ চাপ] [Ctg.B'22]

(গ) ঐদিন হ্রদের উপরিতলের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। [Ans: 33.5%]

16. কোনো একদিন ঢাকার তাপমাত্রা 35°C এবং শিশিরাঙ্ক 19.4°C। ঐ একই সময়ে চট্টগ্রামে স্থাপিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের পাঠ যথাক্রমে 35°C এবং 30°C পাওয়া গেল। [35°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.60 ও 19°C, 20°C, 27°C এবং 35°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 16.5, 17.7, 26.78 এবং 42.16 mm পারদ।] [JB' 21]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে ঐদিন ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। [Ans: 40.28%]

(ঘ) একই তাপমাত্রা হওয়া সত্ত্বেও ঢাকা ও চট্টগ্রামের মধ্যে কোথায় ঘাম দ্রুত শুকাবে? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

[Ans: ঢাকায় ঘাম দ্রুত শুকাবে]

17. কোনো একদিন ল্যাবরেটরিতে সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাল্বের পাঠ 30°C এবং সিক্ত বাল্বের পাঠ 28°C পাওয়া গেল। ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ ও গ্লেইসারের উৎপাদকের মান নিচের সারণি-১-এ প্রদত্ত হলো: [DB' 17]

সারণি-১:

তাপমাত্রা	সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ (mHg)	গ্লেইসারের উৎপাদক
26°C	25.21×10^{-3}	1.69
28°C	28.35×10^{-3}	1.67
29°C	29.93×10^{-3}	1.66
30°C	31.83×10^{-3}	1.65

(গ) ল্যাবরেটরিতে ঐ দিন আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত ছিল নির্ণয় কর। [Ans: 82.658%]

(ঘ) যদি ঐ দিন তাপমাত্রা হঠাৎ 1°C হ্রাস পায় তবে শিশিরাঙ্কের পরিবর্তন কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: তাপমাত্রা 1°C হ্রাস পেলেও শিশিরাঙ্ক একই থাকবে]

18. গ্রীষ্মের কোনো একদিনের প্রচণ্ড তাপদাহে মিমি ও তার সহপাঠি পরীক্ষাগারে একটি সিলিন্ডারে 1000 gm মিথেন গ্যাস নিয়ে পরীক্ষা করছিল যার আণবিক ভর 16 gm mol^{-1}। আবহাওয়ার এই অবস্থার প্রেক্ষিতে শিক্ষক ছাত্র-ছাত্রীদের বললেন কোনো স্থানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% অতিক্রম করলেই বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। ঐ স্থানের শিশিরাঙ্ক 12.5°C এবং বায়ুর তাপমাত্রা 20.6°C। 12 °C, 13 °C, 20°C ও 21°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্প চাপ যথাক্রমে 10.85 mm Hg, 14.5 mm Hg, 18.5 mmHg ও 20.55 mmHg। [DB'23]

(ঘ) উদ্দীপকের ঐ স্থানে ঐ দিন বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের আলোকে ব্যাখ্যা কর।

[Ans: বৃষ্টি হওয়ার সম্ভবনা নেই।]

CamScanner

19. কোনো একদিন কুয়াকাটায় একটি আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 25°C ও 28°C। এখানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% এর কাছাকাছি হলেই বৃষ্টিপাত শুরু হয়। 22°C, 24°C ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 19.83×10^{-3}m পারদ চাপ, 22.38×10^{-3}m পারদ চাপ ও 28.35×10^{-3}m পারদ চাপ। 28°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.67। [Din.B'24]

(গ) ঐ দিন শিশিরাঙ্ক কত ছিল নির্ণয় কর। [Ans. 22.99°C]

20. একজন আবহাওয়াবিদ দৈনিক প্রতিবেদন তৈরির জন্য একদিন ঢাকা এবং রাজশাহীতে স্থাপিত দুটি সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের মাধ্যমে নিম্নের উপাত্তগুলো সংগ্রহ করলেন।

[BB'23; RB; JB'22; RB; Ctg.B'21]

স্থান	শুষ্ক বাল্ব থার্মো; পাঠ	সিক্ত বাল্ব থার্মো; পাঠ	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদকের মান
ঢাকা	28.6°C	20°C	1.664
রাজশাহী	32.5°C	22°C	1.625

[14°C, 16°C, 28°C, 30°C, 32°C এবং 34°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 11.99, 13.63, 28.35, 31.83, 35.66 এবং 39.90 mm HgP স্বাস্থ্যের জন্য আপেক্ষিক আর্দ্রতার স্বাচ্ছন্দ্যকর মান হলো 40% থেকে 60% পর্যন্ত।

(গ) ঐ দিন ঢাকার শিশিরাঙ্ক কত ছিল? [Ans. 14.2891°C]

21. কোনো একদিন ঢাকা ও কুমিল্লার তাপমাত্রা যথাক্রমে 24°C ও 26°C এবং শিশিরাঙ্ক যথাক্রমে 15.8°C ও 20°C।
15°C, 16°C, 20°C, 24°C ও 26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 12.81, 13.63, 17.54, 22.38 এবং 25.21 mm Hg এবং 24°C তাপমাত্রায় গ্লেইসার এর উৎপাদক 1.72। [BB' 21]

(গ) উল্লিখিত দিনে ঢাকায় রক্ষিত শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আপেক্ষিক আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রা কত ছিল?

[Ans. আর্দ্র বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রা 19.233°C]

22. কোনো বদ্ধ ঘরের তাপমাত্রা 30°C, শিশিরাঙ্ক 15°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50%। ঐ সময় ঘরের বাহিরের তাপমাত্রা ছিল 26°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 65%। 30°C ও 26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 31.83 mm HgP ও 25.25 mm HgP। 30°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.65। [Din.B' 21]

(গ) ঐ ঘরের হাইগ্রোমিটার এর আর্দ্র বাল্ব এর তাপমাত্রা কত?

[Ans: 20.909°C]

(ঘ) যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেওয়া হয়, তবে জলীয়বাষ্প কোন দিকে প্রবাহিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[Ans: জলীয়বাষ্প বাইরে থেকে ভেতরের দিকে প্রবাহিত হবে]

23. কক্ষ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট কোনো স্থানে 0.6 m^3 আয়তনের একটি সিলিন্ডারে 800 gm মিথেন (CH_4) গ্যাসকে 202650 Pa চাপে পূর্ণ করা হলো। শিক্ষক তাঁর ছাত্রদের বললেন ওই স্থানের শিশিরাঙ্ক 11.5°C এবং স্থানটির আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%-এর ওপর থাকলেই বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। 11°C, 12°C, 19°C ও 20°C–এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 9.84 mm(Hg), 10.52 mm(Hg), 16.46 mm(Hg) ও 17.54 mm(Hg) পাওয়া গেল। মিথেনের আণবিক ভর 16 $gmol^{-1}$। [Din.B' 19]

(ঘ) উদ্দীপকের স্থানে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর।

[Ans: উদ্দীপকের স্থানে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা নেই]

- CQ (ক, খ) ও MCQ প্রশ্নের জন্য এই অধ্যায়ের বিভিন্ন টপিকের তুলনামূলক গুরুত্ব:

গুরুত্ব	টপিক	টপিকের নাম	যতবার প্রশ্ন এসেছে			CQ জ্ঞানমূলক ও অনুধাবনমূলক (ক, খ)	MCQ
			ক	খ	MCQ		
✪✪✪	T-01	বয়েল, চার্লস ও চাপীয় সূত্র	16	7	42	DB'24, 18, 15; Ctg.B'24, 23, 22, 21, 18, 19, 16; SB'24, 19, 18, 17; BB'21; JB'21, 19, 18; CB'21; Din.B'21; RB'19.	DB'24, 23, 21, 17; JB'24, 23, 22, 21, 19, 17; CB'24, 23, 22, 21, 17; Din.B'24, 21; SB'22; Ctg.B'23, 21, 19, 17; BB'23, 22, 21,17; MB'22, 21; RB'21, 19;
✪✪✪	T-02	আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ	11	4	14	Ctg.B'24, 22, 19, 15; BB'24, 22, 21, 18; SB'21, 15; RB'23, 21, 19; CB'15; Din.B'17; MB'21.	DB'21; RB'23, 22, 19; Ctg.B'21; SB'22, 21; BB'21; Din.B'23, 19; CB, MB'21.
✪✪✪	T-03	বর্গমূল গড় বর্গবেগ	-	2	21	DB'21; Din.B'17.	DB'24, 23, 22, 21, 19; RB'24, 23; JB'24; CB'24, 23, 22; BB'23; Ctg.B'24, 23, 22, 21; SB'23, 22; MB'22, 21.
✪✪	T-04	গ্যাসের গতিতত্ত্ব	2	4	5	RB'24, 23; SB'22, 21, 17; Ctg.B'24, 21; MB'24; Din.B'17.	RB'23, 22, 19; DB'19; MB'23; BB'22, 19.
✪✪✪	T-05	গ্যাসের গতিশক্তি	5	4	38	BB'23; JB'23; MB'23; RB'22, 17; CB'22; DB'19; SB'23.	DB'24, 23, 22, 21, 17; Ctg.B'24, 23, 21, 19, 17; JB'24, 23, 22, 21, 19, 17; SB'24, 22; MB'24, 23, 22, 21; BB'23, 22, 21,17; CB'23, 22, 21, 17; RB'22, 21, 19; Din.B'22, 21.
✪✪	T-06	গড়মুক্ত পথ	2	1	6	JB'23, 22; BB'19.	Ctg.B'21, 18; SB'18; BB'22, 21, 18; Din.B'19; JB'22; DB'18.
✪✪✪	T-07	আপেক্ষেক আর্দ্রতা	32	40	36	DB'24, 23, 21, 19, 18, 16; SB'24, 23, 22, 21, 18; JB'24, 23, 22, 21; CB'24, 23, 21, 19, 17; Din.B'24, 23, 22, 21, 18; MB'24, 23, 22, 21; BB'24, 23, 22, 21, 19, 17, 15; RB'23, 22, 21, 17, 16, 15; Ctg.B'23, 21, 19, 18, 17.	DB'23, 22, 21, 17; Ctg.B'24, 23, 22; SB'24, 23, 21, 19; RB'24, 21, 17; JB'23, 21, 17, 18; Din.B'23, 22, 21, 19, 18, 17; CB'22, 21; MB'22, 21; BB'21, 19, 18.

CQ জ্ঞানমূলক (ক) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. আদর্শ চাপ কাকে বলে? [SB'24]

উত্তর: এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপকে $(1\ atm = 101325)\ Nm^{-2}$ আদর্শ চাপ বলে।

02. আদর্শ গ্যাস কাকে বলে? [BB'24]

উত্তর: যে গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল, চার্লস ও অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে।

03. চার্লস-এর সূত্রটি লেখ। [Ctg.B'23]

উত্তর: "স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের আয়তন তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক" -এটিই চার্লসের সূত্র।

04. আর্দ্রতামিতি কাকে বলে? [BB'23]

উত্তর: পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় আর্দ্রতা এবং এর পরিমাপ ইত্যাদি নিয়ে পড়াশোনা, আলোচনা করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে।

05. শিশিরাঙ্ক কী? [RB'24; 17; DB'23, 21, SB'23, 22, MB'22, RB'21; Ctg.B'21; BB'19; CB'19; BB'17; RB'15]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় সেই তাপমাত্রাকে শিশিরাঙ্ক বলে।

06. আদর্শ গ্যাস কী?
[RB'23, 19; SB' 21; MB'21; Din.B'17; Ctg.B'15; SB'15]
উত্তর: যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

07. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে?
[DB'24; SB'23, CB'23, Ctg.B'19]
উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

08. গড়মুক্ত পথ কাকে বলে? [JB'23, 22]
উত্তর: কোনো অণুর পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বগুলোর গড় নিলে যে দূরত্ব পাওয়া যায় তাকেই গড়মুক্ত পথ বলে।

09. শক্তির সমবিভাজন নীতি কী? [MB'23, RB'22]
উত্তর: তাপীয় সাম্যাবস্থায় আছে এমন তাপ গতীয় সিস্টেমের মোট শক্তি বিভিন্ন স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বণ্টিত হয় এবং প্রত্যেক স্বাধীনতার মাত্রায় শক্তির পরিমাণ সমান হয়।

10. বাস্তব গ্যাস কী? [BB'22]
উত্তর: যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল, চার্লস এবং অ্যাভোগ্যাড্রো সূত্র মেনে চলে না, তাদেরকে বাস্তব গ্যাস বলে।

11. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কাকে বলে? [Ctg.B'24; BB'24; JB'22; DB'21; Din.B'21; Ctg.B'17; CB'17; RB'16]
উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভর এবং সেই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের ভরের অনুপাত হলো ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

12. পরমশূন্য তাপমাত্রা কী? [Ctg.B' 21; CB'21]
উত্তর: যে তাপমাত্রায় স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয় তাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।

13. হাইগ্রোমিটার কী? [SB' 21]
উত্তর: বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাকে হাইগ্রোমিটার বলে।

14. সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কাকে বলে? [BB' 21; CB'15]
উত্তর: এক মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক কেলভিন বাড়াতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে।

15. প্রমাণ চাপ কী? [Ctg.B'24, 16; BB'21; DB, SB, JB, Din.B'18; DB'15]
উত্তর: 45° অক্ষাংশে 273 K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

16. বয়েলের সূত্রটি বিবৃত কর। [Ctg.B'22; JB' 21; JB' 19]
উত্তর: তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

17. পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? [MB'24; CB'24; JB'24; Din.B'22; 21; BB'15]
উত্তর: কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে তাকে ঐ স্থানের বায়ুর পরম আর্দ্রতা বলে।

18. স্বাধীনতার মাত্রা কী? [CB'22; DB' 19; RB'17]
উত্তর: একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

19. মূল গড় বর্গবেগ কাকে বলে? [MB'24; SB'17]
উত্তর: কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড়মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

20. সংকট চাপ কী? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
উত্তর: যে তাপমাত্রার উপরে কোনো পদার্থের বাষ্পের উপর যত প্রবল চাপ প্রয়োগ করা হোক না কেন সেটি তরলে পরিণত হয় না, তাকে ঐ পদার্থের সংকট তাপমাত্রা বলে।

21. শিশির কী? [বি এ এফ শাহীন কলেজ, চট্টগ্রাম]
উত্তর: তাপমাত্রা যখন শিশিরাঙ্কের নিচে নেমে আসে তখন বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের অতিরিক্ত বাষ্প ঘনীভূত হয়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পানি বিন্দুতে পরিণত হয়, একে শিশির বলে।

CQ জ্ঞানমূলক (খ) প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. স্থির তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব এর চাপের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা করো। [DB'24]
উত্তর: স্থির তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব যত বৃদ্ধি পায়, বায়ুর একক আয়তনে কার্যকর ভর তত বৃদ্ধি পায়। ফলে ভূ-পৃষ্ঠে একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল তথা চাপ তত বৃদ্ধি পায়। এছাড়া গ্যাসের ঘনত্ব, $\rho = \frac{PM}{RT}$ [M = আণবিক ভর]। সুতরাং, $\rho \propto P$।
তাই বলা যায়, বায়ুর ঘনত্ব স্থির তাপমাত্রায় এর চাপের সমানুপাতিক।

02. গ্যাসের অণুগুলোর শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি– ব্যাখ্যা করো। [RB'24]
উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্বের স্বীকার্য অনুযায়ী, গ্যাসের অণুসমূহের ভর অতি নগণ্য বিধায় তাদের মধ্যকার স্থিতিশক্তিকে নগণ্য ধরা যায়। ফলে মহাকর্ষীয় বিভবশক্তির মান শূন্য হয়। কিন্তু গ্যাসের অণুগুলো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সর্বদা সমদ্রুতিতে গতিশীল। তাই গ্যাসের অণুগুলোর গতিশক্তি রয়েছে।
তাই মোট শক্তি, $E_T = E_P + E_K = 0 + E_K = E_K$
তাই গ্যাসের শক্তি সম্পূর্ণটাই গতিশক্তি।

03. গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে তাপমাত্রা ব্যাখ্যা করো। [Ctg.B'24]

উত্তর: এই প্রশ্নটিতে মূলত কী চাওয়া হয়েছে তা স্পষ্ট নয়। প্রশ্নটি এরূপ হতে পারে–"গ্যাসের গতিশক্তির উপর তাপমাত্রার প্রভাব ব্যাখ্যা করো।" এটির উত্তর নিম্নরূপ –

আমরা জানি, গ্যাসের গতিশক্তি তার পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। তাই গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে গতিশক্তির মান সমানুপাতিকভাবে বৃদ্ধি পায়।

গতিশক্তি,

$E_K = \frac{f}{2}nRT$; f = স্বাধীনতার মাত্রা, T = পরম তাপমাত্রা

আর গ্যাসের তাপমাত্রা হ্রাস করলে গতিশক্তির মান হ্রাস পায়। মূলত এটিই হলো গ্যাসের গতিশক্তির উপর তাপমাত্রার প্রভাব।

04. আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে শিশিরাঙ্ক কেমন হবে? [BB'24]

উত্তর: কোনো স্থানের উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ এবং বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% মানে হলো বায়ু তার অভ্যন্তরীণ জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত আছে। তাই বায়ুর তাপমাত্রাই ঐ স্থানের শিশিরাঙ্কের তাপমাত্রা। কেননা, যে তাপমাত্রায় বায়ু তার অভ্যন্তরীণ জলীয় বাষ্প দ্বারা কেবলমাত্র সম্পৃক্ত হয় তাই হলো শিশিরাঙ্ক। তাই বলা যায়, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 100% হলে শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান।

05. আপেক্ষিক আর্দ্রতার কোনো একক নেই কেন? [JB'24]

উত্তর: কোনো স্থানের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পচাপ এবং ঐ তাপমাত্রায় বায়ুর সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পচাপের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

$$\text{আপেক্ষিক আর্দ্রতা} = \frac{\text{বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পচাপ}}{\text{ঐ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বায়ুর জলীয় বাষ্পচাপ}} \times 100\%$$

যেহেতু এক্ষেত্রে দুইটি চাপের অনুপাত নির্ণয় করা হয়, সেহেতু আপেক্ষিক আর্দ্রতার কোনো একক নেই।

06. কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হতে পারে কি? ব্যাখ্যা করো। [CB'24]

উত্তর: কোনো স্থানের বায়ু জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হলে, তার শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হয়।

যে তাপমাত্রায় কোনো স্থান তার অভ্যন্তরীণ জলীয় বাষ্প দ্বারা কেবলমাত্র সম্পৃক্ত হয়, তাকে শিশিরাঙ্ক বলে। তাই কোনো স্থান যদি জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়েই থাকে তখন তার শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হয়।

07. "বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকাল আরামদায়ক"– আপেক্ষিক আর্দ্রতার আলোকে ব্যাখ্যা করো। [Din.B'24]

উত্তর: কোনো স্থানের বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভর এবং বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

বর্ষাকালে বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকায় তথা পরিবেশ আর্দ্র থাকায় সহজে ঘাম শুকাতে চায় না, ফলে আমাদের অস্বস্তি লাগে। এ কারণে শীতকালে পরিবেশ শুষ্ক হওয়ায় তা আমাদের জন্য আরামদায়ক।

08. শীতের সকালে শিশির দেখা যায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'23, CB' 21]

উত্তর: রাত্রে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হয় এবং তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে চলে আসে। ফলে শিশির জমে। শীতের সকালে তাপমাত্রা অনেক কম থাকে। তাই সকালের তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে থাকে। এ কারণে, শীতের সকালে শিশির দেখা যায়।

09. কোনো অঞ্চলে কুয়াশা কেন পড়ে? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'23]

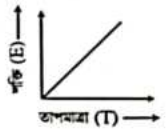
উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বায়ুস্তরের তাপমাত্রা কমে গেলে বায়ুতে থাকা বাষ্প একত্র হয়ে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র জলকণায় পরিণত হয়। এই জন্যই কুয়াশা পড়ে।

10. কোনো একটি গ্যাসের একটি অণুর গতিশক্তি তাপমাত্রার সাথে কীভাবে পরিবর্তিত হয়– লেখচিত্রের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। [SB'23]

উত্তর: কোনো গ্যাস অণুর গতিশক্তি পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক

আমরা জানি, $E = \frac{3}{2}KT$

এখানে, $\frac{3}{2}K$ ধ্রুবক তাই, $E \propto T$



লেখচিত্র থেকে দেখা যায়, পরম তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাস অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় এবং পরম তাপমাত্রা হ্রাস করলে গ্যাস অণুর গতিশক্তি হ্রাস পায়। 0 K তাপমাত্রায় অণুর গতিশক্তি শূন্য।

11. গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লেখ। [SB'23]

উত্তর: গ্যাস ও বাষ্পের পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো

বাষ্প	গ্যাস
(i) বাষ্প হলো কোনো পদার্থের গ্যাসীয় অবস্থা যা কক্ষ তাপমাত্রায় কঠিন বা তরল অবস্থায় থাকে।	(i) গ্যাস কক্ষ তাপমাত্রায় সবসময় গ্যাসীয় অবস্থায়ই থাকে।
(ii) বাষ্পকে শুধু চাপ প্রয়োগ করে তরলে পরিণত করা যায়।	(ii) গ্যাসকে তরলে রূপান্তর করতে চাপ প্রয়োগের পাশাপাশি তাপমাত্রা হ্রাস করতে হয়।

CamScanner

12. একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি ধ্রুবক থাকে– ব্যাখ্যা কর। [BB'23, RB' 17]

উত্তর: কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা T কেলভিন হলে, n মোল গ্যাসের গড় গতিশক্তি, $E_n = \frac{3}{2}nRT$

এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে, $n = 1 \therefore E_1 = \frac{3}{2}RT$

তাপমাত্রা একই থাকলে ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসের গড় গতিশক্তি একই। কেননা, R সার্বজনীন ধ্রুবক। নির্দিষ্ট গ্যাসের উপর নির্ভর করে না।

13. গ্যাসের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি গ্যাসের পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক-ব্যাখ্যা কর। [JB'23]

উত্তর: আমরা জানি, $E = \frac{3}{2}kT$; এখানে $\frac{3}{2}k$ ধ্রুবক, তাই $E \propto T$, অর্থাৎ গ্যাসের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। গ্যাস পাত্রে গ্যাস অণুগুলো ইতস্তত ছোটাছুটি করে। এখন যদি তাপমাত্রা বাড়ানো হয় তাহলে গ্যাস অণুর ইতস্তত ছোটাছুটি আরো বেড়ে যায়। অর্থাৎ বেগ বেড়ে যায়, ফলে অণুগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ $E \propto T$ তাই তাপমাপাত্রা বৃদ্ধিতে গ্যাস অণুর গড় গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়, আবার তাপমাত্রা হ্রাসে গড় গতিশক্তি হ্রাস পায়।

14. আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'23, JB'22]

উত্তর: আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না। এর মূল কারণ মেঘ তাপরোধী পদার্থ, যে কারণে ভূ-পৃষ্ঠ হতে তাপ বিকিরিত হতে পারে না। ফলে পরিবেশে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং জলীয়বাষ্পের ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। তাই শিশির জমে না।

15. বিষুব অঞ্চলের আবহাওয়া অস্বস্তিকর– ব্যাখ্যা করো। [Din.B', MB'23]

উত্তর: বিষুব অঞ্চলে পৃথিবীর অন্য যেকোনো অঞ্চল থেকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হয়। ফলে এ অঞ্চলে ঘাম সহজে বাষ্পায়িত হয় না। ফলে, ঘাম বাষ্পায়িত হওয়ার জন্য যে শক্তি প্রয়োজন, তা দেহ থেকে বের হয়ে শরীর ঠাণ্ডা হয় না। ফলে এ অঞ্চলের আবহাওয়া বেশি অস্বস্তিকর বোধ হয়।

16. "কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%"-ব্যাখ্যা কর। [BB'24; JB'23, RB'21; Ctg.B'21; BB'21; DB'16]

উত্তর: "কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%" এর দ্বারা বুঝায় যে–

(i) বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প প্রয়োজন, তার 60% জলীয়বাষ্প বায়ুতে আছে।

(ii) ঐ তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ।

(iii) শিশিরাঙ্কে জলীয়বাষ্প চাপ, বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ।

17. শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে কাপড় দেরিতে শুকায়- ব্যাখ্যা কর। [CB'23, DB, SB, JB, Din.B'18]

উত্তর: বর্ষার দিনে বায়ুমণ্ডল জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত থাকে। ফলে বাতাস অধিক পরিমাণে জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে না। শীতকালের বাতাস শুকনা থাকে। শুকনা বাতাস জলীয়বাষ্পহীন। এই বাতাস ভিজা কাপড় থেকে দ্রুত জলীয়বাষ্প শোষণ করে নিয়ে সম্পৃক্ত হতে চায়। ফলে শীতের দিনে ভিজা কাপড় বর্ষাকাল অপেক্ষা তাড়াতাড়ি শুকায়।

18. পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়—ব্যাখ্যা কর। [DB'22; RB'16]

উত্তর: জলীয়বাষ্পের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা কম। তাই বায়ুর পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে অর্থাৎ, বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বায়ুর ঘনত্ব হ্রাস পায়।

আমরা জানি, গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ, $\bar{c}^2 = \frac{3P}{\rho}$

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, চাপ স্থির থাকলে $\bar{c}^2 \propto \frac{1}{\rho}$ অর্থাৎ, গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক। এজন্য বায়ুর পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ বৃদ্ধি পায়।

19. একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে অস্বস্তিকর অনুভূত হয় কেন? [RB'22]

উত্তর: কক্সবাজার সমুদ্রতীরবর্তী বলে সেখানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি। ঢাকা থেকে সমুদ্র দূরে হওয়ায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম। আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়লে বাষ্পায়নের হার কমে। ফলে ঢাকায় নির্গত ঘাম কক্সবাজার অপেক্ষা তাড়াতাড়ি শুকাবে। আর ঢাকায় কক্সবাজার অপেক্ষা দ্রুত সুপ্ত তাপ গ্রহণ করবে ও শরীর শীতল লাগবে। তাই একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে বেশি অস্বস্তি অনুভূত হয়।

20. গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে ঘনত্বের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22]

উত্তর: গ্যাসের ঘনত্ব তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক। কারণ তাপমাত্রা বাড়লে আয়তন বাড়ে, কিন্তু ভর স্থির থাকায় ঘনত্ব কমে যায়। তাই তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের ঘনত্ব কমে যায়, আর তাপমাত্রা কমালে ঘনত্ব বেড়ে যায়।

21. গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে কি? ব্যাখ্যা কর। [SB'22; Din.B'17]

উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে। গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে প্রাপ্ত গ্যাসের আদর্শ গতীয় সমীকরণ, $PV = \frac{1}{3}mNc^2$

এখন, $PV = \frac{1}{3}mNc^2 = \frac{2}{3}N \times \frac{1}{2}mc^2 = \frac{2}{3}E_T \dots\dots\dots (i)$

এখানে, $\frac{1}{2}mc^2$ অণুসমূহের গড় গতিশক্তি। তাই অণুসমূহের মোট শক্তি $\frac{1}{2}mNc^2 = E_T$ এবং মোট গতিশক্তি কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক। তাহলে $E_T \propto T$ বা, $E_T = KT$

K হলো ধ্রুবক। এখন তা (i) নং এ বসিয়ে পাই,

$PV = \left(\frac{2}{3}\right) \times KT$ অথবা $PV = KT$ তাহলে $V = k'\left(\frac{T}{P}\right)$ বা, $V \propto \frac{1}{P}$ (স্থির তাপমাত্রায়) যা বয়েলের সূত্রের গাণিতিকরূপ। সুতরাং গতিতত্ত্ব হতে বয়েলের সূত্র উপপাদন করা যায়। অর্থাৎ, গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্র মেনে চলে।

22. ঠাণ্ডা পানির জন্য পিতলের কলসী এবং মাটির কলসীর মধ্যে কোনটি বেশি উপযোগী? ব্যাখ্যা কর। [BB'22]

উত্তর: ঠাণ্ডা পানির জন্য পিতলের কলসী এবং মাটির কলসীর মধ্যে মাটির কলসী অধিক উপযোগী। কেননা, মাটির কলসীতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র (pore) থাকে। এসকল ছিদ্র হতে নির্গত পানি বাষ্পায়নের সময় মাটির কলসী হতে সুপ্ততাপ গ্রহণ করে। ফলে মাটির কলসী অধিক সময় ঠাণ্ডা থাকে। তাই ঠাণ্ডা পানির জন্য এটা অধিক উপযোগী।

23. পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য হয়-ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর গতিশক্তি পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। অর্থাৎ, গ্যাসের সুষম তাপমাত্রার মূল কারণ এর অণুগুলোর মধ্যে গতিশক্তির সুষম বণ্টন। গড় গতিশক্তি বৃদ্ধি পেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। আবার গড় গতিশক্তি হ্রাস পেলে তাপমাত্রা হ্রাস পাবে। অতএব পরমশূন্য তাপমাত্রায় অণুর গতিশক্তি শূন্য হবে।

24. বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের কীরূপ পরিবর্তন হয়? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: বায়ুতে জলীয়বাষ্প থাকলে বা বায়ু আর্দ্র থাকলে এর ঘনত্বেরও পরিবর্তন হয়। আর্দ্র বায়ু বা জলীয়বাষ্প পূর্ণ বায়ুর ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর ঘনত্বের তুলনায় কম। অর্থাৎ, বায়ুতে জলীয়বাষ্প যত বেড়ে যায়, এর ঘনত্বও তত কমে যায়। যদি তাপমাত্রা স্থির থাকে, তবে $\frac{\rho}{P}$ = ধ্রুবক। যেখানে, ρ = বায়ুর ঘনত্ব এবং P = বায়ুমণ্ডলীয় চাপ। অর্থাৎ $\rho \propto P$, তাই জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কমে যায়।

25. আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্ক কমে না বাড়ে? ব্যাখ্যা দাও। [MB'22]

উত্তর: আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্কের কোনো হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে না, অপরিবর্তিত থাকে। কেননা, শিশিরাঙ্ক হচ্ছে সেই তাপমাত্রা যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু এর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। যেহেতু স্থানটি আবদ্ধ, তাই সেখানে জলীয়বাষ্পের ভরেরও পরিবর্তন হয় না। তাই শিশিরাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে।

26. গ্যাসের বেগ নির্ণয়ে rms বেগ নেয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: n সংখ্যক গ্যাস অণুর গতিশক্তি যথাক্রমে $KE_1, KE_2, KE_3 \dots \dots \dots, KE_n$

মোট গতিশক্তি,

$KE = KE_1 + KE_2 + KE_3 + \dots \dots \dots + KE_n$

$\Rightarrow \frac{1}{2}(mn)c^2 = \frac{1}{2}mc_1^2 + \frac{1}{2}mc_2^2 + \frac{1}{2}mc_3^2 + \dots \dots \dots + \frac{1}{2}mc_n^2$

$\Rightarrow c^2 = \frac{c_1^2+c_2^2+c_3^2+\dots \dots \dots +c_n^2}{n}$

$\Rightarrow c = \sqrt{\frac{c_1^2+c_2^2+\dots \dots \dots +c_n^2}{n}} = c_{rms}$

দেখা যায়, গ্যাসের গতিবেগ বুঝাতে c_{rms} অধিক উপযুক্ত। এছাড়াও গড়বেগ নির্ণয় করলে গ্যাস অণুসমূহের ইতস্তত পরস্পর বিপরীত বিভিন্ন দিকে ছুটে চলাতে গড়বেগ শূন্য হতে পারে, যা বেগ নির্ণয়ের জন্য উপযুক্ত নয়। তাই গ্যাসের বেগ নির্ণয়ে rms বেগ নেয়া হয়।

27. "আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র"–ব্যাখ্যা কর। [RB' 21]

উত্তর: "আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র"-উক্তিটি যথার্থ। গতিতত্ত্ব থেকে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ প্রতিপাদনের সময় গ্যাস অণুগুলোকে শুধু বিন্দুভর হিসেবে কল্পনা করা হয়। অর্থাৎ, অণুগুলোর আয়তন বিবেচনা করা হয়নি। এছাড়া অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণ বল বিবেচনা করা হয়নি। কিন্তু বাস্তবে গ্যাস অণুর নির্দিষ্ট আয়তন আছে, আকর্ষণ বল সম্পূর্ণ উপেক্ষণীয় নয়। তাই আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র।

28. গ্রীষ্মকালে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ অধিক হলেও শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B' 21]

উত্তর: গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশি থাকে, ফলে ঐ তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের চেয়ে বেশি হয়। ফলে শিশির পড়ে না। গ্রীষ্মকালে বায়ুতে অধিক পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে। কিন্তু তাপমাত্রাও উচ্চ থাকে এবং বিদ্যমান জলীয়বাষ্প চাপ ঐ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের তুলনায় কম হয়, তথা শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার চেয়ে কম হয়। ফলে বায়ুমণ্ডল জলীয়বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে এবং জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির পড়ে না।

29. এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয় কেন? [SB' 21]

উত্তর: 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে মোলার গ্যাস ধ্রুবক বলা হয়। এই গ্যাস ধ্রুবকের মান $8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$। এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে এই গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয় কারণ যেকোনো গ্যাসেরই 1 mol পরিমাণের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে সমপরিমাণ কাজ করতে হয়। তাই এই গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয়।

30. মোলার গ্যাস ধ্রুবক $8.31 J\ mole^{-1}\ K^{-1}$ বলতে কী বুঝ? [BB' 21]

উত্তর: মোলার গ্যাস ধ্রুবক $8.31\ J\ mol^{-1}K^{-1}$ বলতে বোঝায় 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে কৃতকাজ 8.31J। অর্থাৎ, 1 mol আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1 ডিগ্রী বাড়াতে যে কাজ করতে হয় তাই মোলার গ্যাস ধ্রুবক এবং এর পরিমাণ 8.31 J।

31. কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 19.4°C বলতে কী বুঝ? [MB'24; JB'21; DB'19]

উত্তর: শিশিরাঙ্ক 19.4°C বলতে বোঝায়, 19.4°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ু তার মধ্যস্থ জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। অথবা, 19.4°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে।

32. মেঘলা রাত অপেক্ষা মেঘহীন রাতে বেশি শিশির জমে কেন? [SB'24; Din.B' 21]

উত্তর: বিভিন্ন জলাশয় থেকে পানি সব সময় বাষ্পায়নের ফলে জলীয়বাষ্পে পরিণত হয়। দিনের বেলায় সূর্যের তাপে ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বাতাস গরম থাকে এবং জলীয়বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘহীন রাত্রিতে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং পরিশেষে এমন একটি তাপমাত্রায় উপনীত হয় যখন বাতাস জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় এবং জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমে। কিন্তু আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকলে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে পারে না। কারণ মেঘ তাপরোধী পদার্থ বলে ভূপৃষ্ঠ হতে বিকিরণজনিত কারণে তাপ পরিবাহিত হতে পারে না। ফলে ভূ-পৃষ্ঠ ঠাণ্ডা হয় না এবং শিশির জমে না। এজন্য মেঘলা রাত অপেক্ষা মেঘহীন রাতে বেশি শিশির জমে।

CamScanner

33. চার্লসের সূত্রের আলোকে পরমশূন্য তাপমাত্রা ব্যাখ্যা কর। [Din.B' 21]

উত্তর: স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস পরিবর্তনের জন্য 0°C তাপমাত্রায় আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ অংশ পরিবর্তিত হয়। পরমশূন্য তাপমাত্রায় আয়তন 0।

$\therefore 0 = V_0 + \frac{V_0\theta}{273} \Rightarrow \frac{V_0\theta}{273} = -V_0$

$\Rightarrow \theta = -273°C = (-273 + 273)K = 0\ K$

∴ পরমশূন্য তাপমাত্রা $-273°C$ অথবা 0 K

34. শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয় কেন? [MB' 21]

উত্তর: শীতকালে বায়ুর আর্দ্রতা কম থাকে। জলীয়বাষ্প কম থাকায় আর্দ্রতা কমে যায়। আর্দ্রতা কমে যাওয়ায় বায়ু শরীর থেকে জলীয়বাষ্প শোষণ করে নেয়। ফলে শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভূত হয়।

35. একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায় কেন-ব্যাখ্যা কর। [RB' 19]

উত্তর: আমরা জানি, $P \propto \frac{1}{V}$; ভূমি থেকে উপরে যেতে থাকলে বেলুন এর উপর পারিপার্শ্বিক চাপ কমতে থাকে, ফলে নির্দিষ্ট উচ্চতায় বেলুন এর উপর চাপ কমে গেলে এর আয়তনও বেড়ে যায় ও একটি নির্দিষ্ট আয়তন অতিক্রম করলে তা ফেটে যায়।

36. বোল্টজম্যান ধ্রুবক $K = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর। [RB' 19]

উত্তর: $K = \frac{R}{N_A} = \frac{PV}{T \times N_A}$। আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে ১টি গ্যাস অণুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে কাজ সম্পাদিত হয় তাকে বোল্টজম্যান ধ্রুবক বলে। $K = 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$ বলতে বোঝায় আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে একটি গ্যাস অণুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে $1.38 \times 10^{-23} J$ কাজ সম্পাদিত হয়।

37. নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল-ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B' 19]

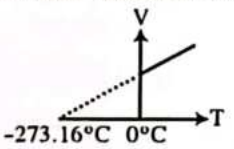
উত্তর: আদর্শ গ্যাস সমীকরণ হতে, $PV = nRT$

$= \frac{w}{M}RT \Rightarrow \frac{PM}{R} = \frac{w}{V}T = \rho T \Rightarrow \rho = \frac{PM}{R} \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow \rho \propto \frac{1}{T}$

∴ নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

38. পরম শূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে কি না? ব্যাখ্যা কর। [SB' 19]

উত্তর: পরমশূন্য তাপমাত্রার নিচে কোন তাপমাত্রা থাকা সম্ভব না। পরমশূন্য তাপমাত্রায় পদার্থের অণু পরমাণুসমূহের কম্পন থেমে যায়। এ লেখচিত্রে graph এ $-273°C$ তথা 0 K তাপমাত্রায় বস্তুর আয়তন শূন্য। যা কখনো সম্ভব না। এজন্য পরমশূন্য তাপমাত্রার নিচে তাপমাত্রা সম্ভব না। অণু পরমাণুসমূহের কম্পনের ফলেই তাপমাত্রার উপলব্ধি করা যায়।



39. গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড়মুক্ত পথ বেশি হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [BB' 19]

উত্তর: গড় মুক্তপথের সংজ্ঞা হতে আমরা পাই,

$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\sigma^2\pi N} \Rightarrow \lambda = \frac{1 \times M}{\sqrt{2}\pi\sigma^2 MN} \ldots\ldots\ldots (i)$।

আবার, $PV = nRT \Rightarrow \frac{P}{RT} = \frac{n}{V}$

⇒ একক আয়তনে অণুর সংখ্যা,

$\frac{n \times N_A}{V} = \frac{PN_A}{RT}$ [N_A = অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা]

$\Rightarrow N = \frac{PN_A}{RT}$

এখন, $\rho = \frac{PM}{RT}$ [M = গ্যাসের আনবিক ভর]

$\therefore N = \frac{PM}{RT} \times \frac{N_A}{M} \Rightarrow MN = \rho N_A$

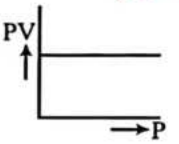
∴ (i) নং এ, $\lambda = \frac{M}{\sqrt{2}\pi\sigma^2\rho N_A} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{\rho}$

অর্থাৎ, গড় মুক্তপথ ঘনত্বের ব্যাস্তানুপাতিক।

তাই ঘনত্ব বেশি হলে গড় মুক্তপথ কম হয়।

40. স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P গ্রাফের প্রকৃতি কীরূপ হবে ব্যাখ্যা কর। [JB' 19]

উত্তর: স্থির তাপমাত্রায় PV-P গ্রাফটি x অক্ষের সমান্তরাল হবে। অর্থাৎ, P এর মান যাই হোক না কেন তাপমাত্রা স্থির থাকলে PV এর মান সর্বদা একই থাকবে।



41. পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে কোনটি অধিক গুরুত্বপূর্ণ? ব্যাখ্যা কর। [CB' 19]

উত্তর: আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি গুরুত্বপূর্ণ। কেননা পরম আর্দ্রতা বায়ুর আর্দ্রতার পরিমাণ নির্দেশ করে যা দ্বারা কোনো সিদ্ধান্ত নেয়া যায় না। তবে আপেক্ষিক আর্দ্রতার মাধ্যমে আর্দ্রতার পরিমাণ ও ধারণ ক্ষমতার সম্পর্ক পাওয়া যায়। আপেক্ষিক আর্দ্রতার মাধ্যমে আমরা একটি এলাকার আবহাওয়া সম্পর্কে ধারণা পাই। তাই আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

42. প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [SB' 17]

উত্তর: প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা:

(i) পারদের ঘনত্ব এমন যে প্রমাণ তাপে পারদস্তম্ভের উচ্চতা খুব বেশিও হয় না, আবার খুব কমও হয় না। ফলে সহজে পরিমাপ করা যায়।

(ii) পারদে বাষ্পচাপ তুলনামূলক কম।

(iii) পারদের বর্ণ এমন যে কাচনলে তার উচ্চতা স্পষ্ট বুঝা যায়।

43. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপই কোনো স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশি- এর যথার্থতা লিখ। [BB' 17]

উত্তর: কোনো স্থানের বাষ্পচাপ ∝ ঐ স্থানের জলীয়বাষ্পের পরিমাণ। সম্পৃক্ত অবস্থায় বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ সর্বোচ্চ হয়। তাই সম্পৃক্ত বাষ্পচাপও সর্বোচ্চ হয়। অসম্পৃক্ত অবস্থায় জলীয়বাষ্পের পরিমাণ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চেয়ে কম। তাই অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ সর্বদা সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম।

44. কুষ্টিয়ায় কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাঙ্ক 15°C বলতে কী বুঝ? [DB'24; CB'17]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় কোনো অঞ্চলের বায়ু ঐ বায়ুতে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, তাকে ঐ স্থানের শিশিরাঙ্ক বলে। কুষ্টিয়ার কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাঙ্ক 15°C বলতে বোঝায়, ঐ সময়ে ঐ স্থানের বাতাসে যে জলীয়বাষ্প আছে, তা দ্বারা ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে তাপমাত্রা 15°C হতে হবে।

45. পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের সকল অণু স্থির থাকে - ব্যাখ্যা কর। [Din.B' 17]

উত্তর: T K তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুসমূহের বর্গমূল গড় বর্গবেগ, $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

পরমশূন্য তাপমাত্রায়, $T = 0$ K সুতরাং, $c_{rms} = 0$

যেহেতু অণুগুলোর বেগ শূন্য, সেহেতু পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুগুলো স্থির থাকে।

46. বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মানে না কেন? [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

উত্তর: বয়েলের সূত্র আদর্শ গ্যাসের জন্য প্রযোজ্য। বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মানে না। বয়েলের সূত্রটি হল, তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর উপর প্রযুক্ত চাপের ব্যস্তানুপাতিক; অর্থাৎ, $V \propto \frac{1}{P}$ এটা আদর্শ গ্যাস মেনে চলে। কারণ আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে ধরে নেয়া হয় গ্যাসের অণুসমূহের মধ্যে কোন আকর্ষণ বল নেই। কিন্তু বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুসমূহের মধ্যে আকর্ষণ বল বিদ্যমান। তাই এটি বয়েলের সূত্র মানে না। কিন্তু উচ্চ তাপমাত্রা ও নিম্নচাপে বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মেনে চলে।

47. "বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণের সাথে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সম্পর্ক" ব্যাখ্যা করো। [ঢাকা কলেজ]

উত্তর: বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুর চাপ কমে যায়। আমরা জানি, বায়ুতে জলীয়বাষ্প থাকলে এর ঘনত্বের পরিবর্তন হয়। আর্দ্র বায়ু বা জলীয়বাষ্পপূর্ণ বায়ুর ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর তুলনায় কম অর্থাৎ, বায়ুতে জলীয়বাষ্প বাড়লে এর ঘনত্ব কমে যায়। আবার, $\rho \propto P$ এখানে ρ হলো ঘনত্ব ও P হলো চাপ। সূত্রানুসারে, স্থির তাপমাত্রায় বায়ুর ঘনত্ব তার চাপের সমানুপাতিক। অর্থাৎ বায়ুতে জলীয়বাষ্প বেড়ে গেলে বায়ুর ঘনত্ব কমে, এজন্য বায়ুমণ্ডলীয় চাপও কমে যায়। কারণ, জলীয়বাষ্পের ঘনত্ব বায়ুর মূল উপাদান অক্সিজেন ও নাইট্রোজেনের ঘনত্বের চেয়ে কম।

48. সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটার থেকে ঝড়ের পূর্বাভাস কি করে বোঝা যায়–ব্যাখ্যা করো। [হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

উত্তর: সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রা একই হলে বুঝতে হবে বাতাস নতুন করে জলীয়বাষ্প শোষণ করছে না। সেক্ষেত্রে বাতাস জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত- এরূপ বুঝতে হবে। তবে বাতাস যত দ্রুত হারে জলীয়বাষ্প শোষণ করবে সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা তত হ্রাস পাবে।সুতরাং সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রার পার্থক্য খুব বেশি হলে বুঝতে হবে, ঐ স্থানের বাতাস খুব দ্রুত হারে জলীয়বাষ্প শোষণ করছে। অর্থাৎ, বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা খুবই কম। সুতরাং, আবহাওয়া ভালো অবস্থায় রয়েছে এবং বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা নেই।

49. (খ) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপের মধ্যে পার্থক্য লিখো। [সফিউদ্দিন সরকার একাডেমি অ্যান্ড কলেজ, গাজীপুর]

উত্তর: সম্পৃক্ত বাষ্প ও অসম্পৃক্ত বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য:

সম্পৃক্ত বাষ্প:

(i) সম্পৃক্ত বাষ্প সর্বাধিক চাপ প্রয়োগ করে।

(ii) এটি আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায় কারণ এক্ষেত্রে বাষ্পের অণুসমূহ নির্দিষ্ট আয়তনে আবদ্ধ হয়।

(iii) কোনো আবদ্ধ স্থানে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরল পদার্থের সংস্পর্শে কিছু বাষ্প থাকে তবে ঐ বাষ্প সময়ের সাথে সাথে সম্পৃক্ত হয়ে যাবে।

(iv) সম্পৃক্ত বাষ্প তরলের সাথে সাম্যাবস্থানে থাকে।

(v) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ সম্পৃক্ত বাষ্পকে অসম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়। যেহেতু, তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে সাম্যাবস্থা পরিবর্তিত হয়।

(vi) সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে না।

অসম্পৃক্ত বাষ্প:

(i) অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ সর্বদা ঐ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের চেয়ে কম হয়।

(ii) এটি আবদ্ধ বা খোলা যেকোনো স্থানে তৈরি হতে পারে।

(iii) কোনো আবদ্ধ স্থানে যদি কিছু বাষ্প থাকে কিন্তু কোনো তরল পদার্থ না থাকে তবে ঐ বাষ্প অসম্পৃক্ত বা সদ্য সম্পৃক্ত হতে পারে।

(iv) নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সাম্যাবস্থা অর্জিত না হওয়া পর্যন্ত বাষ্পের অসম্পৃক্ত অবস্থা বজায় থাকে।

(v) তাপমাত্রা কমিয়ে একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ অসম্পৃক্ত বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়।

(vi) অসম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে।

CamScanner

50. আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের সাহায্যে কীভাবে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায়- ব্যাখ্যা করো। [দিনাজপুর সরকারি কলেজ]

উত্তর: আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব হাইগ্রোমিটারের দুটি থার্মোমিটারের পাঠের পার্থক্য দেখে আবহাওয়ার পূর্বাভাস পাওয়া যায়। থার্মোমিটার দুটি পাঠের পার্থক্য যদি-

(i) কম হয় তাহলে বুঝতে হবে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি অর্থাৎ আবহাওয়া আর্দ্র থাকবে।

(ii) বেশি হয় তাহলে বুঝতে হবে বাতাসে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ কম অর্থাৎ আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে।

(iii) ধীরে ধীরে কমতে থাকে- তাহলে বুঝতে হবে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ ধীরে ধীরে বাড়ছে অর্থাৎ বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে।

(iv) হঠাৎ কমতে থাকে তাহলে বুঝতে হবে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ হঠাৎ বেড়ে গেছে সেক্ষেত্রে ঝড়-বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা রয়েছে।

(v) শূন্য হয় তাহলে বুঝতে হবে বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত।

51. (খ) চার্লসের সূত্র হতে কীভাবে পরম শূন্য তাপমাত্রার ধারণা পাওয়া যায়? [সোনার বাংলা কলেজ]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়, যার নিচে কোনো তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয়, কারণ তাহলে গ্যাসের আয়তন ঋণাত্মক হতে হয়, যা অসম্ভব, সেই সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে।

চার্লসের সূত্রানুসারে, $V_0 = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$

$\therefore V_{-273} = V_0\left(1 - \frac{273}{237}\right) = 0$

অতএব, চার্লসের সূত্রানুসারে $-273°C$ গ্যাসের পরম শূন্য তাপমাত্রা।

বিগত বোর্ড পরীক্ষাসমূহের MCQ প্রশ্ন

01. পরম শূন্য তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের গতিশক্তি- [DB'24]
(a) শূন্য (b) সর্বনিম্ন (c) সর্বোচ্চ (d) অসীম

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
27°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের আয়তন স্থির রেখে চাপ দ্বিগুণ করা হলো।

02. উদ্দীপকের ঘটনা নিচের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? [DB'24]
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপীয় সূত্র (d) এ্যাভোগ্যাড্রো সূত্র

03. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [DB'24]
(a) 600 K (b) 300 K (c) 200 K (d) 150 K

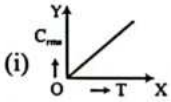
04. একটি দ্বি-পরমাণুক গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা হলো- [DB'24]
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

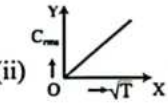
05. কোনো স্থানে আর্দ্র ও শুষ্ক বালব হাইগ্রোমিটারের তাপমাত্রার ব্যবধান শূন্য হলে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান হবে- [RB'24; MB'22]
(a) 0% (b) 30% (c) 70% (d) 100%

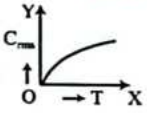
06. আপেক্ষিক আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের নাম- [RB'24]
(a) ক্রোনোমিটার (b) মাইক্রোমিটার
(c) স্ফিগমোম্যানোমিটার (d) হাইগ্রোমিটার

07. গ্যাসের চলরাশি কয়টি? [RB'24]
(a) ২ (b) ৩ (c) ৪ (d) ৫

08. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$ সমীকরণ অনুসারে লেখচিত্র হলো- [RB'24]

(i) 

(ii) 

(iii) 

নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড়ে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি গবেষণায় ধরে নেয়া হলো আদর্শ গ্যাস সমীকরণ নিম্নরূপ:
$PV = \frac{1}{3} mnv_g^2$

09. 'PV' রাশিটি নির্দেশ করে- [Ctg.B'24;MB'21; JB'17]
(a) ভরবেগ (b) ক্ষমতা (c) বল (d) শক্তি

10. v_g সম্পর্কে লেখা যায়- [Ctg.B'24]
(i) $v_g(rms) \propto \sqrt{M}$ (ii) $v_g(rms) \propto \sqrt{P}$
(iii) $v_g(rms) \propto \sqrt{T}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

01. a	02. c	03. a	04. d	05. d	06. d	07. b	08. b	09. d	10. c

01. $E = \frac{f}{2} nRT = 0\ J\ [\because T = 0\ K]$

02. চাপীয় সূত্রে আয়তন স্থির রাখা হয়।

03. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 300 \times \frac{2P_1}{P_2} = 600\ K$

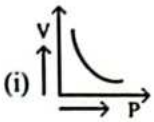
08. $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} \propto \sqrt{T}$
সুতরাং, গ্রাফটি C_{rms} বনাম $\sqrt{T}$ গ্রাফ হলে, $y = mx$ এর অনুরূপ সরলরেখা হবে, এবং C_{rms} বনাম T গ্রাফ হলে, পরাবৃত্তাকার হবে।

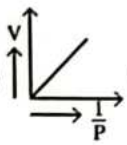
10. $V_G = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \therefore V_G \propto \sqrt{T}; V_G \propto \sqrt{P}; V_G \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$

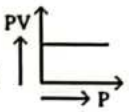
11. কোনো স্থানের সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ F এবং অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f = \frac{F}{3}$ হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত হবে? [Ctg.B'24]

(a) $\frac{1}{3}$ (b) $\frac{2}{3}$ (c) $\frac{3}{4}$ (d) $\frac{5}{6}$

12. তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন V ও চাপ P এর সম্পর্ক নিচের কোন লেখচিত্র প্রকাশ করে? [CB'24]

(i) 

(ii) 

(iii) 

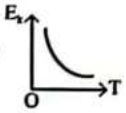
নিচের কোনটি সঠিক?

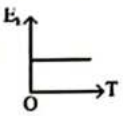
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

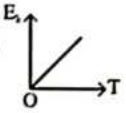
13. T তাপমাত্রার এক লিটার বায়ুকে উত্তপ্ত করা হলো। কত তাপমাত্রায় উক্ত বায়ুর চাপ ও আয়তন উভয়ই দ্বিগুণ হবে? [CB'24]

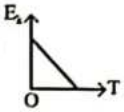
(a) $\frac{T}{2}$ (b) $\frac{T}{4}$ (c) 2T(d) 4T

14. কোনো আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুর গতিশক্তি E_k বনাম পরম তাপমাত্রা T এর জন্য প্রযোজ্য লেখচিত্র কোনটি? [CB'24]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

15. গ্যাস অণুসমূহের গড় বর্গ বেগের বর্গমূল মান ও পরম তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোনটি? [CB'24; SB'22]

(a) $C_{r.m.s} \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$ (b) $C_{r.m.s} \propto T$

(c) $C_{r.m.s} \propto \frac{1}{T}$ (d) $C_{r.m.s} \propto \sqrt{T}$

16. গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়- [BB'23]

(i) তাপমাত্রার সাথে গ্যাসের গতিশক্তির সম্পর্ক

(ii) তাপমাত্রার সাথে চাপের সম্পর্ক

(iii) তাপমাত্রার সাথে আয়তনের সম্পর্ক

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

17. 0°C তাপমাত্রায় CO_2 গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ কত? [এখানে, গ্যাস ধ্রুবক, $R = 8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$] [BB'23]

(a) $12.44\ ms^{-1}$ (b) $16.52\ ms^{-1}$

(c) $393.29\ ms^{-1}$ (d) $154753\ ms^{-1}$

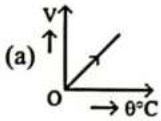
18. কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 27°C হতে 227°C তাপমাত্রায় উন্নীত করলে গড় গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়- [BB'23]

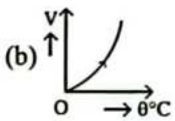
(a) 66.67% (b) 100% (c) 150% (d) 200%

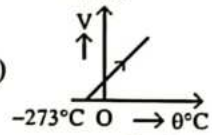
19. কোনো গ্যাসের চাপ তার একক আয়তনে অণুগুলোর গতিশক্তির কত অংশ? [BB'23]

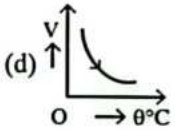
(a) $\frac{2}{3}$ (b) $\frac{3}{2}$ (c) $\frac{4}{3}$ (d) $\frac{5}{3}$

20. কোন লেখচিত্রটি চার্লসের সূত্রের জন্য প্রযোজ্য? [JB'24]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

21. CO_2 গ্যাসের গতিশক্তির পরিমাণ কত? [JB'24]

(a) $\frac{3}{2}$ KT (b) $\frac{9}{5}$KT (c) $\frac{6}{2}$KT (d) $\frac{9}{2}$KT

22. কোন তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগ −200°C তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন অণুর মূল গড় বর্গবেগের সমান? [JB'24]

(a) 7568 K (b) 1168 K

(c) 895 K (d) 834 K

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

11. a	12. d	13. d	14. c	15. d	16. d	17. c	18. a	19. a	20. c	21. -	22. b

11. $R = \frac{f}{F} = \frac{\frac{F}{3}}{F} = \frac{1}{3}$

13. $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} = \frac{2P_1 \times 2V_1}{T_2}$

$\therefore T_2 = 4T_1 = 4T$

14. $E_K = \frac{f}{2}nRT \Rightarrow E_K \propto T$ ∴ মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

15. $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow C_{rms} \propto \sqrt{T}$

17. $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3 \times 8.31 \times 273}{44 \times 10^{-3}}} = 393.29\ ms^{-1}$

18. $\frac{E_2}{E_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{500}{300} = \frac{5}{3} \therefore \frac{\Delta E}{E_1} = \frac{2}{3} \times 100\% = 66.67\%$

19. $PV = \frac{2}{3}E$

$V = 1$ একক হলে, $P = \frac{2}{3}E$

20. $V_\theta = \frac{V_0}{273}.\theta + V_0$; $y = mx + c$ আকারের সরলরেখা।

21. (সঠিক উত্তর নেই); CO_2 এর $f = 5$; $E = \frac{5}{2}$ KT

কিন্তু অপশনে এটি না থাকার এখানে $\frac{6}{2}$KT দাগানোই যুক্তিযুক্ত।

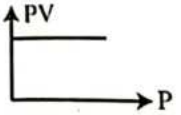
22. $\frac{T_{O_2}}{M_{O_2}} = \frac{T_{H_2}}{M_{H_2}} \Rightarrow T_{O_2} = \left(\frac{32}{2} \times 73\right) = 1168\ K$

CamScanner

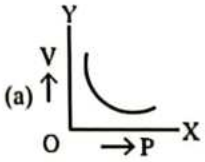
23. শিশিরাঙ্ক হলো কী? [SB'24, 21, 19; BB'21; RB'17]
(a) শিশির (b) তাপমাত্রা (c) কুয়াশা (d) আর্দ্রতা

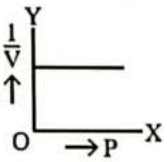
24. আপেক্ষিক আর্দ্রতা পরিমাপক যন্ত্রের শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব থার্মোমিটারের পারদের উচ্চতার পার্থক্য হঠাৎ বেড়ে যাওয়া কীসের পূর্বাভাস? [SB'24]
(a) ঝড় (b) শিশির (c) কুয়াশা (d) খরা

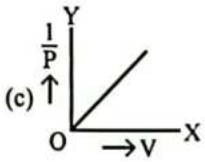
25. 27°C তাপমাত্রায় 4 gm অক্সিজেনের গতিশক্তি কত? [SB'24]
(a) 116.86 J (b) 207.75 J (c) 467.44 J (d) 14958 J

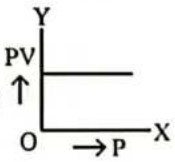
26. 

[SB'24]
লেখচিত্রটি কোন সূত্র সমর্থন করে?
(a) বয়েল (b) চার্লস (c) চাপের (d) জুলের

27. স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি সঠিক নয়? [Din.B'24]
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

28. PV= ধ্রুবক সমীকরণটি মেনে চলে কোন সূত্র? [Din.B'24; JB'22]
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপীয় সূত্র (d) অ্যাভোগেড্রোর সূত্র

29. 30°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন তিনগুণ করা হলো। গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [Din.B'24; BB'21; JB'21, Ctg.B'17]
(a) 90°C (b) 300°C (c) 436°C (d) 636°C

30. তাত্ত্বিকভাবে গ্যাসের আয়তন শূন্য হয় কোন তাপমাত্রায়? [MB'24]
(a) 298 K (b) 0°C (c) −273 K (d) −273°C

31. 27°C তাপমাত্রায় একটি হিলিয়াম অণুর গতিশক্তি কত হবে? $k = 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$ [MB'24]
(a) 5.5×10^{-22} J (b) 1.11×10^{-21} J
(c) 6.21×10^{-21}J (d) 1.24×10^{-20} J

32. প্রমাণ চাপ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [MB'24]
(a) পারদের ঘনত্ব 13596 kg cm^{-3}
(b) পারদ স্তম্ভের উচ্চতা 0.76 cm
(c) চাপের সমীকরণ Fρg
(d) চাপের মান $1.013 \times 10^5\ N/m^2$

33. শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব হাইগ্রোমিটারের থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য হঠাৎ কমতে থাকলে বুঝতে হবে– [DB'23,17]
(i) বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ হঠাৎ বেড়ে গেছে
(ii) ঝড়-বৃষ্টির সম্ভাবনা রয়েছে
(iii) আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো আদর্শ গ্যাসের তিনটি অণুর বেগ $15ms^{-1}$, $20ms^{-1}$ ও $25ms^{-1}$. গ্যাসের অণুসমূহের ক্ষেত্রে গড় বেগ ($\bar{c}$), গড় বর্গ বেগ $\overline{c^2}$ এবং মূল গড় বর্গ বেগ $\sqrt{\overline{c^2}}$ তিনটি গুরুত্বপূর্ণ রাশি।

34. গ্যাস অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগের মান হলো– [DB, RB, SB'23]
(a) 20 ms^{-1} (b) 20.41 ms^{-1}
(c) 60 ms^{-1} (d) 416.67 ms^{-1}

35. উদ্দীপক অনুযায়ী $\bar{c} : \overline{c^2} : \sqrt{\overline{c^2}} = ?$ [DB'23]
(a) 1 : 20.83 : 1.02 (b) 20.83: 1 : 1.02
(c) 1.02 : 1 : 20.83 (d) 1 : 1.02 : 20.83

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

23. b	24. d	25. c	26. a	27. b	28. a	29. d	30. d	31. c	32. d	33. a	34. b	35. a

24. পার্থক্য হঠাৎ কমে গেলে-ঝড় এবং হঠাৎ বেড়ে গেলে-খরা।

25. $E = \frac{5}{2} nRT = \frac{5}{2} \times \frac{4}{32} \times 8.314 \times 300 = 779.44$ J; যা Option এ নেই। $\therefore E = \frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} \times \frac{4}{32} \times 8.314 \times 300 = 467.44$ J [f = 3 ধরে]

26. PV = k; বয়েলের সূত্র।

27. স্থির তাপমাত্রায় বয়েলের সূত্রানুযায়ী, $P = k \cdot \frac{1}{V}$ (মূলবিন্দুগামী সরলরেখা)

29. $T_2 = T_1 \times \frac{V_2}{V_1} = 303 \times \frac{3V}{V} = 909$ K
$\therefore T_2 = (909 - 273)°C = 636°C$

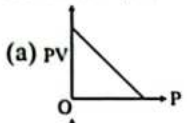
30. $V_0 = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$
$\Rightarrow 0 = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right) \Rightarrow \frac{\theta}{273} = -1 \Rightarrow \theta = -273°C$

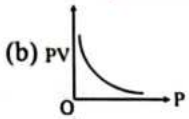
31. $E = \frac{3}{2} kT = \left(\frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300\right) = 6.21 \times 10^{-21}$J

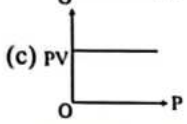
34. $c = \sqrt{\frac{15^2+20^2+25^2}{3}} = 20.41\ ms^{-1}$

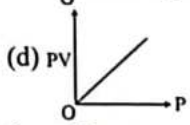
35. $\bar{c} : \overline{c^2} : \sqrt{\overline{c^2}}$
$\Rightarrow \frac{15+20+25}{3} : \frac{15^2+20^2+25^2}{3} : \sqrt{\frac{15^2+20^2+25^2}{3}}$
$\Rightarrow 20 : 416.67 : 20.412 \Rightarrow 1 : 20.83 : 1.02$

36. স্থির তাপমাত্রায় কোনো আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে (PV – P) লেখচিত্রটি হলো- [DB'23; BB'17]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

37. কোন অবস্থায় বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাস হিসেবে আচরণ করবে? [RB; Din.B'23; BB'22; DB'21]

(a) নিম্ন চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা
(b) উচ্চ চাপ ও নিম্ন তাপমাত্রা
(c) নিম্ন চাপ ও নিম্ন তাপমাত্রা
(d) উচ্চ চাপ ও উচ্চ তাপমাত্রা

38. গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপগতীয় স্থানাঙ্কগুলো হচ্ছে– [Ctg.B'23, Din.B'21]

(a) আয়তন, তাপমাত্রা ও ঘনত্ব
(b) ভর, আয়তন ও ঘনত্ব
(c) তাপমাত্রা, ভর ও আয়তন
(d) চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন

39. তাপমাত্রা বাড়লে কোনো নির্দিষ্ট ভর গ্যাসের- [Ctg.B'23]

(i) আয়তন বৃদ্ধি পায় (ii) ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়
(iii) গ্যাস অণুর সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

40. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ F এবং অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ f হলে, এদের মধ্যে নিম্নরূপ সম্পর্ক থাকে– [Ctg.B'23, RB'21, Din.B'17]

(a) $F = f$ (b) $F > f$ (c) $F < f$ (d) $F \leq f$

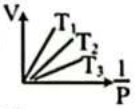
41. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে R- এর সঠিক মান নিচের কোনটি? [RB'19]

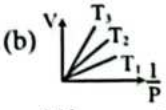
(a) $8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$ (b) $8.30J^{-1}Kmol^{-1}$
(c) $8.31\ JK^{-1}mol$ (d) $8.13\ JK^{-1}mol^{-1}$

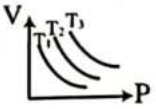
42. নিচের কোনটি তাপমাত্রা ও চাপের সাথে গ্যাসের ঘনত্বের সম্পর্ক নির্দেশ করে– [CB'23]

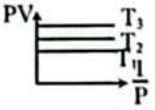
(a) $\frac{\rho T}{P}$ = ধ্রুবক (b) $\frac{PT}{\rho}$ = ধ্রুবক
(c) $\frac{pT}{T}$ = ধ্রুবক (d) ρPT = ধ্রুবক

43. $T_1 > T_2 > T_3$ হলে বয়েলের সূত্রানুসারে নিচের কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [CB'23]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

44. কোনো আবদ্ধ গ্যাসের চাপ P, আয়তন V ও গতিশক্তি E এর মধ্যে সম্পর্ক– [CB'23]

(a) $E = \frac{2}{3}PV$ (b) $E = \frac{3}{2}PV$
(c) $E = \frac{5}{2}PV$ (d) $E = \frac{7}{2}PV$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
অক্সিজেন গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C হতে বৃদ্ধি করে 27°C করা হল।

45. প্রাথমিক অবস্থায় অক্সিজেন গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ– [CB'23]

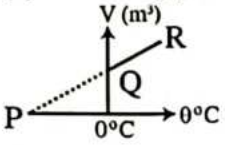
(a) $14.639\ ms^{-1}$ (b) $20.629\ ms^{-1}$
(c) $461.287\ ms^{-1}$ (d) $652.359\ ms^{-1}$

46. পরিবর্তিত ও প্রাথমিক গতিশক্তির অনুপাত– [CB'23]

(a) 1 : 27 (b) 27: 1
(c) 91 : 100 (d) 100 : 91

47. কোনো আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে তিনগুণ করা হলে, তার অণুসমূহের মূল গড় বর্গবেগ কতগুণ বৃদ্ধি পাবে? [BB'23]

(a) 9 (b) 3 (c) 17.32 (d) −0.732

48. 

[BB'23]

স্থির চাপে গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে আয়তনের পরিবর্তনের লেখচিত্রে P বিন্দুর তাপমাত্রা হচ্ছে—

(i) 0°C (ii) 0K (iii) −273°C
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

36. c	37. a	38. d	39. b	40. b	41. a	42. a	43. a	44. b	45. c	46. d	47. -	48. c

36. $PV = k$ = ধ্রুবক।

40. কেননা নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত অবস্থায় জলীয়বাষ্পের পরিমাণ সর্বোচ্চ। তাই সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ F সর্বোচ্চ হবে। অর্থাৎ, $F > f$।

45. $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times273}{32\times10^{-3}}} = 461.287\ ms^{-1}$

46. গতিশক্তি $\propto T \therefore$ পরিবর্তিত গতিশক্তি: প্রাথমিক গতিশক্তি $= T_{পরিবর্তিত} : T_{প্রাথমিক} = 300 : 273 = 100 : 91$

47. (সঠিক উত্তর নেই); $c \propto \sqrt{T} \therefore \frac{c_2}{c_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$

$\Rightarrow c_2 = \sqrt{\frac{3T}{T}} \times c_1 = \sqrt{3} \times c_1 = 1.73c_1$

CamScanner

49. গ্লেইসারের উৎপাদকের সমীকরণ অনুযায়ী কোনটি সঠিক? [JB'23]
(a) $\theta_1 - \theta = \frac{1}{G}(\theta_2 - \theta_1)$
(b) $\theta_1 - \theta = G(\theta_2 - \theta_1)$
(c) $\theta_1 - \theta = (\theta_1 - \theta_2)G$
(d) $\theta_1 - \theta_2 = (\theta_2 - \theta)G$

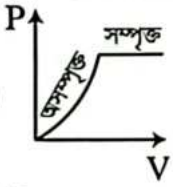
50. $5 \times 10^5\ Nm^{-2}$ চাপে এবং 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন 100 cc। $10^6 Nm^{-2}$ চাপে ওই গ্যাসের আয়তন 58.3 cc হলে তাপমাত্রা কত? [JB'23]
(a) 257.2°C (b) 87.45°C
(c) 76.8 °C (d) 31.482 °C

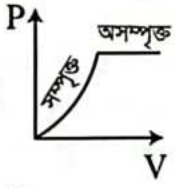
51. হিলিয়াম গ্যাসের জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কোনটি সঠিক? [JB'23]
(a) 3 (b) 5 (c) 6 (d) 7

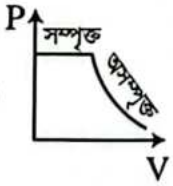
52. বায়ুর প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভরকে বলে– [SB'23; Ctg.B'22; JB'21]
(a) আর্দ্রতা (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) পরম আর্দ্রতা (d) শিশিরাঙ্ক

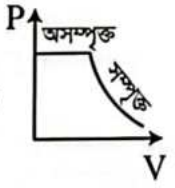
উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও।
একটি পাত্রে রক্ষিত গ্যাসের তিনটি অণুর বেগ যথাক্রমে 3,4 ও 5 একক।

53. নিচের কোন মানটি বেশি? [SB'23]
(a) গড়বেগ (b) গড় বর্গবেগ
(c) গড় বর্গবেগের বর্গমূল (d) বেগের সমষ্টি

54. বাষ্পের আয়তন (V) বনাম অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ (P) এর সম্পর্ক নির্দেশক সঠিক লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Din.B'23]
(a) 

(b) 

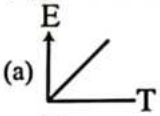
(c) 

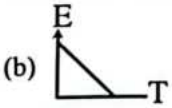
(d) 

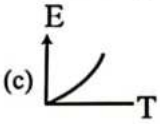
55. একটি স্থানে শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 10.52 mm Hg এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 75%। বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? [Din.B'23]
(a) 14.027 mm Hg P (b) 7.89 mm Hg P
(c) 0.1403 mm Hg P (d) 0.0713 mm Hg P

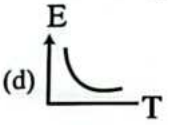
56. 27°C তাপমাত্রায় 2 gm নাইট্রোজেনের মোট গতিশক্তি কত? [MB'23]
(a) 0.267 J (b) 2.67 J (c) 26.7 J (d) 267 J

57. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে চাপের সমীকরণ কোনটি? [MB'23]
(i) $PV = \frac{1}{3}mNC^{-2}$ (ii) $P = \frac{1}{3}pC^{-2}$ (iii) $P = \frac{2}{3}RT$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

58. নির্দিষ্ট ভরের আদর্শ গ্যাসের জন্য গতিশক্তি (E) বনাম তাপমাত্রা (T) লেখচিত্র কীরূপ হবে? [MB'23; DB'22; Ctg.B'17]
(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

59. বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে- [DB'22]
(i) বায়ুর চাপ বাড়ে (ii) বায়ুর ঘনত্ব কমে
(iii) জলীয়বাষ্পের চাপ বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

60. গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ পরম তাপমাত্রার – [DB'22; Ctg.B'22]
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

61. নিচের বক্তব্যগুলোর মধ্যে কোনটি সঠিক? [DB'22]
(a) সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে
(b) অসম্পৃক্ত বাষ্প শুধুমাত্র আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা হয়
(c) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়
(d) শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও বায়ুর তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরস্পর সমান

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

49. c	50. c	51. a	52. c	53. b	54. c	55. a	56. d	57. -	58. a	59. b	60. c	61. d

50. $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$; $T_2 = \frac{T_1}{P_1V_1} \times P_2V_2$
$= \frac{300}{5\times10^5\times100} \times 10^6 \times 58.3 = 349.8\ K = 76.8°C$

51. যেহেতু হিলিয়াম এক পরমাণু গ্যাস। তাই এর স্বাধীনতার মাত্রা 3।

55. $R = \frac{f}{F} \Rightarrow 0.75 = \frac{10.52}{F} \Rightarrow F = 14.027$ mm Hg P

56. $E = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times \frac{2}{28} \times 8.314 \times 300 = 267$ J

57. (সঠিক উত্তর নেই); যদি C^{-2} কে $\bar{C}^2$ ধরে নেওয়া হয়, তাহলে সঠিক উত্তর 'a'।

58. $E = \frac{3}{2}nRT = K'T = E \propto T$

62. $PV = \frac{1}{3}mN\overline{c^2}$ সমীকরণে $\overline{c^2}$ – [RB'22]
(a) গড়বেগ (b) গড় বর্গবেগ
(c) মূল গড় বর্গবেগ (d) আলোর বেগের বর্গ

63. গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি সর্বপ্রথম ব্যাখ্যা করেন কে? [RB'22]
(a) ক্লসিয়াস (b) ম্যাক্সওয়েল
(c) বার্নোলি (d) বোল্টজম্যান

64. N_2 গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা কত? [RB'22]
(a) 3 (b) 5 (c) 6 (d) 9

65. 37°C তাপমাত্রা ও 1.5 atm চাপে 20 gm O_2 গ্যাসের আয়তন কত? [RB'22]
(a) 0.8×10^{-3} m^3 (b) 1.05×10^{-2} m^3
(c) 1.26×10^{-2} m^3 (d) 1.07×10^{-2} m^3

66. T তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর গড় গতিশক্তি – [Ctg.B'22; SB'17]
(a) $\frac{3}{2}$ RT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{1}{3}$ RT (d) $\frac{1}{3}$ KT

67. 'PV' রাশিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে নির্দেশ করে – [SB'22]
(a) ক্ষমতা (b) ভরবেগ (c) কাজ (d) জড়তা

68. N.T.P তে হাইড্রোজেন এর ঘনত্ব 0.09 kgm^{-3} অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় করো। [SB'22; CB'22]
(a) 1.84 kms^{-1} (b) 2.84 kms^{-1}
(c) 3.38 kms^{-1} (d) 4.00 kms^{-1}

69. PV= ধ্রুবক, সমীকরণটি নিচের কোন প্রক্রিয়াকে সমর্থন করে? [BB'22; Ctg.B'21]
(a) সমোষ্ণ (b) সমআয়তন
(c) সমচাপ (d) রুদ্ধতাপীয়

70. 27°C তাপমাত্রায় 32 g অক্সিজেন গ্যাসের গতিশক্তি কত? ($R = 8.314$ $Jmol^{-1}K^{-1}$) [BB'22]
(a) 3741.3J (b) 374J (c) 37.4J (d) 734J

71. গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের – [BB'22]
(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

72. 1.0 লিটার বায়ুর ক্ষেত্রে- [JB'22]
(i) মোট অণুর সংখ্যা 2.7×10^{22}
(ii) 27°C তাপমাত্রায় গড় গতিশক্তি 6.12×10^{-21} J
(iii) বায়ুর ঘনত্ব 1.43 gm^{-3} হলে 27°C তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগ 461.18 ms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

73. গড় মুক্তপথের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [JB'22]
(a) গড় মুক্তপথ তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক
(b) গড় মুক্তপথ চাপের ব্যস্তানুপাতিক
(c) গড় মুক্তপথ ঘনত্বের সমানুপাতিক
(d) গড় মুক্তপথ অণুর সংখ্যার সমানুপাতিক
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
40°C তাপমাত্রার একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

74. উদ্দীপকটির গ্যাস নিচের কোন সূত্র সমর্থন করে? [CB'22]
(a) গে-লুসাকের সূত্র (b) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র
(c) বয়েল এর সূত্র (d) চার্লস এর সূত্র

75. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [CB'22, BB'17]
(a) 80°C (b) 176.5°C (c) 353°C (d) 626°C

76. 6 স্বাধীনতা মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি হবে– [CB'22; BB'17]
(a) $\frac{1}{2}$ KT (b) KT
(c) 3 KT (d) 6 KT

77. কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80%। শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 10.52 mm পারদ চাপ। বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? [CB'22]
(a) 13.15 mm HgP (b) 17.60 mm HgP
(c) 18.416 mm HgP (d) 76.04 mm HgP

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

62. b	63. c	64. b	65. b	66. b	67. c	68. a	69. a	70. a	71. c	72. a	73. b	74. d	75. c	76. c	77. a

65. $n = \frac{20}{32}$ mol = 0.625 mol
$T = (273 + 37)$ K = 310 K
$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.625 \times 8.314 \times 310}{1.5 \times 101325} = 1.05 \times 10^{-2}$ m^3

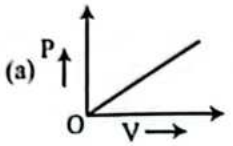
68. $\rho = 0.09$ kgm^{-3}
$c_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 101325}{0.09}} = 1.84$ kms^{-1}

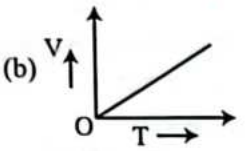
70. গতিশক্তি $= \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times \frac{32}{32} \times 8.314 \times 300$ J = 3741.3J

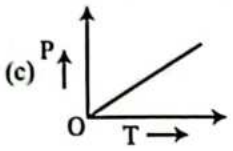
72. $1L = 10^{-3}m^3$
1L এ অণু সংখ্যা $= \frac{6.02 \times 10^{23}}{22.4} = 2.687 \times 10^{22} \approx 2.7 \times 10^{22}$
27° তাপমাত্রায় গড় গতিশক্তি $= E_k = \frac{3}{2}kT$
$= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300$ J
$= 6.21 \times 10^{21}$J $\approx 6.12 \times 10^{-21}$J

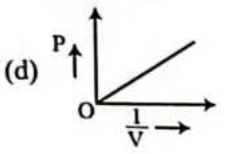
77. $80\% = \frac{f}{F} \times 100\%$
$\Rightarrow F = f \times \frac{100\%}{80\%} = 10.52 \times \frac{100\%}{80\%} = 13.15$mm HgP

78. নিচের কোন লেখচিত্রটি রেনোর চাপীয় সূত্র সমর্থন করে? [CB'22]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

79. CO-এর জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কত? [Din.B'22]
(a) 3 (b) 4 (c) 5 (d) 6

80. মূল গড় বর্গ বেগ C এবং চাপ P এর মধ্যে সম্পর্ক হল – [MB'22; DB'19]
(a) $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ (b) $C = \sqrt{\frac{3\rho}{P}}$ (c) $C = \sqrt{\frac{P}{3\rho}}$ (d) $C = \sqrt{\frac{\rho}{3P}}$

81. কোনো স্থানে আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রার সমান হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান হবে- [MB'22]
(a) 0% (b) 30% (c) 70% (d) 100%

82. কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বুদবুদের ব্যাস তিনগুণ হয়। হ্রদের পানির সর্বত্র তাপমাত্রা ও ঘনত্ব সমান হলে হ্রদের গভীরতা কত? [বায়ুর চাপ = $10^5\ Nm^{-2}$] [MB'22]
(a) 265.3 m (b) 81.63 m (c) 20.4 m (d) 9.33 m

83. দ্বিপরমাণুক গ্যাসের গতিশক্তির পরিমাণ কত? [MB'22]
(a) $\frac{1}{2}$ KT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{7}{2}$ KT (d) $\frac{5}{2}$ KT

84. $\frac{3}{2}$ মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হবে– [DB'21; CB'21]
(a) $3PV = 2RT$ (b) $2PV = \frac{1}{3}RT$
(c) $2PV = 3RT$ (d) $\frac{PV}{RT} = \frac{2}{3}$

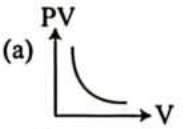
85. STP তে সকল গ্যাসের মোলার আয়তন–[DB'21; CB'21]
(a) 22.4L (b) 22.9L (c) 28.4L (d) 22.8L

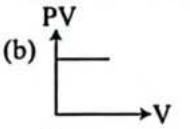
86. সম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [DB'21]
(a) বয়েল এর সূত্র মেনে চলে
(b) চার্লসের সূত্র মেনে চলে
(c) বয়েল এবং চার্লসের সূত্র মানে না
(d) একটি বদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায় না

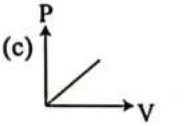
87. পরম তাপমাত্রা স্কেলে চাপের সূত্র হলো– [DB'21; CB'21]
(a) $P \propto T$ (b) $P \propto T^2$ (c) $P \propto \frac{1}{T}$ (d) $P \propto \sqrt{T}$

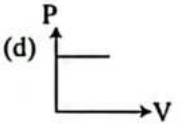
88. চূড়ান্ত তাপমাত্রা আদি তাপমাত্রার কত গুণ হলে কোনো নির্দিষ্ট গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ দ্বিগুণ হবে? [DB'21]
(a) 2 গুণ (b) 3 গুণ (c) 4 গুণ (d) 9 গুণ

89. নিচের কোন লেখচিত্রটি বয়েল এর সূত্রের জন্য প্রযোজ্য? [RB'21,19; DB; JB'19]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

90. পরমশূন্য তাপমাত্রা কোনটি? [RB'21; Ctg.B'19]
(a) 273°C (b) 0°C (c) −273°C (d) −373°C

91. কোনো স্থানের জলীয়বাষ্প চাপ সম্পর্কে বলা যায়– [RB'21]
(i) সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প সর্বাধিক চাপ দেয়
(ii) অসম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প বয়েলের সূত্র মেনে চলে
(iii) বায়ুতে জলীয়বাষ্প কমলে বায়ুর ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

92. অক্সিজেন (O_2) গ্যাসের প্রতি অণুর গড় গতিশক্তি কত? [RB'21; Ctg.B'21]
(a) $\frac{3}{2}$ RT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{5}{2}$ RT (d) $\frac{5}{2}$ KT

93. সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক R-এর একক কোনটি? [Ctg.B'21]
(a) $JK\ mol^{-1}$ (b) $JK^{-1}\ mol$
(c) J mol K (d) $J\ mol^{-1}\ K^{-1}$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

78. c	79. c	80. a	81. d	82. a	83. d	84. c	85. a	86. c	87. a	88. c	89. b	90. c	91. d	92. d	93. d

81. শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = \theta_1$ $[\because \theta_1 = \theta_2]$

82. $n = 3$
গভীরতা, $h = \frac{(n^3-1)P}{\rho g} = \frac{(3^3-1)\times 10^5}{1000\times 9.8} = 265.3$ m

84. $PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{3}{2}RT \therefore 2PV = 3RT$

88. $\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{2c_1}{c_1}\right)^2 \therefore T_2 = 4T_1$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি সিলিন্ডারে 27°C তাপমাত্রায় হিলিয়াম গ্যাস আছে। গ্যাসের দুটি অণুর বেগ যথাক্রমে 9 ms^{-1} ও 10 ms^{-1}।

94. হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি কত? [Ctg.B'21]
(a) 6232.5J (b) 3739.5J
(c) 6.21×10^{-21}J (d) 10.35×10^{-21}J

95. অণুদ্বয়ের গড় বর্গবেগ কত? [Ctg.B'21]
(a) 9.5 ms^{-1} (b) 9.51 ms^{-1}
(c) 90.5 m^2s^{-2} (d) 181 m^2s^{-2}

96. জলীয়বাষ্পের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [SB'21]
(a) জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর কোনো স্থানের আবহাওয়া নির্ভর করে না
(b) কুয়াশা সৃষ্টির জন্য জলীয়বাষ্প দায়ী নয়
(c) জলীয়বাষ্পের ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর ঘনত্বের চেয়ে বেশি
(d) জলীয়বাষ্প শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা হালকা

97. শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব হাইগ্রোমিটারের সাহায্যে আবহাওয়া পূর্বাভাসের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? [SB'21]
(a) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য না থাকলে বাতাস সম্পৃক্ত আছে
(b) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য না থাকলে আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে
(c) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য ধীরে ধীরে কমতে থাকলে ঝড়ের সম্ভাবনা
(d) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য বেশি হলে আবহাওয়া আর্দ্র থাকবে

98. 1 atm চাপে ও 37°C তাপমাত্রায় 32g অক্সিজেনের আয়তন কত? [$R = 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}$] [SB'21]
(a) 0.003 m^3 (b) 0.025 m^3
(c) 0.097 m^3 (d) 0.814 m^3

99. গ্যাস কর্তৃক প্রদত্ত চাপ নির্ভর করে গ্যাসের– [BB'21]
(i) ঘনত্বের উপর (ii) আণবিক ভরের উপর
(iii) প্রকৃতির উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

100. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে– [BB'21]
(a) বাষ্পায়ন ধীর গতিতে পাবে (b) বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে
(c) বাষ্পায়ন দ্রুত গতিতে হবে (d) দিনটি কষ্টদায়ক হবে

101. আয়তন স্থির রেখে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে– [BB'21]
(a) চাপ হ্রাস পাবে (b) চাপ বৃদ্ধি পাবে
(c) চাপ ধ্রুব থাকবে (d) কোনটিই নয়

102. বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কে উপনীত হলে বাষ্পায়ন– [JB'21]
(a) দ্রুত হবে (b) ধীরে ধীরে হবে
(c) হবে না (d) একই থাকবে

103. গ্যাসের চাপীয় সূত্রটিতে নিচের কোনো রাশিটির মান স্থির থাকে? [JB'21]
(a) তাপমাত্রা (b) তাপ (c) চাপ (d) আয়তন

104. আপেক্ষিক আর্দ্রতা প্রকাশ করা হয়– [CB'21]
(i) $R = \frac{F}{f}$ (ii) $R = \frac{f}{F}$ (iii) $R = \frac{f}{F} \times 100\%$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

105. এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ সমান– [CB'21]
(i) $1.013 \times 10^5\ Nm^{-2}$ (ii) 1.013×10^5 Pa
(iii) 760 mm Hg
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

106. বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে– [Din.B'21]
(a) বায়ুর ঘনত্ব কমে (b) বায়ুর ঘনত্ব বাড়ে
(c) জলীয়বাষ্পচাপ বাড়ে (d) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়ে

107. স্থির আয়তনে 0°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের চাপ দ্বিগুণ করলে এর চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে– [Din.B'21]
(a) 27°C (b) 273°C (c) 300°C (d) 546°C

108. বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মেনে চলে- [MB'21]
(a) উচ্চ তাপমাত্রায় (b) কক্ষ তাপমাত্রায়
(c) নিম্ন তাপমাত্রায় (d) 0°C তাপমাত্রায়

109. একটি সিলিন্ডারে আবদ্ধ গ্যাসের তাপমাত্রা 30°C থেকে 100°C এ উন্নীত হলে চাপ কত শতাংশ বৃদ্ধি পাবে? [MB'21]
(a) 19.01 (b) 23.10 (c) 28.02 (d) 70.01

110. কোনো পাত্রে আবদ্ধ গ্যাস অণুগুলোর সর্বাধিক সংখ্যক অণুর বেগকে বলে– [MB'21]
(a) গড়বেগ (b) মূল গড় বর্গবেগ
(c) গড় বর্গবেগ (d) সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ

111. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে কোনটি সঠিক? [DB'19]
(a) অণুগুলোর সংঘর্ষ অস্থিতিস্থাপক
(b) অণুগুলোর স্থিতিশক্তি নেই
(c) অণুগুলোর গতিশক্তি নেই (d) অণুগুলোর ভরবেগ নেই

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

94. c	95. c	96. d	97. a	98. b	99. a	100. c	101. b	102. c
103. d	104. c	105. d	106. b	107. b	108. a	109. b	110. d	111. b

94. $E = \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300$
$= 6.21 \times 10^{-21}$ J

95. $\frac{9^2+10^2}{2} = 90.5\ m^2s^{-2}$

98. $V = \frac{nRT}{P} = \frac{1 \times 8.314 \times 310}{1.013 \times 10^5} = 0.025\ m^3$

107. $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 2T_1 [\because P_2 = 2P_1] \therefore T_2 = 546K = 273°C$

109. $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{303} \times 373 = 1.231\ P_1$
$\therefore$ চাপ বৃদ্ধি পেল $= \frac{(1.231P_1 - P_1)}{P_1} \times 100\% = 23.10\%$

112. আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে দুই থার্মোমিটারের পাত্রের পার্থক্য-
(i) হঠাৎ হ্রাস পেলে ঝড় হতে পারে [RB'19]
(ii) ধীরে ধীরে কমলে বৃষ্টি হতে পারে
(iii) খুব কম হলে আবহাওয়া শুষ্ক হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

113. C.G.S এককে বোল্টজম্যান ধ্রুবকের মান SI এককের মান অপেক্ষা কতগুণ বেশি? [RB'19]
(a) 10^{-7} (b) 10^{7} (c) 10^{-5} (d) 10^{5}

114. 30°C তাপমাত্রায় 7 gm নাইট্রোজেন গ্যাসের মোট গতিশক্তি হিসাব কর। [নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর = 28gm] [Ctg.B'19]
(a) 125.55 J (b) 128.82 J
(c) 133.62 J (d) 944.22 J

115. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে নিচের কোন বিবৃতিটি অসঙ্গতিপূর্ণ? [BB'19]
(a) অণুগুলো নিউটনের সূত্র মেনে চলে
(b) অণুগুলো সবদিকে সমবেগে গতিশীল
(c) অণুগুলো অতি ক্ষুদ্র
(d) অণুগুলো স্থিতিস্থাপক গোলক সদৃশ

116. মেঘমুক্ত দিনে দুপুরের আগেই শিশির তিরোহিত হয় কেন?
(a) দিনের আলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পায় [BB'19; Din.B'19]
(b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায়
(c) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ু অসম্পৃক্ত হয়
(d) বাষ্পায়নের হার হ্রাস পায়

117. আদর্শ গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা- [CB'19]
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

118. সম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে- [Din.B'19]
(i) $\frac{\rho_1}{P_1T_1} = \frac{\rho_2}{P_2T_2}$ (ii) $\frac{\rho}{P}$ = ধ্রুবক, যখন T স্থির থাকে
(iii) এটি বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

119. অসম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে- [DB, Ctg.B, JB, SB'18]
(i) আবদ্ধ বা খোলা যেকোনো স্থানে এটি তৈরি করা যায়
(ii) তাপমাত্রা বাড়িয়ে এটিকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়
(iii) এটি বয়েল এবং চার্লসের সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

120. গ্যাসের গড়মুক্ত পথ ব্যস্তানুপাতিক হবে- [All B'18]
(a) গ্যাসের ঘনত্বের
(b) গ্যাস অণুর আণবিক ব্যাসের
(c) একক আয়তনে অণুর সংখ্যার বর্গের
(d) অণুর অতিক্রান্ত দূরত্বের

121. A
$40gmO_2$
27°C [All B'18]
$R = 8.31\ JK^{-1}mole^{-1}$, O_2 এর আণবিক ভর = 32gm
চিত্রানুযায়ী A পাত্রের গ্যাসের মোট গতিশক্তি-
(a) 33.65×10 J (b) 42.07×10 J
(c) 37.39×10^2J (d) 46.74×10^2J

122. গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে– [DB'17]
(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অণুর বেগ বৃদ্ধি পায়
(ii) অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় অণুগুলোর আয়তন উপেক্ষণীয়
(iii) দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অণুগুলো সমবেগে সরলরেখায় চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের চাপ স্থির রেখে এর আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

123. উদ্দীপকটি নিচের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? [Ctg.B'17]
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লস এর সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

124. এক মোল আদর্শ গ্যাসের একক আয়তনের গড় গতিশক্তি ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক হল– [SB'17]
(a) $P = \frac{2}{3}E$ (b) $P = \frac{3}{2}E$ (c) $P = \frac{2}{3}E^2$ (d) $P = \frac{1}{3}E^2$

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

112. a	113. b	114. d	115. a	116. c	117. b	118. -	119. c	120. a	121. d	122. a	123. b	124. a

113. $K_{CGS} = \frac{R}{N_A} = \frac{8.314\times10^7}{N_A}$ erg molecule^{-1}
$K_{SI} = \frac{8.314}{N_A}$ Jmolecule^{-1} $\therefore \frac{K_{CGS}}{K_{SI}} = 10^7$

114. $E_k = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}\times\frac{7}{28}\times 8.314\times(273+30) = 944.22$J

118. (সঠিক উত্তর নেই); সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মানে না। তাই কোনটিই সঠিক নয়। এই সূত্রগুলো অসম্পৃক্ত বাষ্প মেনে চলে।

119. তাপমাত্রা কমালে অসম্পৃক্ত বাষ্প সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত হতে পারে।

120. $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$, $n = \frac{N}{V} = \frac{N\rho}{m}$ $\therefore \lambda \propto \frac{1}{n} \propto \frac{1}{\rho}$

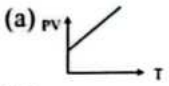
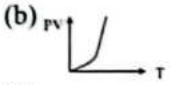
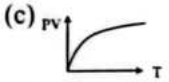
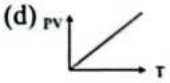
121. $E_k = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}\times\frac{40}{32}\times 8.31\times 300 = 46.74\times10^2$J

123. চাপ স্থির
$\therefore$ চার্লসের সূত্র।

125. S.T.P তে 2 mole আদর্শ গ্যাসের গতিশক্তি কত হবে? $[R = 8.31\ J\ mole^{-1}]$ [SB'17]
(a) 1300 J (b) 2700J
(c) 3403J (d) 6806J

126. শিশির হচ্ছে– [JB'17]
(a) পানির ফোঁটা (b) তাপমাত্রা
(c) তাপ (d) আর্দ্রতা

127. CO_2 গ্যাসের জন্য γ এর মান কত? [CB'17]
(a) 1.66 (b) 1.41 (c) 1.33 (d) 1.2

128. আদর্শ গ্যাসের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? [CB'17]
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

129. $PV = \frac{1}{3}mNc^2$ সমীকরণে c- [CB'17]
(a) গড় বেগ (b) গড় বর্গ বেগ
(c) মূল গড় বর্গবেগ (d) আলোর বেগ

130. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের অণুর জন্য কোন রাশিটি ধ্রুবক? [Din.B'17]
(a) ভর (b) ভরবেগ (c) আয়তন (d) গতিশক্তি

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

125. d	126. a	127. c	128. d	129. c	130. d

125. $E = \frac{3}{2}nRT = \left(\frac{3}{2} \times 2 \times 8.31 \times 273\right) J = 6806\ J$

128. $PV = nRT$; $PV \to y$, $nR \to m$, $T \to x$, $y = mx$, মূল বিন্দুগামী সরলরেখা।

বিভিন্ন কলেজের টেস্ট পরীক্ষার MCQ প্রশ্ন

131. যদি প্রতি ঘন সে.মি. এ অণুর সংখ্যা 1.5×10^{19} ও অণুর ব্যাসার্ধ 2×10^{-8} m হয়, তবে গড় মুক্ত পথ কত? [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]
(a) 9.38×10^{-12} m (b) 8.38×10^{-12} m
(c) 9.38×10^{-11} m (d) 6.38×10^{-12} m

132. হাইগ্রোমিটার যন্ত্রের শুষ্ক ও সিক্ত থার্মোমিটারের পাঠ যথাক্রমে θ_1 ও θ_2। $\theta_1 = \theta_2$ কী নির্দেশ করে? [নটর ডেম কলেজ]
(a) বায়ুতে জলীয় বাষ্প নেই (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম
(c) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি (d) বায়ু জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত

133. কোনটি সঠিক? [ঢাকা রেসিডেনসিয়াল মডেল কলেজ]
(a) $P = \frac{2V}{3E}$ (b) $P = \frac{3}{2}R$ (c) $P = \frac{2}{2}R$ (d) $P = \frac{2E}{3V}$

134. শিশিরাঙ্ক বলতে বোঝায়- [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]
(a) তাপমাত্রা (b) তাপ
(c) আর্দ্রতা (d) আপেক্ষিক আর্দ্রতা

135. নিচের কোনটি উপর বাষ্পায়ন নির্ভর করে না? [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ]
(a) বায়ুর তাপমাত্রা (b) বায়ুর আর্দ্রতা
(c) তরলের তাপমাত্রা (d) তরলের প্রকৃতি

136. কোন তাপমাত্রায় একটি হাইড্রোজেন অণুর r.m.s বেগ, 47°C তাপমাত্রায় একটি অক্সিজেন অণুর r.m.s বেগের সমান হবে? [হলি ক্রস কলেজ]
(a) 80 K (b) −73 K (c) 20 K (d) 3 K

137. বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে- [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]
(i) বায়ুর চাপ বাড়ে (ii) বায়ুর ঘনত্ব কমে
(iii) জলীয় বাষ্পের চাপ বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

138. গ্যাস অণুর C_{rms} এর জন্য কোনটি সঠিক? [আদমজী ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]
(a) $C_{rms} \propto T$ (b) $C_{rms} \propto T^2$
(c) $C_{rms} \propto \frac{1}{T^2}$ (d) $C_{rms} \propto \sqrt{T}$

139. একটি বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাস হিসেবে আচরণ করে- [ঢাকা কলেজ]
(a) উচ্চচাপ ও নিম্ন তাপমাত্রায়
(b) নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়
(c) নিম্নচাপ ও নিম্ন তাপমাত্রায়
(d) উচ্চচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

131. a	132. d	133. d	134. a	135. c	136. c	137. c	138. d	139. b

140. একক স্বাধীনতার মাত্রাসম্পন্ন প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি কোনটি? [বি এ এফ শাহীন কলেজ, কুর্মিটোলা]
(a) $\frac{3}{2}$ KT (b) $\frac{1}{2}$ KT (c) $\frac{2}{3}$ KT (d) $\frac{5}{2}$ KT

141. O_2 এর স্বাধীনতার মাত্রা কত? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) 5 (b) 3 (c) 4 (d) 7

142. পরম আর্দ্রতার একক কী? [মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]
(a) kgm^{-3} (b) gm (c) cm^3 (d) %

143. গ্যাসের চাপ ও বর্গমূল গড় বর্গবেগের মধ্যে সম্পর্ক হলো- [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]
(a) $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ (b) $B = \sqrt{\frac{3\rho}{\rho}}$
(c) $C = \sqrt{\frac{\rho}{3\rho}}$ (d) $C = \sqrt{\frac{\rho}{3\rho}}$

144. নিচের কোনটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া মেনে চলে? [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপীয় সূত্র (d) গ্যাসের গতিতত্ত্ব

145. গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে- [রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]
(i) গ্যাসের সব অণু একই রকম বা সহগ
(ii) গ্যাসের শক্তি বিভব শক্তি
(iii) তাপমাত্রার সাথে অণুর বেগ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

146. কোনটি সঠিক সমীকরণ? [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(a) $C_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{R}}$ (b) $C_{rms} = \sqrt{\frac{3KT}{M}}$
(c) $C_{rms} = \sqrt{\frac{3MT}{R}}$ (d) $C_{rms} = \sqrt{\frac{3\rho}{P}}$

147. গড় বেগ, সূক্ষ্ম গড় বর্গবেগ ও সর্বোচ্চ সম্ভাব্য বেগের অনুপাত- [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]
(a) 1:1.22:2 (b) 1.5:1.2:1:1
(c) 1.22:1.12:1 (d) 1.12:1.22:1

148. ফেনিতে এক ব্যক্তি তার গাড়ির টায়ারের চাপ 1.8×10^5 Pa পেল। সে সময় তাপমাত্রা ছিল 30°C ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 1×10^5 Pa। বান্দরবান যাওয়ার পর তাপমাত্রা পেল 15°C ও বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 6×10^4 Pa। সেখানে টায়ারের চাপ কত হবে? উভয় স্থানে টায়ারের আয়তন সমান বিবেচনা করো। [ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]
(a) 1.06×10^5 Pa (b) 2.06×10^5 Pa
(c) 3.06×10^5 Pa (d) 4.06×10^5 Pa

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

140. b	141. a	142. a	143. a	144. a	145. b	146. b	147. d	148. b

সাজেশনভিত্তিক মডেল টেস্ট: অধ্যায়-১০

পূর্ণমান: ৫০ | MCQ | সময়: ৫০ মিনিট

01. শুষ্ক বায়ু বলতে কী বোঝায়?
(a) শিশিরাঙ্ক 0°C (b) পরম আর্দ্রতা শূন্য
(c) শিশিরাঙ্ক 1°C (d) আপেক্ষিক আর্দ্রতা শূন্য

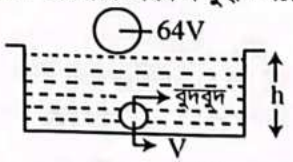
02. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ে কোনটি ব্যবহৃত হয়?
(a) ক্রনোমিটার (b) ম্যাক্রোমিটার
(c) স্ফিগমোম্যানোমিটার (d) হাইগ্রোমিটার

03. নিচের কোন তাপমাত্রায় পৌঁছানোর পূর্বেই যেকোনো গ্যাস তরলে পরিণত হয়?
(a) 100°C (b) 4°C (c) 0°C (d) −273°C

04. 27°C তাপমাত্রায় O_2 অণুর মূল গড় বর্গ বেগের মান কত?
(a) $415.28 ms^{-1}$ (b) $341.8 ms^{-1}$
(c) $465.9 ms^{-1}$ (d) $483.56 ms^{-1}$

05. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য–
(i) $PV = nRT$ (ii) $P_1V_1 = P_2V_2$
(iii) $P_1T_1 = P_2T_2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



তরলের ঘনত্ব = ρ। চিত্রে প্রদর্শিত হ্রদটির সর্বত্র তাপমাত্রা সমান।

06. বুদবুদটি হ্রদের পৃষ্ঠে আসায় এর ব্যাসার্ধ কত গুণ হবে?
(a) $(\sqrt{2})^3$ (b) 8 (c) 4 (d) 2

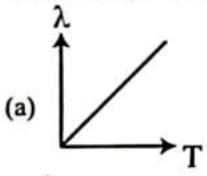
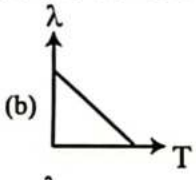
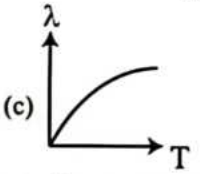
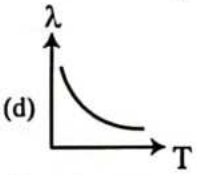
07. তথ্যগুলো লক্ষ্য কর -
(i) হ্রদের তলদেশে চাপ বেশি
(ii) উপরে ও নিচে চাপের পার্থক্য hρg
(iii) বুদবুদটির ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র প্রযোজ্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

08. গ্যাসের প্রতিটি অণুর গতিশক্তি প্রতি মাত্রায় পরিমাণ কত?
(a) $\frac{3}{2}$RT (b) $\frac{1}{2}$KT
(c) $\frac{3}{2}$nKT (d) $\frac{3}{2}$nRT

09. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে R- এর মান কত?
(a) $8.314JK^{-1}mol^{-1}$ (b) $8.314J^{-1}Kmol^{-1}$
(c) $8.314JK^{-1}mol$ (d) $8.314KJ^{-1}mol^{-1}$

10. গ্যাসের পরমশূন্য তাপমাত্রার মান হচ্ছে–
(i) 0°C (ii) 0K (iii) −273°C
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii (b) iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. গ্যাসের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে—
(i) একটি গ্যাসের সকল অণু সদৃশ
(ii) গ্যাসের শক্তি বিভব শক্তি
(iii) তাপমাত্রার সাথে গ্যাস অণুর বেগ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

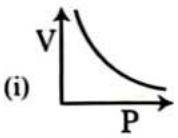
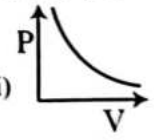
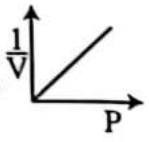
12. গ্যাসের গড়মুক্ত পথ (λ) ও তাপমাত্রার লেখচিত্র কোনটি?
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

13. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব $1.25Kgm^{-3}$ হলে 100°C তাপমাত্রায় নাইট্রোজেনের অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূলের মান কত ms^{-1}?
(a) 465.16 (b) 501.32 (c) 576.38 (d) 847.36

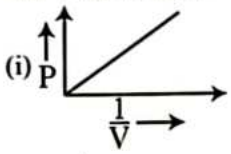
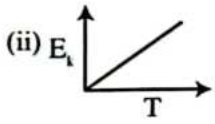
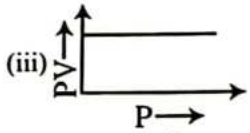
14. স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন বনাম তাপমাত্রা এর লেখচিত্র কিরূপ হবে?
(a) পরাবৃত্ত (b) সরলরেখা (c) উপবৃত্ত (d) অধিবৃত্ত

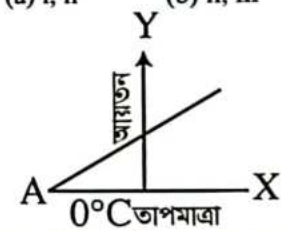
15. স্থির চাপে 27°C তাপমাত্রায় কোনো আদর্শ গ্যাসের আয়তন $2cm^3$ হলে 127°C তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?
(a) 1.5 cm^3 (b) 2 cm^3
(c) 2.67 cm^3 (d) 9.41 cm^3

16. নিচের কোথায় সাধারণত বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে?
(a) টেকনাফ (b) রাজশাহী (c) ময়মনসিংহ (d) তেতুলিয়া

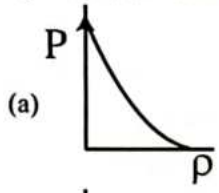
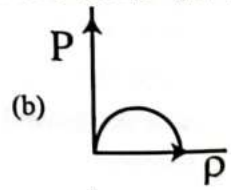
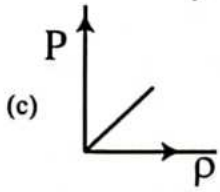
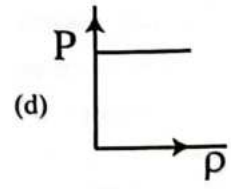
17. P – V লেখচিত্র নিম্নরূপে দেয়া হলো —
(i) 
(ii) 
(iii) 
বয়েলের সূত্র অনুসারে কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

18. 100°C তাপমাত্রায় 20g অক্সিজেন একটি 20cm দৈর্ঘ্যের ঘনককে পূর্ণ করে। এক মোল অক্সিজেনের ভর 32g ঘনকের অভ্যন্তরে অক্সিজেনের চাপ কত?
(a) 7800 kPa (b) 242 kPa
(c) 65 kPa (d) 12 kPa

19. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে–
(i) 
(ii) 
(iii) 
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

20. 
লেখচিত্রে চার্লসের সূত্র প্রয়োগ করলে A বিন্দুর তাপমাত্রা কত হবে?
(a) −273 K (b) 0°C (c) 100°C (d) −273°C

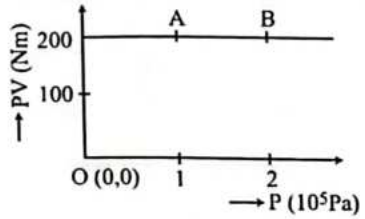
21. দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে $\frac{C_P}{C_V}$ এর মান কত?
(a) 1.33 (b) 1.67 (c) 1.41 (d) 1.8

22. স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক?
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

23. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত হলে শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হবে?
(a) শূন্য (b) 50% (c) 75% (d) 100%

24. গড় বেগের বর্গমূল (c_{rms}), গড়বেগ (c_{av}) এবং সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ (c_m) এর মধ্যে কীরূপ সম্পর্ক দেখা যায়?
(a) $c_{rms} > c_m > c_{av}$ (b) $c_{av} > c_m > c_{rms}$
(c) $c_m > c_{av} > c_{rms}$ (d) $c_{rms} > c_{av} > c_m$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



25. লেখচিত্রটি কোন সূত্রকে সমর্থন করে?
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) আয়তনের সূত্র

26. A এবং B বিন্দুতে গ্যাসের আয়তনের অনুপাত–
(a) 1:1 (b) 1:2 (c) 1:3 (d) 2:1

27. স্থির চাপে কোনো তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূল গড় বর্গবেগ সাধারণ চাপে ও তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের দ্বিগুণ হবে?
(a) 992K (b) 1092K (c) 1192K (d) 1292K

28. পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসীয় অণুগুলোর ক্ষেত্রে–
(i) আয়তন শূন্য হয়
(ii) গতিশক্তি সর্বাধিক হয় (iii) গতিশক্তি লোপ পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. তিনটি গ্যাস অণুর বেগ যথাক্রমে $15ms^{-1}, 30ms^{-1}$ এবং $35ms^{-1}$। এদের মূল গড় বর্গ বেগ হলো–
(a) $28ms^{-1}$ (b) $30.3ms^{-1}$
(c) $30\ ms^{-1}$ (d) $916.7\ ms^{-1}$

30. কোনো একদিন সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ যথাক্রমে 28°C ও 30°C পাওয়া গেল। ঐ দিন শিশিরাঙ্ক 26.7°C হলে বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক কত?
(a) 1.67 (b) 1.66 (c) 1.65 (d) 1.64

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের গড়বর্গের বর্গমূল মান $1930ms^{-1}$ পাওয়া গেল।

31. গ্যাসটির নাম কী?
(a) H_2 (b) F_2 (c) O_2 (d) Cl_2

32. গ্যাসটির শক্তির সমবিভাজন নীতি অনুযায়ী গড় গতিশক্তি কত?
(a) $\frac{1}{2}KT$ (b) $\frac{3}{2}KT$ (c) $\frac{5}{2}KT$ (d) $\frac{7}{2}KT$

33. অক্সিজেন অণুর স্বাধীনতার মাত্রা কত?
(a) 2 (b) 3 (c) 5 (d) 6

34. গ্যাসের অণুগুলো যদি বিন্দু হতো তাহলে গড় মুক্ত পথ হতো-
(a) অণুর ব্যাসের সমান (b) খুব ক্ষুদ্র
(c) শূন্য (d) অসীম

35. শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে থার্মোমিটার দুটির তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ কমে গেলে কোনটি বোঝায়?
(a) বাতাস শুষ্ক (b) বাতাস আর্দ্র
(c) ঝড় হতে পারে (d) বৃষ্টি হতে পারে

36. স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় 1gm অণু গ্যাসের আয়তন কত?
(a) 224 litre (b) 22.4 litre
(c) $22.4m^3$ (d) $224\ cm^3$

37. 760mm পারদ চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন $10^{-4}m^3$। স্থির তাপমাত্রায় কত চাপে এর আয়তন $8 \times 10^{-4}m^3$ হবে?
(a) 95mm পারদ চাপ (b) 88mm পারদ চাপ
(c) 75mm পারদ চাপ (d) 68mm পারদ চাপ

38. গ্যাসের একক আয়তনের চাপ এর গতিশক্তির কত অংশ?
(a) $\frac{3}{2}$ অংশ (b) $\frac{1}{3}$ অংশ (c) $\frac{2}{3}$ অংশ (d) $\frac{1}{2}$ অংশ

39. বয়েলের সূত্র মানে না-
(a) আদর্শ গ্যাস (b) সম্পৃক্ত বাষ্প
(c) অসম্পৃক্ত বাষ্প (d) কোনোটিই নয়

40. যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু, এর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় সেই তাপমাত্রাকে কী বলা হয়?
(a) পরম আর্দ্রতা (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) শিশিরাঙ্ক (d) কোনটিই নয়

41. সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের দুই থার্মোমিটারে তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ বেড়ে গেলে বোঝা যায় ঐ স্থানে-
(i) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেয়েছে
(ii) আপেক্ষিক আর্দ্রতা হ্রাস পেয়েছে
(iii) ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

42. অসম্পৃক্ত বাষ্প মেনে চলে-
(a) চাপের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) বয়েলের সূত্র (d) বয়েল ও চার্লসের সূত্র

43. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ সম্পর্কটি কোনো সূত্রকে সমর্থন করে?
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

44. পরম স্কেলে চাপের সূত্র হলো-
(a) $P \propto T^2$ (b) $P \propto \frac{1}{T}$ (c) $P \propto T$ (d) $P \propto \sqrt{T}$

45. একটি বুদবুদ হ্রদের তলদেশ থেকে উপরিপৃষ্ঠে উঠে আসায় এর আয়তন আটগুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ H মিটার উচ্চতার পানি স্তম্ভের সমান হলে হ্রদের গভীরতা হবে-
(a) H (b) 3 H (c) 5 H (d) 7 H

46. বর্ষার দিন অপেক্ষা শীতকালে ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায় কেন?
(a) বাতাসে জলীয়বাষ্প বেশি থাকে
(b) বাতাসে জলীয়বাষ্প কম থাকে
(c) বাতাসের চাপ বেশি (d) বাতাসের চাপ কম

47. শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের মধ্যে তাপমাত্রার অধিক পার্থক্য নির্দেশ করে-
(a) উচ্চ আপেক্ষিক আর্দ্রতা (b) নিম্ন আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) উচ্চ শিশিরাঙ্ক (d) কোনটিই নয়

48. প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি কত?
(a) $\frac{E}{N_A}$ (b) $\sqrt{\frac{3KT}{m}}$ (c) $\frac{3kT}{m}$ (d) $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$

49. কীভাবে অসম্পৃক্ত বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়?
(a) তাপমাত্রা বাড়িয়ে (b) তাপমাত্রা কমিয়ে
(c) চাপ কমিয়ে (d) চাপ বৃদ্ধি করে

50. 'PV' রাশিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে নির্দেশ করে-
(a) শক্তি (b) ক্ষমতা (c) ভরবেগ (d) জড়তা

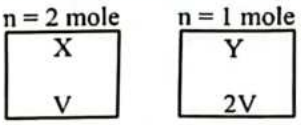
CQ

পূর্ণমান: ৫০ সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

01. একটি সিলিন্ডারে 127°C তাপমাত্রা ও 72cm পারদ চাপে 3gm হিলিয়াম গ্যাস রাখা আছে। একই পরিমাণ হিলিয়াম গ্যাস অপর একটি সিলিন্ডারে STP তে রাখা হল।
(ক) আদর্শ গ্যাস সমীকরণটি লিখ। ১
(খ) গ্যাসের গতিতত্ত্বের স্বীকার্যগুলো লিখ। ২
(গ) প্রথম সিলিন্ডারে গ্যাসের আয়তন হিসাব কর। ৩
(ঘ) সিলিন্ডার দুটিতে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয়পূর্বক তাপমাত্রা তুলনা করে ফলাফল বিশ্লেষণ কর। ৪

02. একজন ছাত্র পরীক্ষাগারে স্থির চাপে প্রমাণ তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ O_2 গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করায় গ্যাসের আয়তন দ্বিগুণ হলো। এতে তার বন্ধু মন্তব্য করল পরীক্ষাধীন গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগও দ্বিগুণ হবে।
(ক) বাস্তব গ্যাস সমীকরণটি লিখ। ১
(খ) কোনো ঘরের মধ্যে পানি ছিটালে আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও শিশিরাঙ্ক বেড়ে যায় কেন? ২
(গ) চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তার বন্ধুর মন্তব্যের যথার্থতা যাচাই কর। ৪

03. আবির একটি গোলাকার বেলুনকে ফুলানোর জন্য হিলিয়াম গ্যাস দ্বারা পূর্ণ $10^{-2}m^3$ আয়তনের এবং $2.8 \times 10^5 Pa$ চাপের একটি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করলো। সিলিন্ডারের চাপ $1.1 \times 10^5 Pa$ কমে গেলে গ্যাসের প্রবাহ বন্ধ করল। বেলুনের সর্বোচ্চ ব্যাস 32 cm এবং সম্পূর্ণ ব্যবস্থা 25°C তাপমাত্রায় স্থির রাখা হলো।
(ক) এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কাকে বলে? ১
(খ) অসম্পৃক্ত বাষ্পের বৈশিষ্ট্য লিখ। ২
(গ) সিলিন্ডার হতে বেলুনে গ্যাসের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বেলুনটি নিরাপদে ফুলানো হয়েছিলো কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

04. 

Y গ্যাসের আণবিক ভর X অপেক্ষা 16 গুণ বেশি
(ক) শিশিরাঙ্ক এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে সম্পর্ক লিখ। ১
(খ) নিম্নচাপে বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে কেন? ২
(গ) 27°C তাপমাত্রায় X গ্যাসটির প্রতি গ্রাম অণুর গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের গ্যাসদ্বয়ের গড় বর্গের বর্গমূল মান সমান নয় - উক্তিটির তাৎপর্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

05. নিচের চিত্রে A ও B দুটি পাত্রের 1 টির মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস ও অপরটিতে অজানা গ্যাস রয়েছে।

পাত্র A	পাত্র B
$P = 42MPa$ $c_{rms} = 1500ms^{-1}$ $V = 10^{-3}m^3$ $n = 2$ mole	$P = 52MPa$ $c_{rms} = 1600ms^{-1}$ $V = 10^{-3}m^3$ $n = 2$ mole

(ক) শিশিরাঙ্ক কী? ১
(খ) পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাস অণুর বেগ শূন্য হয় কেন? ২
(গ) পাত্র B তে রক্ষিত গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কোনো পাত্রে জানা গ্যাসটি আছে বলে তুমি মনে কর। উদ্দীপকের তথ্য হতে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

CamScanner

MCQ উত্তরমালা ও ব্যাখ্যামূলক সমাধান

MCQ

01. b	02. d	03. d	04. d	05. a	06. c	07. d	08. b	09. a	10. c	11. c	12. a	13. c	14. b	15. c
16. a	17. d	18. b	19. d	20. d	21. c	22. c	23. d	24. d	25. a	26. d	27. b	28. b	29. a	30. c
31. a	32. c	33. c	34. d	35. c	36. b	37. a	38. c	39. b	40. c	41. c	42. d	43. b	44. c	45. d
46. b	47. b	48. a	49. b	50. a										

04. $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{32\times10^{-3}}} = 483.56ms^{-1}$

06. আয়তন 64 গুণ হয়েছে;

$V \propto r^3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \Rightarrow \frac{1}{64} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$

$\Rightarrow r_2^3 = 64r_1^3 \Rightarrow r_2 = 4r_1$

12. $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$

$\therefore \lambda \propto \frac{1}{n}$, কিন্তু, $n \propto \frac{1}{T}$

$\therefore \lambda \propto T$

13. $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times373}{28\times10^{-3}}} = 576.38ms^{-1}$

14. $V \propto T$

15. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1\times T_2}{T_1} \Rightarrow V_2 = \frac{2\times400}{300} = 2.67cm^3$

17. $P \propto \frac{1}{V}$

18. $P = \frac{wRT}{MV} = \frac{20\times8.314\times373}{32\times0.2^3} = 242.27kPa$

22. $p = \frac{\rho M}{RT} \Rightarrow p \propto \rho$

27. $c_{rms} \propto \sqrt{T} \Rightarrow \sqrt{\frac{T}{273}} = 2 \Rightarrow T = 1092K$

29. $v_{rms} = \sqrt{\frac{v_1^2+v_2^2+v_3^2}{3}}$

$= \sqrt{\frac{15^2+30^2+35^2}{3}} = 28ms^{-1}$

30. $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$

$\Rightarrow 30° - 26.7° = G(30° - 28°)$

$\Rightarrow G = 1.65$

31. $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = 1930$

$\Rightarrow M = \frac{3\times8.314\times300}{1930^2} = 2\times10^{-3}$

$\therefore$ গ্যাসটি H_2।

37. $P_1V_1 = P_2V_2$

$\Rightarrow P_2 = \frac{760\times10^{-4}}{8\times10^{-4}} = 95mm\ Hg$

38. $P = \frac{2}{3}\frac{E}{V}$ [যেহেতু $V = 1$]

$\therefore P = \frac{2}{3}E$

MCQ

01. (গ). $0.02597\ m^3$
(ঘ). ১ম সিলিন্ডারের গ্যাসের গতিশক্তি বেশি, কেননা এর তাপমাত্রা বেশি এবং শক্তি $\propto$ তাপমাত্রা

02. (গ). 273°C
(ঘ). বন্ধুর মন্তব্যটি যথার্থ

03. (গ). 1.775 gm
(ঘ). বেলুনটি নিরাপদে ফোলানো যায়

04. (গ). 3741.3J
(ঘ). X gas এর c_{rms} বেগ Y gas এর চেয়ে বেশি

05. (গ). 78000 J
(ঘ). জানা গ্যাসটি পাত্র A তে আছে

"আমি যত পরিশ্রম করেছি, ভাগ্য ততই আমার সহায় হয়েছে।"
- Thomas Jefferson

শর্ট সিলেবাস ২০২৫

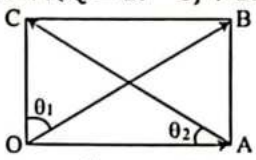
মডেল টেস্ট

পূর্ণমান: ৫০+২৫=৭৫ সময়: ৩ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৫০ [যেকোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও] সময়: ২ : ৩৫ মিনিট

01. পাশের চিত্র অনুসারে OABC একটি আয়তক্ষেত্র। এর OA এবং OB বাহু দ্বারা দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ দ্বারা নির্দেশিত হয়েছে।



(ক) কার্লের সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর –ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপক অনুসারে ΔOAB এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে θ_1 ও θ_2 এর মধ্যে কোনটি বড় তা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে বের কর। ৪

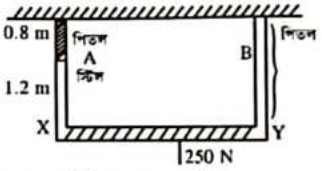
02. নয়ন 25 g ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 1 m দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। পাথর খণ্ডটি প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরছে। পাথরের ঘূর্ণন সংখ্যা একই রেখে সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। সুতা সর্বাধিক 40 N বল সহ্য করতে পারে।
(ক) টর্ক কী? ১
(খ) "জড়তার ভ্রামক 50 kgm^2" বলতে কী বোঝ? ২
(গ) প্রথম ক্ষেত্রে পাথরটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) নয়ন সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে কিনা-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

03. 5 kg ভর ও 30 cm ব্যাসার্ধের একটি চাকা মিনিটে 60 বার ঘুরছে। চাকাটিকে 5 sec এ থামানোর জন্য 0.45 N-m টর্ক প্রয়োগ করা হলো।
(ক) একক ভেক্টর কাকে বলে? ১
(খ) একই ক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) চাকাটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সময়ে চাকাটিকে থামানো যাবে কিনা যাচাই কর। ৪

04. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 20 m ও ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 5 HP এর একটি পাম্প লাগানো হল। অর্ধেক পানি তোলার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতাসম্পন্ন আর একটি পাম্প লাগানো হল।
(ক) দ্বন্দ্ব কী? ১
(খ) ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রথম পাম্প দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় পাম্প দ্বারা পানি তুলতে একই সময় লাগবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

05. একটি মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ ও ভর যথাক্রমে 3.2×10^6m এবং 4×10^{24}kg। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$। একটি ধূমকেতুর আঘাতে মহাজাগতিক বস্তুটি আটটি সমান খণ্ডে বিভক্ত হল।
(ক) কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর। ১
(খ) কোনো বস্তু কীভাবে স্থিতিশক্তি অর্জন করে? ব্যাখ্যা দাও। ২
(গ) মহাজাগতিক বস্তুর পৃষ্ঠে মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) প্রতিটি খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুটির মুক্তিবেগের এক অষ্টমাংশ হবে কিনা যাচাই কর। ৪

06. একটি 250 N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2.5 \times 10^{-7} m^2$, B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 2.5×10^{-4}, A তারের 0.8 m পিতলের, বাকী 1.2 m স্টিলের। স্টিলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11}$Pa
পিতলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $= 1 \times 10^{11}$Pa



(ক) পার্কিং কক্ষপথ কী? ১
(খ) কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ওই গ্রহের ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল কিনা- ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বারের কোন প্রান্ত বেশি নিচু হবে– যাচাই কর। ৪

07. ভূ-পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের দোলনকাল 2 sec এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.81 ms^{-2}। 8.85 km উঁচু পাহাড়ের (A) নিকটবর্তী অপর একটি পাহাড় B-তে নিয়ে সরল দোলককে দোলালে তা এক ঘণ্টায় 1780 টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে।
(ক) কৈশিকতা কাকে বলে? ১
(খ) কাঁচের তৈরি কৈশিক নলের মধ্যে দিয়ে পানির উপরে উঠার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) সরল দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত? ৩
(ঘ) B পাহাড়টির উচ্চতা A পাহাড়ের তুলনায় বেশি উঁচু কিনা- গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

CamScanner

08. 30°C তাপমাত্রায় এবং 2 atm চাপে একটি বেলুনের মধ্যে 24 gm অক্সিজেন গ্যাস আছে। এক মৌল অক্সিজেনের ভর 32 gm, অপরদিকে কোনো একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.5 atm, পানির ঘনত্ব 1050 kgm^{-3} ও গভীরতা 20m এবং অন্য একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.2 atm, পানির ঘনত্ব 1000kgm^{-3} ও গভীরতা 25 m। [1 atm = 1.013×10^5Pa, R = 8.314 $Jmol^{-1}K^{-1}$ এবং g = 9.8 ms^{-2}]

(ক) স্বাধীনতার মাত্রা কী? ১

(খ) মেঘলা রাত অপেক্ষা মেঘহীন রাতে বেশি শিশির জমে কেন? ২

(গ) উদ্দীপকের বেলুনের গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোনো পুকুরের তলদেশে গ্যাস ভর্তি বেলুনের আয়তন কম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ২৫ সময়: ২৫ মিনিট

01. সরল দোলকের সাহায্যে কোনো স্থানে g-এর মান পাওয়া গেল 10 ms^{-2}। ওই স্থানে g-এর প্রকৃত মান 9.81 ms^{-2} হলে, পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?
(a) 19.36% (b) 19% (c) 1.93% (d) 0.193%

02. কোনো গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করার জন্য কোন সমীকরণটি ব্যবহৃত হয়?
(a) $R = \frac{d^2}{6} + \frac{h}{2}$ (b) $R = \frac{d^2}{2} + \frac{h}{6}$
(c) $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$ (d) $R = \frac{d^2}{12} + \frac{h}{2}$

03. $\vec{P} \cdot \vec{Q} = -PQ$ হলে-
(i) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর সমান্তরাল
(ii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর বিপরীতমুখী
(iii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 0°
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. সমকৌণিক বেগে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর গতিশক্তি ও জড়তার ভ্রামকের অনুপাত-
(a) কৌণিক বেগের সমানুপাতিক
(b) কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক
(c) রৈখিক বেগের সমানুপাতিক
(d) রৈখিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক

05. ভূমির সাথে 30° কোণে আনত 5 m দীর্ঘ একটি ঢালু পথে 100 gm ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু যে গতিশক্তি প্রাপ্ত হবে–
(a) 0.49 J (b) 0.848 J (c) 1.225 J (d) 2.45 J

06. কেপলারের ৩য় সূত্রের নাম কোনটি?
(a) কক্ষপথের সূত্র (b) ক্ষেত্রফলের সূত্র
(c) পর্যায়কালের সূত্র (d) হারমোনিক সূত্র

07. অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন ঘটে–
(i) উচ্চতার জন্য (ii) পৃথিবীর কক্ষপথের ঘূর্ণনের জন্য
(iii) পৃথিবীর নিজ অক্ষে ঘূর্ণনের জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

08. কোনো দোলক ঘড়ির পর্যায়কাল গ্রীষ্মকালে 2.002 sec হয়। ঘড়িটি ঘণ্টায় কত সেকেন্ড স্লো হবে?
(a) 2.5s (b) 3.6s (c) 4.5s (d) 6.6s
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
100 cm দীর্ঘ এবং 1×10^{-2} cm^2 প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 1.24×10^{11} Nm^{-2}। একে টেনে 0.2 cm বৃদ্ধি করা হলো।

09. কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে?
(a) 0.114J (b) 0.124J (c) 0.248J (d) 0.288J

10. এক্ষেত্রে –
(i) বিকৃতি= 0.002 (ii) পীড়ন = $2.48 \times 10^8$$Nm^{-2}$
(iii) পীড়ন ∝ বিকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

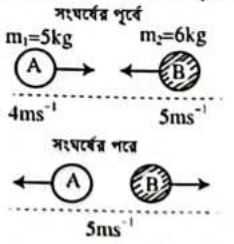
11. সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?
(a) কণার সরণ সাইনের বা কোসাইনের অপেক্ষক
(b) বলের দিক সাম্যবিন্দু অভিমুখী
(c) সাম্যবিন্দুতে গতিশক্তি সবচেয়ে কম
(d) ত্বরণের মান সরণের বিপরীতমুখী
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের চাপ স্থির রেখে এর আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

12. উদ্দীপকটি নিচের কোন সূত্র কে সমর্থন করে?
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লস এর সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

13. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?
(a) −273°C (b) 300°C (c) 313°C (d) 586°C

14. $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ সমীকরণে r- এর মান পরিমাপে যদি 2% ত্রুটি হয়, তবে V নির্ণয়ে ত্রুটি হবে—
(a) 1% (b) 2% (c) 4% (d) 6%

15. 1MeV এর সমতুল্য হল —
(a) 1.6×10^{-22} J (b) 1.6×10^{-19} J
(c) 1.6×10^{-16} J (d) 1.6×10^{-13} J
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



A ও B বস্তুদ্বয় পরস্পরের বিপরীত দিকে একই রেখা বরাবর চলে সংঘর্ষ ঘটায়। সংঘর্ষের পর তারা নিজ নিজ গতিপথের বিপরীত দিকে চলছে।

16. সংঘর্ষের পর B বস্তুর বেগ কত?
(a) $2.50ms^{-1}$ (b) $4.17ms^{-1}$
(c) $5.83ms^{-1}$ (d) $12.50ms^{-1}$

17. উপরোক্ত সংঘর্ষের ক্ষেত্রে –
(i) ভরবেগ সংরক্ষিত হবে (ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত হবে
(iii) সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. স্প্রিং ধ্রুবকের একক কোনটি?
(a) Nm^2 (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-2}

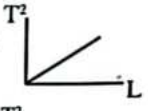
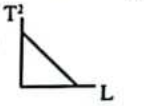
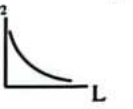
19. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি করলে উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগ–
(i) বাড়তে পারে (ii) কমতে পারে
(iii) অপরিবর্তিত থাকতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. G -এর মাত্রা কোনটি ?
(a) $L^3 T^{-2} M^2$ (b) $L^2 T^{-2} M^{-1}$
(c) $L^3 T^{-2} M^{-2}$ (d) $L^3 T^{-2} M^{-1}$

21. অভিন্ন একক ও মাত্রার জোড়া হচ্ছে-
(i) কাজ ও পৃষ্ঠশক্তি (ii) পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি
(iii) অনুভূমিক পাল্লা ও সরণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. দোলক ঘড়ি-
(i) পাহাড়ের ওপর ধীরে চলে
(ii) বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিলে এটি ধীরে চলে
(iii) গ্রীষ্মকালের চেয়ে শীতকালে দ্রুত চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

23. সরল ছন্দিত কোনো কণার ব্যবকলনীয় সমীকরণ $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0$ হলে, কৌণিক বেগ কত?
(a) $64\ rads^{-1}$ (b) $16\ rads^{-1}$
(c) $8\ rads^{-1}$ (d) $4\ rads^{-1}$

24. সরল দোলকের জন্য L বনাম T^2 লেখচিত্রের প্রকৃতি নিচের কোনটি সঠিক ?
(a) 
(b) 
(c) 
(d) 

25. দুটি গ্যাস A এবং B-এর ঘনত্বের অনুপাত 1 : 2। তাদের চাপ P, তাপমাত্রা T। এক্ষেত্রে তাদের rms বেগের অনুপাত কত?
(a) 1 : 1 (b) 1 : 4 (c) $\sqrt{2}$: 1 (d) 2 : 1

উত্তরপত্র

01. c	02. c	03. a	04. b	05. d	06. c	07. b	08. c	09. c	10. d
11. c	12. b	13. c	14. d	15. d	16. a	17. b	18. c	19. d	20. d
21. c	22. c	23. d	24. b	25. c					

এইচএসসি বোর্ড পরীক্ষা
২০২২, ২০২৩ ও ২০২৪ সালের সকল বোর্ডের
CQ ও MCQ প্রশ্ন একত্রে দেখতে
QR কোডটি স্ক্যান করো

CamScanner

HSC/Alim
মডেল টেস্ট ২০২৫

Step-1 অধ্যায়ভিত্তিক পরীক্ষা | **Step-2** ফাইনাল সল্যুশন ক্লাস | **Step-3** ফাইনাল মডেল টেস্ট

শুরু : টেস্ট পরীক্ষার পর

- CQ + MCQ প্রশ্নব্যাংক ১৩টি
- অধ্যায়ভিত্তিক পরীক্ষা ২৭টি
- ফাইনাল সল্যুশন ক্লাস ১০টি
- ফাইনাল মডেল টেস্ট ১৩টি
- পরীক্ষাভিত্তিক সল্যুশন বুক ৪০টি
- সার্বক্ষণিক Q & A সার্ভিস

বিষয়ভিত্তিক ১৩টি প্রশ্নব্যাংক (CQ+MCQ)



- HSC বিজ্ঞান ১৩ টি, HSC মানবিক/ব্যবসায় শিক্ষা ৫ টি
- আলিম বিজ্ঞান ১৩ টি, আলিম সাধারণ ৫ টি

- OMR মেশিনে MCQ মূল্যায়ন, সৃজনশীল উত্তরপত্রের কেন্দ্রীয় মূল্যায়ন।
- Auto SMS-এ প্রতিটি রেজাল্ট, প্রতিটি পরীক্ষার এনালাইসিস রিপোর্ট।
- দেশব্যাপী সকল শিক্ষার্থীর সম্মিলিত মেধাতালিকা।
- মেধাতালিকায় সেরাদের জন্য উৎসাহমূলক মেধাবৃত্তি।

ভর্তি সংক্রান্ত তথ্য

অফলাইন ব্যাচের সময়সূচি		অনলাইন ব্যাচের সময়সূচি	ফি সংক্রান্ত তথ্য	
ব্যাচ	ছেলে-মেয়ে আলাদা ব্যাচ	পরীক্ষার সময়	HSC/আলিম বিজ্ঞান বিভাগ	HSC মানবিক/ব্যবসায় শিক্ষা ও আলিম সাধারণ
প্রত্যুষ	সকাল ৮:০০ টা	সকাল ৮টা হতে রাত ১০টা পর্যন্ত অনলাইনে পরীক্ষা দেওয়া যাবে।	সকল বিষয় ফি : ১১০০০/-	বাংলা-ইংরেজি-ICT ৫টি প্রশ্নব্যাংক ১৫টি পরীক্ষা ১৫টি সল্যুশন বুক ৩টি ফাইনাল সল্যুশন ক্লাস ফি : ৪০০০/-
জাগরণ	সকাল ১০:০০ টা			
প্রত্যয়	দুপুর ১২:০০ টা		সীমিত সময়ের জন্য ১০০০/- ছাড়!	
একাত্তর	দুপুর ২:৩০ টা			
সংগ্রাম	বিকাল ৪:৩০ টা		প্রিভিয়াস শিক্ষার্থীদের জন্য অতিরিক্ত ১০০০/- ছাড়!	প্রিভিয়াস শিক্ষার্থীদের জন্য ৫০০/- ছাড়!
স্বাধীনতা	সন্ধ্যা ৬:৩০ টা			
ফাইনাল সল্যুশন ক্লাস-এর বিষয় ও সময় অফিস থেকে জানানো হবে।				

ভর্তির নিয়মাবলি

- ১ কপি ছবি জমা দিয়ে নির্ধারিত ভর্তি ফরম পূরণ করতে হবে।
- প্রদেয় ফি এককালীন পরিশোধ করে ID Card ও প্রশ্নব্যাংক সংগ্রহ করতে হবে।
- সপ্তাহে ৭ দিনই অফিসে এসে ভর্তি হওয়া যাবে। অভিভাবকগণও ভর্তি করাতে পারবেন।

বাংলা ও ইংলিশ ভার্সন ব্যাচে ভর্তি চলছে...

09666775566
www.udvash.com

CamScanner

উদ্ভাসিত আলোর মাঝে
দেখো তোমার মুখ;
জীবন মানে সংগ্রাম
আর বিজয় মানে সুখ।

দেশব্যাপী উদ্ভাস-এর
শাখাসমূহের ঠিকানা দেখতে
QR কোডটি স্ক্যান করো

অনলাইনে ভর্তির জন্য ভিজিট করো অথবা ফোন করো

www.udvash.com 09666775566

CamScanner