

# পদার্থবিদ্যা ওয়ার্ক বুক

একাদশ শ্রেণি



প্রস্তুতকরণ

রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ, ত্রিপুরা সরকার ।

© এস সি ই আর টি, ত্রিপুরা কর্তৃক সর্বস্বত্ব সংরক্ষিত।

## একাদশ শ্রেণির পদার্থবিদ্যা ওয়ার্কবুক

প্রথম প্রকাশ- সেপ্টেম্বর, ২০২১

প্রচ্ছদ : অশোক দেব, শিক্ষক

অক্ষর বিন্যাস : এস সি ই আর টি, ত্রিপুরা  
সহযোগিতায় জেলা শিক্ষা আধিকারিকের কার্যালয়,  
উনকোটি জেলা।

মুদ্রক : সত্যযুগ এমপ্লয়িজ কো-অপারেটিভ ইন্ডাস্ট্রিয়াল সোসাইটি লিমিটেড,  
১৩ প্রফুল্ল সরকার স্ট্রিট, কলকাতা-৭২

## প্রবণাঙ্ক

### অধিকর্তা

রাজ্য শিক্ষা গবেষণা ও প্রশিক্ষণ পর্ষদ, ত্রিপুরা।

রতন লাল নাথ  
মন্ত্রী  
শিক্ষা দপ্তর  
ত্রিপুরা সরকার



শিক্ষার প্রকৃত বিকাশের জন্য, শিক্ষাকে যুগোপযোগী করে তোলার জন্য প্রয়োজন শিক্ষাসংক্রান্ত নিরন্তর গবেষণা। প্রয়োজন শিক্ষা সংশ্লিষ্ট সকলকে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে প্রশিক্ষিত করা এবং প্রয়োজনীয় শিখন সামগ্রী, পাঠ্যক্রম ও পাঠ্যপুস্তকের বিকাশ সাধন করা। এস সি ই আর টি ত্রিপুরা রাজ্যের শিক্ষার বিকাশে এসব কাজ সূনামের সঙ্গে করে আসছে। শিক্ষার্থীর মানসিক, বৌদ্ধিক ও সামাজিক বিকাশের জন্য এস সি ই আর টি পাঠ্যক্রমকে আরো বিজ্ঞানসম্মত, নান্দনিক এবং কার্যকর করবার কাজ করে চলেছে। করা হচ্ছে সুনির্দিষ্ট পরিকল্পনার অধীনে।

এই পরিকল্পনার আওতায় পাঠ্যক্রম ও পাঠ্যপুস্তকের পাশাপাশি শিশুদের শিখন সক্ষমতা বৃদ্ধির জন্য তৈরি করা হয়েছে ওয়ার্ক বুক বা অনুশীলন পুস্তক। প্রসঙ্গাত উল্লেখ্য, ছাত্র-ছাত্রীদের সমস্যার সমাধানকে সহজতর করার লক্ষ্যে এবং তাদের শিখনকে আরো সহজ ও সাবলীল করার জন্য রাজ্য সরকার একটি উদ্যোগ গ্রহণ করেছে, যার নাম 'প্রয়াস'। এই প্রকল্পের অধীনে এস সি ই আর টি এবং জেলা শিক্ষা আধিকারিকরা বিশিষ্ট শিক্ষকদের সহায়তা গ্রহণের মাধ্যমে প্রথম থেকে দ্বাদশ শ্রেণির ছাত্র-ছাত্রীদের জন্য ওয়ার্ক বুকগুলো সুচারুভাবে তৈরি করেছেন। ষষ্ঠ থেকে অষ্টম শ্রেণি পর্যন্ত বিজ্ঞান, গণিত, ইংরেজি, বাংলা ও সমাজবিদ্যার ওয়ার্ক বুক তৈরি হয়েছে। নবম দশম শ্রেণির জন্য হয়েছে গণিত, বিজ্ঞান, সমাজবিদ্যা, ইংরেজি ও বাংলা। একাদশ দ্বাদশ শ্রেণির ছাত্র-ছাত্রীদের জন্য ইংরেজি, বাংলা, হিসাবশাস্ত্র, পদার্থবিদ্যা, রসায়নবিদ্যা, অর্থনীতি এবং গণিত ইত্যাদি বিষয়ের জন্য তৈরি হয়েছে ওয়ার্ক বুক। এইসব ওয়ার্ক বুকের সাহায্যে ছাত্র-ছাত্রীরা জ্ঞানমূলক বিভিন্ন কার্য সম্পাদন করতে পারবে এবং তাদের চিন্তা প্রক্রিয়ার যে স্বাভাবিক ছন্দ রয়েছে, তাকে ব্যবহার করে বিভিন্ন সমস্যার সমাধান করতে পারবে। বাংলা ও ইংরেজি উভয় ভাষায় লিখিত এইসব অনুশীলন পুস্তক ছাত্র-ছাত্রীদের মধ্যে বিনামূল্যে বিতরণ করা হবে।

এই উদ্যোগে সকল শিক্ষার্থী অতিশয় উপকৃত হবে। আমার বিশ্বাস, আমাদের সকলের সক্রিয় এবং নিরলস অংশগ্রহণের মাধ্যমে ত্রিপুরার শিক্ষাজগতে একটি নতুন দিগন্তের উন্মেষ ঘটবে। ব্যক্তিগত ভাবে আমি চাই যথাযথ জ্ঞানের সঙ্গে সঙ্গে শিক্ষার্থীর সামগ্রিক বিকাশ ঘটুক এবং তার আলো রাজ্যের প্রতিটি কোণে ছড়িয়ে পড়ুক।

(রতন লাল নাথ)

## পুস্তকটি যারা তৈরি করেছেন

শ্রী অলকেশ দাস, শিক্ষক

শ্রী দিবাকর দেব পুরকায়স্থ, শিক্ষক

শ্রী দীপঙ্কর দত্ত, শিক্ষক

## পরিমার্জনায়

শ্রী স্বপন মজুমদার, শিক্ষক

শ্রীমতী নবনীতা চক্রবর্তী, শিক্ষিকা

শ্রী জয়দেব দেবনাথ, শিক্ষক

শ্রী অমল চন্দ্র নাথ, শিক্ষক

শ্রী শীর্ষেন্দু চৌধুরী, শিক্ষক

## সূচিপত্র

	পৃষ্ঠা
অধ্যায়-1 : প্রাকৃতিক জগৎ	3
অধ্যায়-2 : একক ও পরিমাপ	8
অধ্যায়-3 : একমাত্রিক গতি	16
অধ্যায়-4 : সমতলীয় গতি	27
অধ্যায়-5 : গতিসূত্র	39
অধ্যায়-6 : কার্য, শক্তি ও ক্ষমতা	50
অধ্যায়-7 : কণাগোষ্ঠী ও দৃঢ় বস্তুর গতি	57
অধ্যায়-8 : মহাকর্ষ	67
অধ্যায়-9 : কঠিন পদার্থের যান্ত্রিক ধর্মাবলি	77
অধ্যায়-10 : প্রবাহীর যান্ত্রিক ধর্মাবলি	84
অধ্যায়-11 : পদার্থের তাপীয় ধর্মাবলি	94
অধ্যায়-12 : তাপগতি বিদ্যা	106
অধ্যায়-13 : গ্যাসের গতির তত্ত্ব	116
অধ্যায়-14 : কম্পণ	125
অধ্যায়-15 : তরঙ্গ	137



## প্রথম অধ্যায়

### প্রাকৃতিক জগৎ

মুখ্য শিখন সূচি :-

- ☞ পদার্থ বিজ্ঞানে প্রকৃতির মৌলিক সূত্রাবলি এবং তাদের বিভিন্ন ঘটনার প্রকাশ নিয়ে আলোচনা হয়।
- ☞ পদার্থ বিজ্ঞানের মৌলিক সূত্রগুলি সর্বজনীন এবং এদের বিভিন্ন প্রসঙ্গ ও অবস্থায় বিস্তৃতভাবে প্রয়োগ করা হয়।
- ☞ পদার্থ বিজ্ঞানের সুযোগ বিস্তৃত, প্রাকৃতিক রাশির বিশাল পরিমাণের অঞ্চল জুড়ে এর ব্যাপ্তি।
- ☞ পদার্থ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিবিদ্যা পরস্পর সম্পর্কযুক্ত। কখনো কখনো প্রযুক্তিবিদ্যা পদার্থ বিজ্ঞানের জন্ম দেয়, আবার কখনো পদার্থ বিজ্ঞান থেকে প্রযুক্তির সৃষ্টি হয়। উভয়েরই সমাজে প্রত্যক্ষ প্রভাব রয়েছে।
- ☞ প্রকৃতির চারটি মৌলিক বলই আণুবীক্ষণিক ও দৃশ্যমান পৃথিবীর যাবতীয় ঘটনাবলিকে নিয়ন্ত্রণ করে।

এই বলগুলি হল—

- (a) মহাকর্ষীয় বল
- (b) তড়িৎ চুম্বকীয় বল
- (c) শক্তিশালী নিউক্লিয় বল
- (d) দুর্বল নিউক্লিয় বল

- ☞ এই চারটি বলকে বা ক্ষেত্রকে একত্রীকরণ করাই হল পদার্থ বিজ্ঞানের মূল লক্ষ্য।  
যে প্রাকৃতিক রাশিগুলি কোনো প্রক্রিয়ায় অপরিবর্তিত থাকে সেইগুলোকে সংরক্ষিত রাশি বলা হয়।
- ☞ প্রকৃতির কিছু সাধারণ সংরক্ষণ সূত্রাবলি হল-

- (a) ভরের সংরক্ষণ সূত্র
- (b) শক্তির সংরক্ষণ সূত্র
- (c) রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র
- (d) কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র
- (e) আধানের সংরক্ষণ সূত্র

(f) সমতার সংরক্ষণ সূত্র। ইত্যাদি

- ☞ কিছু সংরক্ষণ সূত্র আবার কোনো একটি মৌলিক বলের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলেও, অপর মৌলিক বলের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নাও হতে পারে।
- ☞ প্রকৃতির সাম্যতার সঙ্গে সংরক্ষণ সূত্রগুলোর গভীর সম্পর্ক বর্তমান। দেশ ও কালের সাম্যতা এবং অন্য সাম্যতাগুলোও মৌলিক বল সমূহের আধুনিক তত্ত্বে প্রধান ভূমিকা পালন করে।

#### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন করো :

(মান-১)

1. কোন্ পদার্থ বিজ্ঞানী মহাকর্ষীয় সূত্র আবিষ্কার করেন-

- (a) নিউটন      (b) ফ্যারাডে      (c) চ্যাডউইক      (d) কুরী

উত্তর :-.....

2. প্রকৃতিতে কত ধরণের বল রয়েছে -

- (a) 2      (b) 3      (c) 4      (d) 5

উত্তর :-.....

3. PHYSICA শব্দটি প্রথম ব্যবহার করেন -

- (a) অ্যারিস্টটল      (b) মিলিকান      (c) ডিরাক      (d) পাউলি

উত্তর :-.....

4) পদার্থবিদ্যা হল -

- (a) পরীক্ষা সংক্রান্ত বিজ্ঞান      (b) পরিমাণগত বিজ্ঞান  
(c) একটি প্রধান মৌলিক বিজ্ঞান      (d) উপরের সবকটি

উত্তর :-.....

5. আপেক্ষিকতার তত্ত্বের প্রবক্তা হলেন -

- (a) নিউটন      (b) বোর      (c) আইনস্টাইন      (d) কেউ না

উত্তর :-.....



6. সনাতন পদার্থবিদ্যা প্রয়োগ করা হয় -  
 (a) আণুবীক্ষণিক জগতে (b) দৃশ্যমান জগতে  
 (c) আণুবীক্ষণিক ও দৃশ্যমান জগত উভয় ক্ষেত্রে (d) কোনো কিছু বলা যায় না  
 উত্তর :-.....
7. ইলেকট্রন আবিষ্কার করেন -  
 (a) আইনস্টাইন (b) ফ্যারাডে (c) বোর (d) জে. জে. টমসন  
 উত্তর :-.....
8. কলনবিদ্যার ধারণা দেন -  
 (a) আইনস্টাইন (b) নিউটন (c) বোর (d) জে. জে. টমসন  
 উত্তর :-.....
9. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের সূত্রাবলি আবিষ্কার করেন -  
 (a) ফ্যারাডে (b) কুরী (c) ফার্মি (d) বোর  
 উত্তর :-.....
10. বিজ্ঞানের একটি বিশেষ কণার অস্তিত্ব রয়েছে যা অন্য সব কণাকে ভর জোগায়। সেটি হল -  
 (a) ইলেকট্রন (b) গ্র্যাভিটন (c) হিগ্‌স-বোসন (d) নিউট্রন  
 উত্তর :-.....

বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন : (একটি বা দুটি শব্দে উত্তর দাও)

(মান-১)

1. পদার্থ বিজ্ঞান কী?  
 উত্তর :-.....
2. বৈজ্ঞানিক সূত্র কী?  
 উত্তর :-.....
3. তত্ত্ব বলতে বিজ্ঞানে কী বোঝায়?  
 উত্তর :-.....

4. মডেল বলতে কী বুঝ?

উত্তর :-.....

5. বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি বলতে কী বুঝ?

উত্তর :-.....

6. সনাতন পদার্থবিদ্যা কাকে বলে?

উত্তর :-.....

7. আধুনিক পদার্থবিদ্যা কাকে বলে?

উত্তর :-.....

8. পদার্থ বিজ্ঞানের প্রধান পাঁচটি শাখা কী?

উত্তর :-.....

9. বিজ্ঞান ও প্রযুক্তির মধ্যে পার্থক্য কোথায়?

উত্তর :-.....

10. সংরক্ষণ সূত্রাবলি বলতে কী বুঝ?

উত্তর :-.....

### বিজ্ঞান-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১:

(মান-১)

1. পদার্থ বিজ্ঞানের আলোচনায় গণিতের গুরুত্ব কী?

উত্তর :-.....

2. সনাতন পদার্থ বিদ্যার ত্রুটি কী?

উত্তর :-.....

3. প্রকৃতির মৌলিক বলগুলো ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

.....

4. পদার্থ বিজ্ঞানকে কেন পরিমাপের বিজ্ঞান বলা হয়?

উত্তর :-.....

.....

5. পদার্থবিদ্যা ও রসায়নের মধ্যে সম্পর্ক আলোচনা করো।

উত্তর :-.....

.....

6. পদার্থবিদ্যা ও জীববিদ্যার মধ্যে সম্পর্ক আলোচনা করো।

উত্তর :-.....

.....

7. পদার্থবিদ্যা কিভাবে সমাজের সাথে সম্পর্কযুক্ত— ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

.....

-ঃ উত্তর সংকেত :-

বিভাগ-ক :

1. (a)

2.(c)

3.(a)

4.(d)

5.(c)

6.(b)

7.(d)

8.(b)

9.(a)

10.(c)

## দ্বিতীয় অধ্যায়

### একক ও পরিমাপ

মুখ্য শিখন সূচি :-

- ☞ মূল রাশিগুলির উপর কোনো ভৌতরাশির নির্ভরতা যে রাশিমালা দ্বারা প্রকাশ করা হয়, তাকে উক্ত ভৌত রাশির মাত্রা বলে।
- ☞ একক : (i) প্রাথমিক একক বা মূল একক।  
ii) লব্ধ একক।
- ☞ একক পদ্ধতি : (i) C.G.S (সেমি, গ্রাম এবং সে)  
ii) F.P.S. (ফুট, পাউন্ড এবং সে)  
iii) M.K.S (মি, কেজি এবং সে)  
iv) S.I (মি, কেজি, সে, অ্যাম্পিয়ার, কেলভিন, মোল, ক্যাভেন্ডে)
- ☞ কোনো ভৌতরাশির মাত্রা 1 হলে তাকে মাত্রাহীন ভৌতরাশি বলে।
- ☞ কোনো ভৌতরাশি মাত্রাহীন হলেও তার একক থাকতে পারে।
- ☞ ভার্নিয়ার এবং স্কু গেজের সাহায্যে পরিমাপযোগ্য ক্ষুদ্রতম দৈর্ঘ্যই হল যথাক্রমে ভার্নিয়ার স্থিরাজ্জ ও লঘিস্ট ধুবক।
- ☞ কোনো পাঠ বা ভৌতরাশির মান যে অঙ্কগুলি দিয়ে গঠিত সেগুলোর শেষ অঙ্কটি বাদ দিয়ে বাকি অঙ্কগুলো যদি নিশ্চিতভাবে নির্ণয় করা সম্ভব হয় তবে ওই পাঠটি বা মানটি যত সংখ্যক অঙ্ক দিয়ে গঠিত সেটিকে তার তাৎপর্যপূর্ণ অঙ্ক সংখ্যা বলে।
- ☞ সমমাত্রিক নীতি :-  
কোনো সঠিক সম্পর্ক বা সমীকরণের দুটি দিকের মাত্রা সবসময় অভিন্ন হবে।
- ☞ কোনো ভার্নিয়ার স্কেলের স্থিরাজ্জ =  $c$   
মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম ঘরের দৈর্ঘ্য =  $m$   
মূল স্কেলের পাঠ =  $a$

ভার্নিয়ার স্কেলের  $y$  ঘরের দৈর্ঘ্য = মূল স্কেলের  $x$  ঘরের দৈর্ঘ্য

ওই ভার্নিয়ার দ্বারা পরিমাপ করা কোনো দন্ডের দৈর্ঘ্য =  $l$  ভার্নিয়ার স্কেলের পাঠ =  $b$

$$(i) c = \frac{y-x}{y} \times m$$

$$(ii) l = a + bc$$

☞ কোনো স্ক্রু গেজের লম্বিত পাঠ =  $c$

চক্রাকার স্কেলের মোট ঘর সংখ্যা =  $y$

রৈখিক স্কেলের পাঠ =  $a$

স্ক্রু পিচ =  $x$

ওই স্ক্রু গেজ দ্বারা পরিমাপ করা কোনো পাতের বেধ =  $d$

চক্রাকার স্কেলের পাঠ =  $b$

$$(i) c = \frac{x}{y}$$

$$(ii) d = a + bc$$

☞ একই পদ্ধতিতে  $n$  বার পরিমাপ করে কোনো ভৌতরাশির পাওয়া মানগুলি  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  হলে ওই রাশির গড় মান বা সঠিক মান,

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

☞ কোনো ভৌতরাশির সঠিক মানে ত্রুটির পরিমাণ =  $\epsilon$  হলে ওই রাশির চূড়ান্ত মান,

$$x = \bar{x} \pm \epsilon$$

$$\text{যেখানে, } \epsilon = \frac{|x_1 - \bar{x}| + |x_2 - \bar{x}| + |x_3 - \bar{x}| + \dots + |x_n - \bar{x}|}{n}$$

☞ ভগ্নাংশ ত্রুটি বা আপেক্ষিক ত্রুটি =  $\frac{\epsilon}{x}$

☞ শতকরা ত্রুটি =  $\left(\frac{\epsilon}{x} \times 100\right)\%$

বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন :

সঠিক উত্তর নির্বাচন করো :

(মান-১)

1. স্টেরেডিয়ান (Steradian) কোন্ ভৌতরাশির একক?

- (a) কোণ (b) ঘনকোণ (c) বৃত্তচাপ (d) পরিধি

উত্তর .....

2. নিম্নে প্রদত্ত মাত্রাগুলির মধ্যে বিভিন্ন প্রভেদের মাত্রা কোন্টি?

- (a)  $ML^2T^{-3}A^{-1}$  (b)  $MLT^{-3}A^{-1}$  (c)  $ML^3T^{-3}A$  (d)  $ML^2T^{-3}A^{-2}$

উত্তর .....

3.  $(3.10+4.60) \times 10^7$  সংখ্যাটির তাৎপর্যপূর্ণ অংক সংখ্যা কত?

- (a) 5 (b) 3 (c) 4 (d) 7

উত্তর .....

4. যদি বল (F), দৈর্ঘ্য (L) এবং সময় (T) মৌলিক রাশি হয়, তাহলে ভরের মাত্রা নির্ণয় করো।

- (a)  $[FL^{-1}T^2]$  (b)  $[FL^{-1}T^{-1}]$  (c)  $[FLT^{-2}]$  (d)  $[F^{-1}L^{-1}T^2]$

উত্তর .....

5. নীচে দেওয়া ভৌতরাশির জোড়াগুলির মধ্যে কোন্ জোড়াটির ভৌতরাশিদের মাত্রা পৃথক?

- (a) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক এবং কৌণিক ভরবেগ (b) বলের ঘাত এবং রৈখিক ভরবেগ  
(c) জড়তা ভ্রামক ও বলের ভ্রামক (d) শক্তি ও টর্ক

উত্তর .....

6. কোনো গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে ত্রুটি 2% হলে, গোলকের আয়তন নির্ণয়ে ত্রুটি হবে -

- (a) 4% (b) 6% (c) 8% (d) 2%

উত্তর .....

7. কোনো স্লাইড ক্যালিপারে ভার্নিয়েরের (m+1) সংখ্যক ঘর মূল স্কেলের m সংখ্যক ক্ষুদ্রতম ঘরের সমান। যদি মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম ঘরের মান d একক হয় তাহলে ভার্নিয়ের স্থিরাক্ষের মান হবে -

(a)  $d/(m+1)$  একক    (b)  $\frac{d}{m}$  একক    (c)  $md/(m+1)$  একক    (d)  $(m+1)d/m$  একক

উত্তর .....

8. একটি গ্যাসের অবস্থার সমীকরণ হল  $\left(p + \frac{a}{V^2}\right)(v - b) = RT$ , যেখানে P,V,T যথাক্রমে চাপ, আয়তন এবং উষ্ণতা এবং a, b ধ্রুবক এবং মোলার গ্যাস R ধ্রুবক। a এবং b এর মাত্রা যথাক্রমে -

(a)  $[ML^8T^{-2}]$  এবং  $[L^{3/2}]$                       (b)  $[ML^5T^{-2}]$  এবং  $[L^3]$   
(c)  $[ML^5T^{-2}]$  এবং  $[L^6]$                       (d)  $[ML^6T^{-2}]$  এবং  $[L^{3/2}]$

উত্তর .....

9. একটি স্কু গেজের চক্রাকার স্কেলের মোট ঘর সংখ্যা 50 এবং স্কু পিচ 0.1cm। একই স্কু গেজের সাহায্যে একটি পাতের বেধ মেপে মূল স্কেল ও চক্রাকার স্কেলের পাঠ পাওয়া গেল যথাক্রমে 0.2cm ও 35। পাতটির বেধ নির্ণয় করো।
- (a) 0.23    (b) 0.26    (c) 0.27    (d) 0.72

উত্তর .....

10. একটি সরল দোলকের দোলনকাল T, পিণ্ডের ভর m, দৈর্ঘ্য l এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর সম্পর্কটি হল  $T = km^x l^y g^z$  যেখানে-

(a)  $x = 0, y = -\frac{1}{2}, z = \frac{1}{2}$                       (b)  $x = 1, y = \frac{1}{2}, z = \frac{1}{2}$   
(c)  $x = 1, y = -\frac{1}{2}, z = \frac{1}{2}$                       (d)  $x = 0, y = \frac{1}{2}, z = -\frac{1}{2}$

উত্তর .....

বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(মান-১)

1. আন্তর্জাতিক একক পদ্ধতিতে প্রাথমিক একক কয়টি ?

উত্তর .....

2. মাত্রাহীন ভৌতরাশির মাত্রা কত ?

উত্তর .....

3. অ্যাভোগাড্রো সংখ্যায় ( $6.023 \times 10^{23}$ ) কয়টি সার্থক অঙ্ক রয়েছে ?

উত্তর .....

4. সিসার আপেক্ষিক ঘনত্ব 11.3 হলে SI এককে এর মান কত ?

উত্তর .....

5.  $x=at+bt^2+ct^3$  সমীকরণে  $x$  এর একক মিটার এবং  $t$  এর একক সেকেন্ড হলে,  $b$  ও  $c$  এর মাত্রা কী হবে ?

উত্তর .....

বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন -১ :

(মান-২)

1. অ্যাংস্ট্রম ( $\text{\AA}$ ) এবং অ্যাস্ট্রোনমিক্যাল এককের মধ্যে পার্থক্য কী ?

উত্তর .....

2. কোণ পরিমাপের ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য পরিমাপের প্রয়োজন হয় কী ? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর .....



3.  $p = \frac{a-1^2}{bx}$  সমীকরণটিতে  $\left(\frac{a}{b}\right)$  এর মাত্রা কী হবে? এখানে p চাপ, x দূরত্ব এবং t সময়।

উত্তর .....

4.  $W = \frac{1}{2} Kx^2$  সমীকরণটিতে k এর মাত্রা নির্ণয় করো। এখানে W হল স্প্রিং এর স্থিতিশক্তি এবং x হল স্প্রিং এর প্রসারণ।

উত্তর .....

5. একটি পরমাণুর ব্যাসার্ধ পরিমাপ করা হয় 1 অ্যাংস্ট্রমের ( $A^0$ ) মাপে এবং একটি নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ পরিমাপ করা হয় 1 ফার্মি ( $f$ ) এর মাপে। তাহলে একটি পরমাণুর আয়তন একটি নিউক্লিয়াসের আয়তনের কত গুণ?

উত্তর .....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-২ :

(মান-৩)

1. মাত্রাগতভাবে দেখাও যে নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি নির্ভুল-

(i)  $V = u + at$

(ii)  $S = ut + \frac{1}{2} at^2$

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

(iv)  $S_{n^{\text{th}}} = u + \frac{1}{2} a(2n-1)$

(চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত)

উত্তর .....

2. নিউটন এককে প্রকাশিত কোনো মান কে dyne এককে পরিবর্তিত করার বৃপাস্তর গুণক নির্ণয় করো।

উত্তর .....

3. একটি ছাত্র 100 বিবর্ধন সম্পন্ন একটি অনুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে একটি চুলের বেধ পরিমাপ করছে। সে অনুবীক্ষণ যন্ত্রের দৃষ্টিক্ষেত্রের মধ্যে 20 বার পর্যবেক্ষণ করে দেখলো যে, চুলটির বেধ 3.5mm। চুলটির সঠিক বেধ কত?

উত্তর .....

4. কোনো বস্তুর মুক্তিদ্রুতি (v), ওই বস্তুর ব্যাসার্ধ (r) এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর ওপর নির্ভরশীল। মাত্রা বিশ্লেষণের সাহায্যে ওই ভৌতরাশিগুলির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো।

উত্তর .....

5. একটি ভৌতরাশি p চারটি পর্যবেক্ষণীয় রাশি a, b, c ও d,  $P = \frac{a^3 b^2}{\sqrt{c.d}}$  সমীকরণটি দ্বারা সম্পর্কযুক্ত। রাশি চারটি পরিমাপের ক্ষেত্রে ত্রুটি যথাক্রমে 1%, 3%, 4%, 2%। p রাশিটির শতকরা ত্রুটি নির্ণয় করো। সমীকরণটি ব্যবহার করে যদি p এর গণনা লব্ধ মান 3.763 পাওয়া যায়, তবে ওই মান সীমিত অঙ্ক সংখ্যার দ্বারা লিখলে কত লেখা উচিত?

উত্তর .....

## উত্তর সংকেত

### বিভাগ-ক

1. B    2. A    3. B    4. A    5. C    6. B    7. A    8. A    9. C    10. D

### বিভাগ-খ

1. 7    2. 1    3. 4    4.  $1.13 \times 10^4 \text{kg m}^{-3}$     5.  $[\text{LT}^{-1}]$ ,  $[\text{LT}^{-2}]$

### বিভাগ-গ

1. See SCERT Text Book    2. See SCERT Text Book  
3.  $[\text{ML}^0\text{T}^{-2}]$     4.  $[\text{ML}^0\text{T}^{-2}]$     5.  $10^{15}$

### বিভাগ-ঘ

1. See SCERT Text Book    2. 105    3. 0.035  
4.  $v = k\sqrt{gR}$     5.  $\pm 13\%$ , 3.8

## তৃতীয় অধ্যায়

### একমাত্রিক গতি

মুখ্য শিখন সূচি

☞ দ্রুতি,  $v=l/t$ , যেখানে,  $l=t$  সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব।

☞ গড় দ্রুতি  $\frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{মোট ব্যয়িত সময়}}$

$$\text{বা, } V = \frac{l_1 + l_2 + l_3 \dots + l_n}{t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_n}$$

☞ তাৎক্ষণিক দ্রুতি,  $v_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta l}{\Delta t} = \frac{dl}{dt}$

☞ বেগ,  $v = \frac{s}{t}$ , যেখানে  $S = t$  সময়ে সরণ

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

$$\text{বা, } \langle V \rangle = \frac{S_1 + S_2 + S_3 \dots + S_n}{t_1 + t_2 + t_3 \dots + t_n}$$

☞ তাৎক্ষণিক বেগ,  $v_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{ds}{dt}$

কোনো কণার গতির ক্ষেত্রে ব্যবহৃত সংকেত সমূহ

প্রাথমিক বেগ =  $u$ ,  $t$  সময় পরে চূড়ান্ত বা অন্তিম বেগ =  $v$ , ত্বরণ =  $a$ ,  $t$  সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $s$

$n$ -তম সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $S_n$

$t$  সময়ে সর্বোচ্চ উচ্চতা =  $h$

অভিকর্ষজন ত্বরণ =  $g$

☞ ত্বরণ বা গড় ত্বরণ =  $\frac{\text{অন্তিম বেগ-প্রাথমিক বেগ}}{\text{সময়}}$

=  $\frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}}$

বা,  $\langle - \rangle = \frac{v-u}{t}$

☞ তাৎক্ষণিক ত্বরণ,  $a_i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$

☞ 'a' সমত্বরণে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে

(i)  $v = u + at$

(ii)  $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

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

(iv)  $S_n \text{ তম} = u + \frac{1}{2}a(2n-1)$

☞ পৃথিবীর ক্ষেত্রে উল্লম্ব গতির সমীকরণ সমূহ :

এখানে নিম্নমুখী গতিকে ধনাত্মক এবং উর্ধ্বমুখী গতিকে ঋণাত্মক ধরা হয়েছে।

(i)  $v = u \pm gt$

(ii)  $h = ut \pm \frac{1}{2}gt^2$

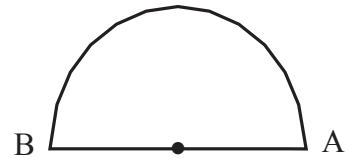
(iii)  $v^2 = u^2 \pm 2gh$

### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন কর :

(মান ১)

1. 1.0 m ব্যাসার্ধের একটি অর্ধবৃত্তাকার পথে একটি বস্তুর গতি 1.0s এ A থেকে B পর্যন্ত যায় যা চিত্রে দেখানো হয়েছে। কণাটির গড় বেগের মান হল —



(a) 3.14 m/s

(b) 2.0 m/s

(c) 1.0 m/s

(d) শূন্য

উত্তর :- .....

2. 36 km/h দ্রুতিতে ধাবমান কোনো গাড়ি IS সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা হল—  
 (a) 18 m (b) 5 m (c) 10 m (d) 1 m

উত্তর :- .....

3. এক ব্যক্তি একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব যাবে। সে ঐ দূরত্বের অর্ধাংশ 30 m/s দ্রুতিতে এবং অবশিষ্ট অর্ধাংশ 40 m/s দ্রুতিতে গেলে তার গড় দ্রুতি হবে —  
 (a) 35 m/s (b) 60 m/s (c) 34.3 m/s (d) 50 m/s

উত্তর :- .....

4. একটি বস্তুকণার সরণের সমীকরণ হল  $y = a + bt + ct^2 - dt^4$ । কণাটির প্রাথমিক বেগ ও ত্বরণ হবে যথাক্রমে —  
 (a) b, - 4d (b) b, 2c (c) -b, - 2c (d) 2c, - 4d

উত্তর :- .....

5. একটি কণা স্থির অবস্থা (t= 0) থেকে যাত্রা শুরু করে, কণাটির সরণের রাশিমালাটি হল  $S = 6t - t^2$ । কত সেকেন্ড পরে কণাটির বেগ আবার শূন্য হবে?  
 (a) 2 (b) 4 (c) 6 (d) 3

উত্তর :- .....

6. অভিকর্ষীয় তলে স্থির অবস্থা থেকে মুক্তভাবে পতনকালে একটি বস্তু h দূরত্ব অতিক্রম করার পর v গতিবেগ লাভ করে। বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করলে গতিবেগ 2v হবে?  
 (a) 4h (b) 6h (c) 8h (d) 10h

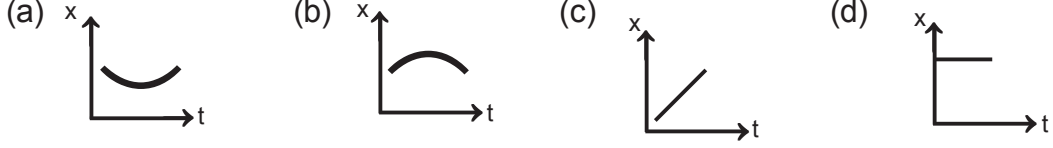
উত্তর :- .....

7. একটি বস্তু A কে  $V_0$  বেগ দিয়ে উলম্ব দিকে ভূমি থেকে ছোড়া হল এবং অপর একটি বস্তু B কে একই সাথে H উচ্চতা থেকে ফেলা হল।  $\frac{H}{2}$  উচ্চতায় উভয়ের সাক্ষাৎ হলে  $V_0$  এর মান হবে—

- a)  $\sqrt{2gH}$  b)  $\sqrt{gH}$  c)  $\frac{1}{2}\sqrt{gH}$  d)  $\sqrt{\frac{2g}{H}}$

উত্তর :- .....

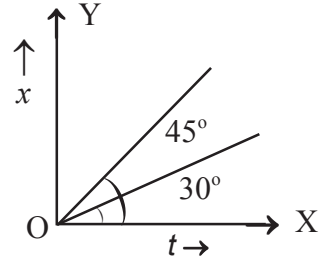
8. শূন্য ত্বরণযুক্ত কোনো কণার দূরত্ব-সময় লেখাচিত্রের স্বরূপ কোনটি?



উত্তর :- .....

9. দুটি গতিশীল কণার সরণ-সময় লেখচিত্র দুটি x-অক্ষের সাথে যথাক্রমে  $30^\circ$  এবং  $45^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে। ওই কণা দুটির গতিবেগের অনুপাত হল —

- a)  $1:\sqrt{3}$       b)  $1:1$       c)  $1:2$       d)  $\sqrt{3}:2$



উত্তর :- .....

10. দ্বিমাত্রিক স্থানে একটি বস্তুর গতির সমীকরণ হল,  $x=5t^2+2$ ,  $y=2t^2+5$ । বস্তুটির গতিপথ—

- (a) অধিবৃত্তাকার      (b) বৃত্তাকার      (c) সরলরৈখিক,      (d) পরাবৃত্তাকার

উত্তর :- .....

11. গতিশীল একটি বুলেট লক্ষ্যবস্তুর মধ্যে প্রবেশ করায় তার গতিবেগ 50% হ্রাস পায়। এই লক্ষ্যবস্তুর মধ্যে আরও কতটা দূরত্ব অতিক্রম করলে বুলেটটি থেমে যাবে।

- (a) 30cm      (b) 20cm      (c) 10cm      (d) 5cm

উত্তর :- .....

12. একটি বস্তুকণা-অক্ষবরাবর যাচ্ছে এবং কোনো মুহূর্তে তার সরণ হল,  $x(t)=2t^3-3t^2+4t$  (SI এককে)। কণাটির ত্বরণ যখন শূন্য হবে তখন তার বেগ হবে—

- (a)  $2.5 \text{ ms}^{-1}$       (b)  $3.5 \text{ ms}^{-1}$       (c)  $4.5 \text{ ms}^{-1}$       (d)  $8.5 \text{ ms}^{-1}$

উত্তর :- .....

13. একটি পাথর অভিকর্ষের প্রভাবে অবাধে পড়ছে। পতনকালে প্রথম, দ্বিতীয় ও তৃতীয় সেকেন্ডে যথাক্রমে  $h_1$ ,  $h_2$  ও  $h_3$  দূরত্ব অতিক্রম করে।

$h_1$ ,  $h_2$  ও  $h_3$  এর মধ্যে সম্পর্ক হবে—

(a)  $h_2 = 3h_1$  এবং  $h_3 = 3h_2$

(b)  $h_1 = h_2 = h_3$

(c)  $h_1 = 2h_2 = h_3$

(d)  $h_1 = \frac{h_2}{3} = \frac{h_3}{5}$

উত্তর :- .....

14. একমাত্রিক গতিতে গতিশীল একটি বস্তুকণার গতিবেগের সমীকরণ হল  $V = 12 - 3t^2$  (SI এককে) কণাটির বেগের মান যখন শূন্য হয়, তখন তার মন্দন হবে

a)  $24 \text{ ms}^{-2}$

b) শূন্য

c)  $6 \text{ ms}^{-2}$

d)  $12 \text{ ms}^{-2}$

উত্তর :- .....

15. অভিকর্ষীয় তলে স্থির অবস্থা থেকে মুক্তভাবে পতনকালে একটি বস্তু  $h$  দূরত্ব অতিক্রম করার পর  $v$  গতিবেগ লাভ করে। বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করলে গতিবেগ  $2v$  হবে?

(a)  $4h$

(b)  $6h$

(c)  $8h$

(d)  $10h$

উত্তর :- .....

### বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(মান-১)

1. মন্দনকে কী ঋণাত্মক ত্বরণ বলা যায়?

উত্তর :- .....

2. পৃথিবীর চারদিকে কৃত্রিম উপগ্রহের গতি কী ধরণের গতির উদাহরণ?

উত্তর :- .....



3. দূরত্ব-সময় লেখের নতি কী প্রকাশ করে?

উত্তর :- .....

4. সমদ্রুতিতে বক্রপথে চলমান কোনো কণার ত্বরণ থাকে কী?

উত্তর :- .....

5.  $v-t$ -লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল কী প্রকাশ করে?

উত্তর :- .....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১:

(মান-২)

1. নির্দেশতন্ত্র বলতে কী বোঝ? একটি রাশির মান কী নির্দেশতন্ত্রের উপর নির্ভর করে?

উত্তর :- .....

.....

2. গতিবেগ বা ত্বরণের অভিমুখ ভিন্ন হতে পারে কী? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও।

উত্তর :- .....

.....

3. পার্থক্য লিখ :- গড় দ্রুতি ও তাৎক্ষণিক দ্রুতি।

উত্তর :- .....

.....

4.  $S = S_0 + ut + \frac{1}{2}at^2$  সমীকরণটি কী ধরণের গতি প্রকাশ করে?

উত্তর :- .....

.....

5. গাড়ির গতি দ্বিগুণ হলে থামানোর দূরত্ব চারগুণ হতে হবে কেন?

উত্তর :- .....

6. সরণ কী অতিক্রান্ত দূরত্বের থেকে বেশি হতে পারে?

উত্তর :- .....

7. একটি গতিশীল কণার অতিক্রান্ত দূরত্ব, কণাটির তাৎক্ষণিক বেগ ও সময়ের গুণফলের অর্ধেক। দেখাও যে কণাটির ত্বরণ ধ্রুবক।

উত্তর :- .....

8. সরণ সময় লেখচিত্রের প্রকৃতি সমবেগে গতি, সমত্বরণে গতি এবং সমমন্দন গতির ক্ষেত্রে কীরূপ হবে?

উত্তর :- .....

9. বেগ-সময় লেখচিত্রে সমবেগে গতি, সমত্বরণে গতি এবং সমমন্দনে গতি কীভাবে প্রকাশ করবে?

উত্তর :- .....

10. বেগ-সময় লেখচিত্রে সমত্বরণ, ক্রমবর্ধমানত্বরণ এবং ক্রমহ্রাসমান ত্বরণ কীভাবে নির্দেশিত হয়?

উত্তর :- .....

বিভাগ-ঘ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-২:

(মান-৩)

1. অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সরণের মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখো।

উত্তর :- .....

.....

2. স্থিতি ও গতি কাকে বলে? “স্থিতি ও গতির ধারণা প্রকৃতপক্ষে আপেক্ষিক”— উক্তিটি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর :- .....

.....

3. সংজ্ঞা দাও :- দ্রুতি, সমদ্রুতি, অসমদ্রুতি, গড় এবং তাৎক্ষণিক দ্রুতি।

উত্তর :- .....

.....

4. দ্রুতি ও বেগের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

উত্তর :- .....

.....

5. ত্বরণ এবং মন্দনের মধ্যে পার্থক্যগুলো উল্লেখ করো।

উত্তর :- .....

.....

6. ত্বরণের এককে প্রতি সেকেন্ড কথটি দুইবার আসে কেন? মন্দনকে ঋণাত্মক ত্বরণ বলা হয় কেন?

উত্তর :- .....

.....

7. একটি মোটর গাড়ি তার মোট অতিক্রান্ত পথের প্রথম  $\frac{1}{3}$  অংশ যায়  $10 \text{ km / h}$  বেগে, দ্বিতীয়  $\frac{1}{3}$  অংশ যায়

$20 \text{ km/h}$  বেগে এবং বাকি  $\frac{1}{3}$  অংশ যায়  $6 \text{ km/h}$  বেগে। ওই মোটরগাড়ির গড় দ্রুতি নির্ণয় করো।

উত্তর :- .....

.....

8. একটি 600 m দৈর্ঘ্যের ট্রেন 10 s সময়ে 1200 m দৈর্ঘ্যের একটি সেতুকে অতিক্রম করে। ট্রেনটি ওই সেতুটি অতিক্রম করার সময় তার গড় দ্রুতি নির্ণয় করো।

উত্তর :- .....

.....

9. একটি বুলেট একটি কাঠের ব্লকে প্রবেশ করে 1 cm দূরত্বে বেগের অর্ধেক হারায়। আর কতটা গিয়ে বুলেটটি স্থির হবে?

উত্তর :- .....

.....

10. একটি কণার অবস্থান  $x$ , সময়  $t$  এর সাথে  $x = at^2 - bt^3$  সম্পর্কে থাকলে, 3s পরে কণাটির ত্বরণ কত হবে?

উত্তর :- .....

.....

11. নিম্নলিখিত গতিয় সমীকরণগুলির অবকল পদ্ধতিতে এবং লৈখিক উপায়ে প্রতিষ্ঠা করো :-

$$(i) v = u + at \qquad (ii) S = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$(iii) v^2 = u^2 + 2as \qquad (iv) S_n^{th} = u + \frac{1}{2}a(2n - 1)$$

উত্তর :- .....

.....

12.  $a$  সমত্বরণে গতিশীল একটি বস্তু  $t$  সময়ে  $x$  দূরত্ব এবং পরবর্তী  $t'$  সময়ে  $y$  দূরত্ব অতিক্রম করলে প্রমাণ করো,

$$a = \frac{2\left(\frac{y}{t'} - \frac{x}{t}\right)}{(t+t')}$$

উত্তর :- .....

.....

13. একটি বস্তুকণা যাত্রার পঞ্চম এবং সপ্তম সেকেন্ডে যথাক্রমে 25 cm এবং 33 cm পথ অতিক্রম করে। যাত্রা শুরু হবার অষ্টম সেকেন্ডের পর বস্তুকণাটির বেগ কত হবে?

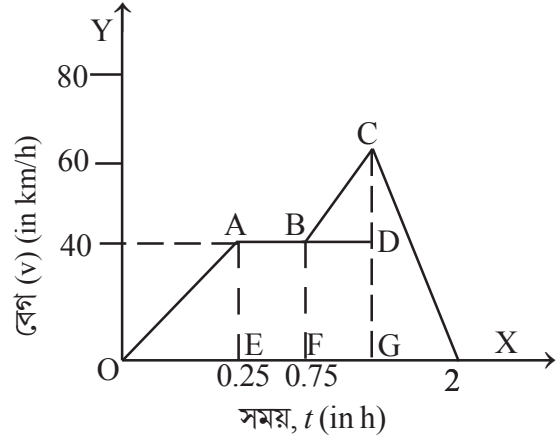
উত্তর :- .....

.....

14. একটি পাথরকে 19.6 m উচ্চতা থেকে ফেলা হল। শেষ মিটার পথটি অতিক্রম করতে পাথরটির কত সময় লাগবে?  
উত্তর :- .....

15. একটি বস্তুকে সোজা ওপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। সর্বোচ্চ উচ্চতার অর্ধেক ওঠার পর তার বেগ 14 m/s  
(i) বস্তুটির কতটা উচ্চতা উঠবে?  
(ii) নিক্ষেপ করার 1s পরে এবং 3s পরে বস্তুটির বেগ কত হবে?  
(iii) প্রথম অর্ধ সেকেন্ডে বস্তুটির গড় বেগ কত হবে?  
উত্তর :- .....

16. একটি ট্রেন 2 ঘন্টায় একটি স্টেশন থেকে অপর একটি স্টেশনে যায়। সময়ের সাথে ট্রেনটির বেগের পরিবর্তন লেখ চিত্রে দেখানো হয়েছে।  
(i) গতিপথের সর্বাধিক ত্বরণ নির্ণয় কর।  
(ii) 0.75h থেকে 1h এর মধ্যে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।



উত্তর :- .....

.....

.....

## উত্তর সংকেত

### বিভাগ-ক

- |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1.(b)  | 2.(c)  | 3.(c)  | 4.(b)  | 5.(d)  | 6.(a)  |
| 7.(b)  | 8.(d)  | 9.(a)  | 10.(c) | 11.(c) | 12.(a) |
| 13.(d) | 14.(b) | 15.(a) |        |        |        |

### বিভাগ-খ

- |          |                |        |          |        |
|----------|----------------|--------|----------|--------|
| 1. হ্যাঁ | 2. দ্বিমাত্রিক | 3. বেগ | 4. হ্যাঁ | 5. সরণ |
|----------|----------------|--------|----------|--------|

### বিভাগ-গ

পাঠ্যপুস্তক অনুসরণ করো

### বিভাগ-ঘ

1-6 পাঠ্যপুস্তক অনুসরণ করো

7. 18 km/hr 8. 180 m/s 9.  $\frac{1}{3}$  cm 10. 2 (a - 9b)

11. পাঠ্যপুস্তক অনুসরণ কর

12. নিজে করো

13. 13.37m/s 14. 0.052S

15. (i) 20m, (ii) 10ms<sup>-1</sup> and -9ms<sup>-1</sup> (iii) 17.35ms<sup>-1</sup>

16. (i) 160km/h<sup>2</sup> (ii) 15km.

## চতুর্থ অধ্যায়

### সমতলীয় গতি

মুখ্য শিখন সূচি :-

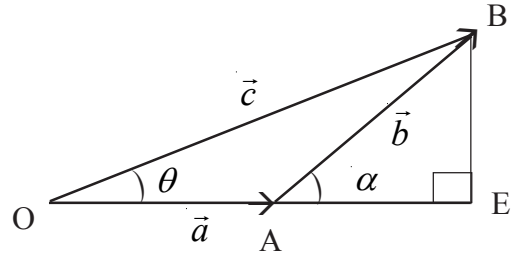
☞ ভেক্টরের জ্যামিতিক প্রকাশ :

- কোনো ভেক্টরকে একটি তির চিহ্ন যুক্ত রেখাংশ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- রেখাংশটির দৈর্ঘ্য দ্বারা ভেক্টরটির মান সূচিত হয়।
- তিরচিহ্ন দ্বারা ভেক্টরটির অভিমুখ নির্দেশিত হয়।

☞ ভেক্টরযোগের ত্রিভুজ সূত্র :- একটি ত্রিভুজের ক্রমানুসারে গৃহীত দুটি বাহু দুটি ভেক্টরের মান ও দিক সূচিত করলে বিপরীতক্রমে গৃহীত তৃতীয় বাহুটি উক্ত ভেক্টর দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।

$\vec{a}$  ও  $\vec{b}$  এর লব্ধি  $\vec{c}$  এবং  $\vec{a}$  ও  $\vec{b}$  এর মধ্যবর্তী কোণ

$$\alpha, \text{ হলে } |\vec{c}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \alpha}$$



$\vec{a}$  ও  $\vec{c}$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $\theta$  হওয়ায়,  $\tan \theta = \frac{b \sin \alpha}{a + b \cos \alpha}$  এই সমীকরণটি লব্ধির দিক নির্দেশ করে।

(i) যখন  $\alpha = 0^\circ$ ,  $c = (a + b) = c_{\max}$

(ii) যখন  $\alpha = \pi$ ,  $c = (a - b) = c_{\min}$

(iii) যখন  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ,  $c = \sqrt{a^2 + b^2}$  এবং  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{b}{a} \right)$

☞ ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্র :- কোনো সামান্তরিকের দুটি সম্মিহিত বাহু দুটি ভেক্টরের মান ও দিক সূচিত করে তবে ঐ বাহুদ্বয়ের ছেদবিন্দু দিয়ে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণটি ভেক্টর দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে ওই ছেদবিন্দুটি ভেক্টর দুটির ও ওদের লব্ধির আদি বিন্দু হয়।

- ☞ ভেক্টরযোগের বহুভূজ সূত্র :- কতগুলি ভেক্টরের মান ও দিক যদি একটি বহুভূজের ক্রমানুসারে গৃহীত বাহুগুলি দ্বারা প্রকাশ করা হয় তবে বিপরীত ক্রমে গৃহীত অন্তিম বাহুটি ওই ভেক্টরগুলির লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।
- ☞ ভেক্টরের বিভাজন :- কোনো একটি ভেক্টরকে দুই বা ততোধিক ভেক্টরে যদি এমনভাবে বিভাজিত করা হয় যাতে মূল ভেক্টরটি বিভাজিত অংশগুলির লব্ধি হয় তবে, এই বিভাজনকে ভেক্টর বিভাজন বলা হয়। ওই বিভাজিত অংশগুলিকে মূল ভেক্টরটির উপাংশ বলা হয়।

$\vec{R}$  এর দুটি উপাংশ  $\vec{a}$  ও  $\vec{b}$ ,  $\vec{R}$  ও  $\vec{a}$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $\alpha$  এবং  $\vec{R}$  ও  $\vec{b}$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $\beta$  হলে,

$$a = \frac{R \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad \text{এবং} \quad b = \frac{R \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

যখন  $\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$ , তখন  $a = R \cos \alpha$ ,  $b = R \sin \alpha$

- ☞ অবস্থান ভেক্টর :- মূলবিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে বোঝানো হয় সেটিই বিন্দুটির অবস্থান ভেক্টর।

ত্রিমাত্রিক দেশে থাকা কোনো বিন্দু A এর স্থানাঙ্ক  $(x, y, z)$  এবং O মূলবিন্দু হলে A বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর,

$$\vec{r} = \vec{OA} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$$

$$\therefore |\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

- ☞ দিক কোসাইন :- যদি অবস্থান ভেক্টর  $\vec{r}$ ,  $x$ ,  $y$  ও  $z$  অক্ষের সাথে যথাক্রমে  $\alpha$ ,  $\beta$  ও  $\gamma$  কোণে আনত থাকে  $\vec{r}$  এর দিক কোসাইনগুলি হবে —

$$\cos \alpha = \frac{x}{r}, \cos \beta = \frac{y}{r}, \cos \gamma = \frac{z}{r}$$

- ☞ ভেক্টর গুণন :- দুটি ভেক্টরের ডট গুণন একটি স্কেলার রাশি এবং দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণন একটি ভেক্টর রাশি।

$\therefore \vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $\theta$  হলে,

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta \quad \text{এবং} \quad \vec{A} \times \vec{B} = AB \sin \theta \cdot \hat{n}$$

যেখানে  $\hat{n}$  হল  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  এর লম্বদিক বরাবর একক ভেক্টর।

- ☞ আপেক্ষিক বেগ :- ভূ-পৃষ্ঠে গতিশীল থাকা কোনো বস্তুর সাপেক্ষে অন্য কোনো বস্তুর আপাত বেগকে তার আপেক্ষিক বেগ বলা হয়। দুটি কণার বেগ  $\vec{v}_1$  ও  $\vec{v}_2$  হলে প্রথম কণাটির সাপেক্ষে দ্বিতীয় কণাটির আপেক্ষিক বেগ  $\vec{v}$  হলে  $\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ ।

- ☞ প্রাস :- ভূ-পৃষ্ঠ বা তার কাছাকাছি কোনো বিন্দু হতে কোনো বস্তুকে যেকোনো দিকে ছুঁড়ে দেওয়া হলে সেটিকে প্রাস বলা হয়।



কোনো প্রাসের প্রক্ষেপ বেগ ও প্রক্ষেপ কোণ যথাক্রমে  $u$  এবং  $\alpha$  হলে প্রাসটির

(i) সর্বাধিক উচ্চতা,  $H = \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

(ii) উন্নিতিকাল,  $T = \frac{2u \sin \alpha}{g}$

(iii) প্রক্ষেপ সীমা  $R$  হলে  $R = \frac{u^2 \sin 2\alpha}{g}$

(iv) সঞ্চারপথের সমীকরণ  $y = x \tan \alpha - \frac{g}{2u^2 \cos^2 \alpha} x^2$

বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন করো :

(মান-১)

1.  $\vec{A} + \vec{B} = \vec{A} - \vec{B}$  সম্পর্কটি কী শর্তে সঠিক?

- a)  $\vec{A} = 0$     b)  $\vec{B} = 0$     c)  $\vec{A} = \vec{B}$     d)  $\vec{A} = -\vec{B}$

উত্তর :- .....

2. দুটি ভেক্টরের লব্ধ মান যদি ভেক্টর দুটির প্রত্যেকটির মান এর সমান হয়, তবে ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ হবে—

- (a)  $0^\circ$     (b)  $60^\circ$     (c)  $120^\circ$     (d)  $90^\circ$

উত্তর :- .....

3.  $0.2\hat{i} + 0.6\hat{j} + a\hat{k}$  একটি একক ভেক্টর হলে, 'a' এর মান হবে —

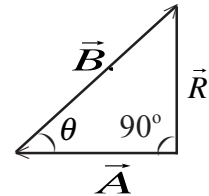
- a)  $\sqrt{0.3}$     b)  $\sqrt{0.4}$     c)  $\sqrt{0.6}$     d)  $\sqrt{0.8}$

উত্তর :- .....

4. চিত্রে,  $\vec{R}$  হল  $\vec{A}$  ও  $\vec{B}$  ভেক্টর দুটির লব্ধ। যদি  $R = \frac{B}{\sqrt{2}}$  হয় তবে  $\theta$

এর মান কত?

- (a)  $30^\circ$     (b)  $45^\circ$     (c)  $60^\circ$     (d)  $75^\circ$



উত্তর :- .....

5. যদি  $P+Q=R$ ,  $|\vec{P}|=|\vec{Q}|=\sqrt{3}$  এবং  $|\vec{R}|=3$  হয়, তাহলে  $\vec{P}$  ও  $\vec{Q}$  এর মধ্যবর্তী কোণ হবে —

- (a)  $\frac{\pi}{4}$       (b)  $\frac{\pi}{6}$       (c)  $\frac{\pi}{3}$       (d)  $\frac{\pi}{2}$

উত্তর :- .....

6.  $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$  এবং  $\vec{B} = \hat{i} + \hat{j}$  দুটি ভেক্টর।  $\vec{B}$  এর অভিমুখে  $\vec{A}$  এর উপাংশ কী হবে?

- (a)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$       (b)  $\frac{3}{\sqrt{2}}$       (c)  $\frac{5}{\sqrt{2}}$       (d)  $\frac{7}{\sqrt{2}}$

উত্তর :- .....

7. ঘড়ির কাঁটার দিকে—

- a)  $\hat{j} \times \hat{j} = 1$       b)  $\hat{k} \cdot \hat{j} = 1$       c)  $\hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}$       d)  $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0$

উত্তর :- .....

8.  $\vec{A}$  এবং  $\vec{B}$  দুটি ভেক্টরের জন্য, যদি  $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A} \times \vec{B}|$  হয় তাহলে  $\vec{C} = \vec{A} + \vec{B}$  এর মান নীচের কোনটির সমতুল্য হবে?

- a)  $\sqrt{A^2 + B^2}$       b)  $A + B$       c)  $\sqrt{A^2 + B^2 + \frac{AB}{\sqrt{2}}}$       d)  $\sqrt{A^2 + B^2 + \sqrt{2} \cdot AB}$

উত্তর :- .....

9.  $\vec{F} = -3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$  মানের বল কোনো বিন্দু  $\vec{r} = 8\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$  এর ওপর ক্রিয়াশীল হলে টর্কের মান হবে—

- a)  $14\hat{i} - 38\hat{j} + 16\hat{k}$       b)  $4\hat{i} + 4\hat{j} + 6\hat{k}$       c)  $-14\hat{i} + 38\hat{j} - 16\hat{k}$       d)  $-4\hat{i} - 17\hat{j} + 22\hat{k}$

উত্তর :- .....

10. যদি এক ব্যক্তি একটি পাথরকে উল্লম্ব দিকে সর্বাধিক  $h$  মিটার ছুঁড়ে দিতে পারে তবে সে অনুভূমিক দিকে ওই পাথরটিকে সর্বাধিক কত দূরত্বে ছুঁড়তে পারবে?

- (a)  $\frac{h}{2}$       (b)  $h$       (c)  $2h$       (d)  $3h$

উত্তর :- .....

11. একটি বস্তুকে ভূমি থেকে  $\vec{v} = (3\hat{i} + 10\hat{j}) m/s$  বেগে নিক্ষেপ করা হল। বস্তুটির সর্বাধিক উচ্চতা ও প্রক্ষেপ সীমা যথাক্রমে ( $g = 10 m/s^2$ )
- (a) 5m এবং 6m (b) 3m এবং 10m  
(c) 6m এবং 5m (d) 3m এবং 5m

উত্তর :- .....

### বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

(মান-১)

1. কোনো প্রাকৃতিক রাশির মান ও অভিমুখ থাকলেই কী সেই রাশিটি ভেক্টর হবে?

উত্তর :- .....

2. একই তলে অবস্থিত তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে কী?

উত্তর :- .....

3. মুক্ত ভেক্টর কী?

উত্তর :- .....

4. লম্ব একক ভেক্টর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর :- .....

5. কোনো নির্দেশ তন্ত্রের মূলবিন্দুতে অবস্থান ভেক্টর কী হবে?

উত্তর :- .....

6.  $(\vec{A} + \vec{B})$  এবং  $(\vec{A} - \vec{B})$  এর লব্ধি কত?

উত্তর :- .....

7. ভেক্টরের বিয়োগের ক্ষেত্রে কী বিনিময় নিয়ম প্রযোজ্য ?

উত্তর :- .....

8. ভেক্টরের বিয়োগের ক্ষেত্রে কী সংযোগ নিয়ম প্রযোজ্য ?

উত্তর :- .....

9. একটি ভেক্টরকে কতগুলি উপাংশে বিভাজিত করা যায় ?

উত্তর :- .....

10.  $(\vec{A} + \vec{B})$  এবং  $(\vec{A} \times \vec{B})$  এর মধ্যবর্তী কোণের মান কত ?

উত্তর :- .....

11.  $(\vec{A} \cdot \vec{A}) = 0$  হতে পারে কী ?

উত্তর :- .....

12. ভেক্টর  $\vec{A}$  এবং  $\vec{A} \times \vec{B}$  এর মধ্যে কোণ কত ?

উত্তর :- .....

### বিভাগ - গ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন - ১ :

(মান-২)

1. তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে কী ? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :- .....

2. সমত্বরণে চলমান কোনো যান থেকে একটি বালক যদি একটি বলকে উলম্বভাবে উপর্ষ নিষ্ক্ষেপ করে, তবে বলটি কোথায় পড়বে ?

উত্তর :- .....

3. তিনটি একক ভেক্টর যোগ করে তুমি কী একটি একক ভেক্টর পেতে পার?

উত্তর :- .....

.....

4. প্রাসের গতিপথের উপর অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের প্রভাব কীরূপ?

উত্তর :- .....

.....

5. চারটি অসমতলীয় ভেক্টর কী সাম্য প্রতিষ্ঠা করতে পারে? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :- .....

.....

6. দেখাও যে একটি তারের মধ্য বিন্দুতে ভার ঝুলালে তারটিকে অনুভূমিক রাখা যায় না।

উত্তর :- .....

.....

7. বৃত্তাকার পথে সুষম দ্রুতিতে একটি কণা আবর্তনশীল। গতির যে কোনো মুহূর্তে কণাটির সরণ, বেগ ও ত্বরণ ভেক্টরের দিক চিত্র সহযোগে নির্দেশ করো।

উত্তর :- .....

.....

8.  $\vec{A}$  একটি ধ্রুবক মানের ভেক্টর হলে, দেখাও যে  $\frac{d\vec{A}}{dt}$ ,  $\vec{A}$  এর সঙ্গে লম্বভাবে রয়েছে।

উত্তর :- .....

.....

9. মেঝোতে অবস্থিত একটি ফোয়ারা থেকে জল চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ছে। যদি ফোয়ারার মুখ থেকে জল  $v$  বেগে নির্গত হয় তবে ফোয়ারার চারপাশে ভূমির কতটা ক্ষেত্রফল জলে ভিজবে?

উত্তর :- .....

.....

10. আপেক্ষিক বেগের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর :- .....

.....

11. প্রাস কী? একটি প্রাসের সঞ্চার পথের প্রকৃতি কীরূপ?

উত্তর :- .....

.....

12. একটি প্রাসের সর্বোচ্চ প্রক্ষেপ সীমার মান যদি 87.6 মি হয় তবে প্রাসের বেগ কত?

উত্তর :- .....

.....

13. একটি নির্দিষ্ট বেগে নিষ্কিপ্ত কোনো প্রাসের প্রক্ষেপ কোণ ' $\alpha$ ' এর পরিবর্তে  $\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$  হলেও, প্রাসের প্রক্ষেপ সীমা অপরিবর্তিত থাকে— প্রমাণ করো।

উত্তর :- .....

.....

14.  $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$  ও  $\vec{B} = \hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$  দুটি ভেক্টর হলে,  $\vec{A} \times \vec{B} =$  কত?

উত্তর :- .....

.....

বিভাগ : ঘ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন -২ :

(মান-৩)

1. স্ফেরার রাশি ও ভেক্টর রাশির মধ্যে পার্থক্যগুলি উল্লেখ করো।

উত্তর :- .....

.....

2. ভেক্টরের দুটি উপাংশে বিভাজন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :- .....

.....

3. ভেক্টরের ত্রিভুজ সূত্র ব্যবহার করে ভেক্টরযোগের বহুভুজ সূত্রটি ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :- .....

.....

4. ত্রিভুজ সূত্রের সাহায্যে ভেক্টর যোগের সমান্তরিক সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :- .....

.....

5. ত্রিমাত্রিক দেশে স্থানাঙ্কের সাহায্যে একটি ভেক্টরকে কীভাবে প্রকাশ করবে?

উত্তর :- .....

.....

6. দিক কোসাইন কী? এই ক্ষেত্রে প্রমাণ করো  $l^2 + m^2 + n^2 = 1$ .

উত্তর :- .....

.....

7. একটি সমতলে দুটি বস্তু যখন তীর্যকভাবে গতিশীল তখন তাদের আপেক্ষিক বেগ ও এর দিক নির্ণয়ের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা

করো।

উত্তর :- .....

.....

8. দুটি ভেক্টরের গুণন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :- .....

.....

9. দেখাও যে একটি প্রাসের সঞ্চারপথ অধিবৃত্তাকৃতি।

উত্তর :- .....

.....

10. স্থির জলে একটি নৌকার বেগ  $5\text{km/h}$  নৌকাটি  $15\text{min}$  এ  $1\text{km}$  চওড়া নদী আড়াআড়িভাবে অতিক্রম করে। নদীর স্রোতের বেগ কত?

উত্তর :- .....

.....

11. ভূমির সঙ্গে  $45^\circ$  কোণ করে  $20\text{ m/s}$  গতিবেগ সহযোগে একটি বস্তুকে নিক্ষেপ করা হল—

(i) কত সময় পরে বস্তুটি ভূমি স্পর্শ করবে?

(ii) সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় বস্তুটি উঠবে?

(iii) নিক্ষেপ বিন্দু থেকে কত দূরে বস্তুটি ভূমি স্পর্শ করবে?

উত্তর :- .....

.....



বিভাগ-ঙ

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(মান-৫)

1. ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লিখ এবং লব্ধি ভেক্টরের মান ও দিক নির্ণয় করো।

উত্তর :- .....

.....

2. ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্রটি লিখ এবং লব্ধি ভেক্টরের মান ও দিক নির্ণয় করো।

উত্তর :- .....

.....

3. অনুভূমিকের সঙ্গে ‘ $\theta$ ’ কোণে একটি প্রাসকে ‘ $v$ ’ বেগে নিক্ষেপ করা হলে, নিম্নলিখিত রাশিগুলির মান নির্ণয় করো।

- (i) সর্বোচ্চ উচ্চতা।  
(ii) উড্ডয়ন কাল।  
(iii) প্রক্ষেপ সীমা।

উত্তর :- .....

.....

4. (i)  $\vec{P}$  ও  $\vec{Q}$  এর লব্ধি হল  $\vec{R}$ ।  $\vec{Q}$  এর অভিমুখ উল্টে দিলে এদের লব্ধি হয়  $\vec{S}$ ।

প্রমাণ কর  $R^2 + S^2 = 2(P^2 + Q^2)$

- (ii) যখন P ও Q বল দুটির মধ্যবর্তী কোণ  $\theta$  তখন তাদের লব্ধির মান  $5\sqrt{P^2 + Q^2}$ । আবার যখন বল দুটির মধ্যবর্তী কোণ  $\theta$  থেকে পরিবর্তিত হয়ে  $(90^\circ - \theta)$  হল তখন লব্ধির মান  $3\sqrt{P^2 + Q^2}$

প্রমাণ করো  $\tan \theta = \frac{1}{3}$

উত্তর :- .....

.....

5. (i) যদি  $\vec{a} = 4\hat{i} + 6\hat{j} - 5\hat{k}$  হয় তবে এর দিক্ কোসাইনগুলো নির্ণয় করো।
- (ii) একটি প্রাসের প্রাথমিক বেগ হল  $(\hat{i} + 2\hat{j})ms^{-1}$ । যেখানে  $\hat{i}$  ও  $\hat{j}$  হল দুটি লম্ব অক্ষ বরাবর দুটি একক ভেক্টর।  $g = 10ms^{-2}$  ধরে নিয়ে প্রাসের সঞ্চার পথের সমীকরণ নির্ণয় করো।

উত্তর :- .....

.....

### উত্তর সংকেত

#### বিভাগ-ক

1. (b)    2. (c)    3. (c)    4. (b)    5. (c)    6. (c)
7. (c)    8. (d)    9. (d)    10. (c)    11. (a)

#### বিভাগ-খ

1. না    2. হ্যা    3. অন্তিম প্রান্ত নির্দিষ্ট নয় এমন ভেক্টর    4.  $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$
5. শূন্য    6.  $2\vec{A}$     7. না    8. হ্যাঁ    9. অসংখ্য    10.  $90^\circ$
11. হ্যা    12.  $90^\circ$

#### বিভাগ-গ

9.  $\frac{\pi v^4}{g^2}$     12.  $\frac{v^2}{g}$     14.  $7\hat{i} + 2\hat{j} - 5\hat{k}$

#### বিভাগ-ঘ

10. 3 km/h    12. 2.828s, 10m, 40m

#### বিভাগ-ঙ

- 5.(i)  $\frac{4}{\sqrt{77}}, \frac{6}{\sqrt{77}}, \frac{-5}{\sqrt{77}}$     (ii)  $y = 2x - 5x^2$

## পঞ্চম অধ্যায়

### গতিসূত্র

মুখ্য শিখন সূচি :-

- ☞ জড়তা হল কোনো বস্তুর স্থির বা গতিশীল অবস্থা পরিবর্তনের অনিচ্ছা। ইহা বস্তুর ভরের সমানুপাতিক।
- ☞ রৈখিক ভরবেগ  $\vec{p} = m\vec{v}$  এবং এর SI একক কেজি মি/সে.
- ☞ কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্তবল বস্তুটির রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক

$$\text{অর্থাৎ, } \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d}{dt}(m\vec{v})$$

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \quad (\text{যখন ভর } m = \text{ধ্রুবক})$$

$$\vec{F} = \vec{v} \frac{dm}{dt} \quad (\text{যখন বেগ } \vec{v} \text{ ধ্রুবক})$$

- ☞ বাহ্যিক বলের অনুপস্থিতিতে কোনো বস্তু হয় স্থির থাকে নতুবা সমবেগে সরলরেখা বরাবর গতিশীল থাকে।
- ☞ প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া রয়েছে। কিন্তু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সর্বদাই যুগপৎ দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর কাজ করে।
- ☞ বলের ঘাত = বল x সময় = রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন

$$\vec{J} = \vec{F}dt = \vec{P}_2 - \vec{P}_1 = \Delta \vec{P}$$

- ☞ রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, কোনো সংস্থার সংঘর্ষের আগের ভরবেগ = সংঘর্ষের পরের ভরবেগ

$$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$$

- ☞ রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রের একটি উদাহরণ হল গুলি নিক্ষেপ করার মুহূর্তে বন্দুকের প্রতিক্ষেপ। বন্দুকের ভর M, গুলির ভর m ও গুলির বেগ  $\vec{u}$  হলে বন্দুকের প্রতিক্ষেপ বেগ,

$$\vec{V} = -\frac{m\vec{u}}{M}$$

☞ যখন কোন বস্তু  $\vec{a}$  ত্বরণ নিয়ে ভূমি থেকে উর্ধ্বমুখে গতিশীল হয় তখন বস্তুর আপাত ওজন  $W' = m(\vec{g} - \vec{a})$  যেখানে  $\vec{a}$  নিম্নাভিমুখে ধনাত্মক এবং উর্ধ্বাভিমুখে ঋণাত্মক।

☞ অনেকগুলো বলের অধীনে বস্তু সাম্যাবস্থায় থাকার শর্ত,

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = 0$$

☞ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে রকেটের উপর প্রযুক্ত উর্ধ্বঘাত ও ত্বরণ, যথাক্রমে—

$$\vec{F} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \vec{V} - mg \quad \text{এবং} \quad \vec{a} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \frac{\vec{V}}{m} - g$$

যেখানে  $\Delta m = \Delta t$  সময়ে  $\vec{v}$  বেগে নির্গত গ্যাসের ভর

☞ রকেটের বেগ,  $V_{rok} = V_0 + V_{rcl} \log_e \frac{m_0}{m}$

☞ ঘর্ষণ একটি স্ব-নিয়ন্ত্রক বল যা দুটি বস্তুর সংস্পর্শ তল বরাবর কাজ করে এবং একটি বস্তুর উপর অপর বস্তুর গতি বা গতিশীল হওয়ার উপক্রমকে বাধা দেয়।

☞ স্থিত ঘর্ষণের সীমাস্থ মান বা চল ঘর্ষণ বল বস্তু দুটির সংস্পর্শ তলের প্রকৃতি ও লম্ব প্রতিক্রিয়ার উপর নির্ভরশীল।

☞ স্থিত ঘর্ষণ বলের মান বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সাথে সাথে বৃদ্ধি পায় যতক্ষণ না ইহা তার সর্বাধিক মানে পৌঁছায়। স্থিত ঘর্ষণের এই সর্বাধিক মানকে স্থিত ঘর্ষণের সীমাস্থ মান বলে।

☞ যখন কোনো বস্তু তার সংস্পর্শযুক্ত তলের উপর দিয়ে পিছলে যায় তখন গতিশীল বস্তুর উপর চলঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে। ইহা একটি ধ্রুবক মানের বল।

☞ যখন কোনো বস্তু কোনো তলের উপর গড়িয়ে যায় তখন গতিশীল বস্তুর উপর আবর্ত ঘর্ষণ বল কাজ করে।

☞ স্থিত ঘর্ষণ গুণাঙ্ক ( $\mu_s$ ) ও চলঘর্ষণ গুণাঙ্ক ( $\mu_k$ ) কেবলমাত্র বস্তু দুটির সংস্পর্শযুক্ত তলের প্রকৃতির উপর নির্ভরশীল।

$$\mu_s = \frac{f_{L_t}}{R} \quad \text{এবং} \quad \mu_k = \frac{f_k}{R}$$

যেখানে  $f_{L_t}$  = স্থিত ঘর্ষণের সীমাস্থ মান

$f_k$  = চল ঘর্ষণ বল

$R$  = লম্ব প্রতিক্রিয়া

☞ ঘর্ষণ কোণ ( $\theta$ ) হল কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত লম্ব প্রতিক্রিয়া এবং লম্ব প্রতিক্রিয়া ও স্থিত ঘর্ষণের সীমাস্থ মানের লম্বির মধ্যবর্তী কোণ গাণিতিক সমীকরণ অনুযায়ী  $\mu_s = \tan \theta$

☞ কোনো নততলের উপর রাখা কোনো বস্তু নততলের সর্বাধিক যে নতি কোণের জন্য পিছলে পড়ার উপক্রম করে তাকে স্থিতিকোণ বা বিরাম কোণ ( $\phi$ ) বলে। গাণিতিক সমীকরণ অনুযায়ী,  $\mu_s = \tan \phi$

বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন করো :

(মান-১)

1. প্যাডেলিং করে সাইকেল চালানোর সময় সাইকেলের সামনের ও পেছনের চাকাতে ঘর্ষণ বলের অভিমুখ কোন্ দিকে হয়?
- (a) সামনের চাকাতে পেছন দিকে, পেছনের চাকাতে সামনের দিকে।  
(b) সামনের চাকাতে সামনের দিকে, পেছনের চাকাতে পেছন দিকে।  
(c) উভয় চাকাতে পেছনের দিকে  
(d) উভয় চাকাতে সামনের দিকে।

উত্তর :-.....

2. জেট বিমানের কার্যনীতি কোন্ সংরক্ষণ নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত —
- (a) ভর সংরক্ষণ নীতি  
(b) শক্তি সংরক্ষণ নীতি  
(c) রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষণ নীতি  
(d) কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণ নীতি

উত্তর :-.....

3. একটি লিফট অভিকর্ষজ ত্বরণে নিম্নে অবতরণ করছে। লিফট অবস্থিত ব্যক্তি নিজের ওজন কীরূপ অনুভব করবে—
- (a) কম (b) বেশি (c) ওজনহীন (d) ভূ-পৃষ্ঠের সমান

উত্তর :-.....

4. একটি M ভর ও L দৈর্ঘ্যের কাঠের ব্লক জলে ভাসছে। একজন m ভরের ব্যক্তি ব্লকটির একপ্রান্তে দাঁড়িয়ে আছে। লোকটি ব্লকের অপর প্রান্ত পর্যন্ত হেঁটে গেলে ব্লকের সরণ হবে—
- (a)  $\frac{mL}{M}$  (b)  $\frac{ML}{M}$  (c)  $\frac{mL}{m+M}$  (d)  $\frac{ML}{m+M}$

উত্তর :-.....

5. একটি সরল দোলক a ত্বরণ নিয়ে অনুভূমিক তলে গতিশীল ট্রেনের ছাদ থেকে ঝোলানো আছে। দোলকটি সাম্যাবস্থায় উল্লম্বের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করবে?
- (a)  $\tan^{-1}\left(\frac{g}{a}\right)$  (b)  $\tan^{-1}\left(\frac{a}{g}\right)$  (c)  $0^\circ$  (d)  $\sin^{-1}\left(\frac{a}{g}\right)$

উত্তর :-.....

6. স্থিত ঘর্ষণ গুণাঙ্ক ( $\mu_s$ ) চল ঘর্ষণ গুণাঙ্ক ( $\mu_k$ ) এবং আবর্ত ঘর্ষণ গুণাঙ্কের ( $\mu_r$ ) মধ্যে সঠিক সম্পর্কটি হল —

(a)  $\mu_s > \mu_k > \mu_r$  (b)  $\mu_s < \mu_k < \mu_r$  (c)  $\mu_s > \mu_k < \mu_r$  (d)  $\mu_s > \mu_k = \mu_r$

উত্তর :-.....

7. একটি  $W_1$  ওজনের বস্তু  $W_2$  ওজনের চেইন দ্বারা ঘরের ছাদ থেকে ঝোলানো আছে। ছাদের দ্বারা চেইনের উপর বল হল —

(a)  $W_1$  (b)  $W_2$  (c)  $W_1+W_2$  (d)  $\frac{W_1+W_2}{2}$

উত্তর :-.....

8. একটি বস্তুর উপর বল,  $\vec{F} = 6\hat{i} - 8\hat{j} + 10\hat{k}$  প্রয়োগ করায় বস্তুটি  $1m/s^2$  ত্বরণ অর্জন করলো। বস্তুর ভর হবে —

(a)  $10\sqrt{2}kg$  (b)  $2\sqrt{10}kg$  (c)  $10kg$  (d)  $20kg$

উত্তর :-.....

9. একটি  $W$  ওজনের বস্তু একটি নততলের উপর স্থির অবস্থায় আছে। ঘর্ষণ কোণ  $\phi$  হলে বস্তুটিকে নততল বরাবর উপরে উঠাতে ন্যূনতম কত বল প্রয়োজন—

(a)  $W \sin \phi$  (b)  $W \cos \phi$  (c)  $W \tan \phi$  (d)  $W \cot \phi$

উত্তর :-.....

10. বরফের উপর কোনো ব্যক্তিকে ছোট ছোট পদক্ষেপে চলতে হয় কারণ —

- (a) বেশি ঘর্ষণ উৎপন্ন হয়।  
(b) কম ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয়।  
(c) বেশি লম্ব প্রতিক্রিয়া উৎপন্ন হয়।  
(d) কম লম্ব প্রতিক্রিয়া উৎপন্ন হয়।

উত্তর :-.....

বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

(মান-১)

1. বলের ঘাতের মাত্রা লেখো।

উত্তর :-.....

2. নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র থেকে বলের SI এককের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর :-.....

3. দড়ি টানাটানি খেলায় উভয় দলই দড়িকে T বলে টানছে। দড়ির টান কত হবে?

উত্তর :-.....

4. সময়ের সাথে বেগের নয়, ভরের পরিবর্তনের জন্য বল উৎপন্ন হয়— এরূপ একটি উদাহরণ দাও।

উত্তর :-.....

5. বলের ঘাত কী প্রকারের রাশি? স্কেলার না ভেক্টর।

উত্তর :-.....

6. জড়ত্বীয় নির্দেশতন্ত্র কী?

উত্তর :-.....

7. স্থির ঘর্ষণ গুণাঙ্কের একক লেখো।

উত্তর :-.....

8. একটি 5 kg ভরের বস্তু অনুভূমিক তলের উপর স্থির অবস্থায় রাখা আছে। বলের স্থিত ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.7 হলে বস্তুটির উপর স্থিত ঘর্ষণ বল কত?

উত্তর :-.....

9. স্থিত ঘর্ষণের সীমাস্থ মান কী?

উত্তর :-.....

10. কোন ক্ষেত্রে স্থিতঘর্ষণ গুণাঙ্কের মান 1 অপেক্ষা বেশি হয়?

উত্তর :-.....

11. ঘর্ষণ বলের দুটি সুবিধা লেখো।

উত্তর :-.....

12. ব্যাবিটিং কী?

উত্তর :-.....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন-১

(মান-২)

1. গুলি ছোঁড়ার সময় বন্দুকের প্রতিক্ষেপ ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

.....

2. নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র থেকে প্রথম গতিসূত্র প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :-.....

.....

3. কোনো ব্যক্তি উপর থেকে শক্ত মেঝের পরিবর্তে বালিতে পড়লে কম ব্যাথা অনুভব করে কেন?

উত্তর :-.....

.....



4. বলের ঘাত কী? প্রমাণ করো, এটি বস্তুর ভরবেগ পরিবর্তনের সমান।

উত্তর :-.....

.....

5. 50 গ্রাম ভরের একটি বল 40m উচ্চতা থেকে মাটিতে পড়ে সংঘাতের পর 10m উচ্চতা আরোহন করলো। সংঘাতের সময়কাল 0.1sec হলে বলের উপর মাটি দ্বারা প্রযুক্ত বল কত?

উত্তর :-.....

.....

6. পিচ্ছিল রাস্তার উপর দিয়ে হাঁটার সময় ছোট ছোট পদক্ষেপ ফেলতে হয় কেন?

উত্তর :-.....

.....

7. স্থিত ঘর্ষণ গুণাঙ্ক ও চল ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কী? কীসের উপর নির্ভরশীল?

উত্তর :-.....

.....

8. রোলারকে ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ কেন?

উত্তর :-.....

.....

9. স্থিত ঘর্ষণের সূত্রাবলি লেখো।

উত্তর :-.....

.....

10. একটি 1kg ভরের পথের অনুভূমিক তলের উপর দিয়ে প্রাথমিক 2m/s বেগে পিছলে যাচ্ছে। যদি ইহা 10 sec চলার পর স্থির হয় তবে অনুভূমিক তলের ঘর্ষণ গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

উত্তর :-.....

.....

### বিভাগ-ঘ

দীর্ঘ উত্তরধর্মী-১ :

(মান-৩)

1. নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র থেকে তৃতীয় গতিসূত্র প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :-.....

.....

2. রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :-.....

.....

3. একটি বন্দুক থেকে নির্গত গুলি কাঁচে আঘাত করে গোল গর্তের সৃষ্টি করে, কিন্তু কাঁচটিকে পাথর ছুঁড়ে মারলে ইহা টুকরো টুকরো হয়ে যায় কেন?

উত্তর :-.....

.....

4. স্থির অবস্থায় থাকা একটি বোমা বিস্ফোরণের পর  $m$ ,  $m$  ও  $2m$  ভরের তিনটি টুকরোয় বিভক্ত হয়। সমভরের দুটি টুকরো পরস্পরের সমকোণে  $v$  বেগে গতিশীল হলে তৃতীয় টুকরোর বেগ কত?

উত্তর :-.....

.....

5. চিত্রে A ও B দুটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 15kg ও 11kg এবং ইহারা একটি সুতো দ্বারা সংযুক্ত। A এর সাথে সংযুক্ত অপর একটি সুতো দ্বারা যদি সমগ্র সংস্থাকে  $3 \text{ m/s}^2$  ত্বরণে উর্ধ্বমুখে চালনা করা হয় তবে সুতা দুটির টান  $T_1$  ও  $T_2$  নির্ণয় করো।



উত্তর :-.....

.....

6. বিরাম কোণ কী? বিরাম কোণ ও সীমাস্থ ঘর্ষণের সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :-.....

.....

7. একটি অমসৃণ নততল দিয়ে নিজ ওজনের দরুন পিছলে পড়া কোনো বস্তুর ত্বরণের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :-.....

.....

8. একটি কাঠের ব্লককে অমসৃণ অনুভূমিক কাঠের পাটাতনের উপর রেখে পাটাতনের নতিকোণ ধীরে ধীরে বাড়ানো হল। নতিকোণ  $30^\circ$  হলে ব্লকটি পাটাতনের উপর পিছলে পড়ার উপক্রম করে। নতিকোণ এর থেকে খুব সামান্য পরিমাণ বৃদ্ধি করায় ব্লকটি 4 সেকেন্ডে 4 মি দূরত্ব অতিক্রম করল। পাটাতনটির স্থিত ও চল ঘর্ষণ গুণাঙ্কের মান নির্ণয় করো।

উত্তর :-.....

.....

9. একটি গাড়ি অনুভূমিক রাস্তার উপর  $15 \text{ m/s}$  বেগে চলছে। রাস্তা ও চাকার মধ্যে চল ঘর্ষণ গুণাঙ্কের মান 0.5 হলে ব্রেক কষার পর কতটা পথ অতিক্রম করে গাড়িটি থামবে?

উত্তর :-.....

.....

বিভাগ-ঙ

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্ন :

(মান-৫)

1. লিফট অবস্থিত ব্যক্তির আপাত ওজন নির্ণয় করো যখন লিফটটি —

- (i) উর্ধ্বমুখে 'a' ত্বরণে উঠেছে
- (ii) নিম্নমুখে 'a' ত্বরণে নামছে
- (iii) স্থির বা সমবেগে গতিশীল
- (iv) অবশ্যে পতনশীল

উত্তর :-.....

.....

2. দুটি বস্তুকণার পারস্পরিক একমাত্রিক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখো ও প্রমাণ করো।

উত্তর :-.....

.....

3. ভরই বস্তুর জড়তার পরিমাপ ব্যাখ্যা করো।

নিউটনের তৃতীয় গতি সূত্রটি লিখ ও উদাহরণ দ্বারা ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

.....

4. ঘর্ষণ কোণ ও স্থিতি কোণ কী? প্রমাণ করো এদের মান সংখ্যাগতভাবে সমান।

উত্তর :-.....

.....

5. একটি মসৃণ তলে একটি বস্তু স্থিরাবস্থা থেকে অনুভূমিক তলের সাথে  $45^\circ$  কোণ করে নিচে পড়ে এবং T সময় নেয়, অপর একটি বস্তু একটি অমসৃণ তলের সাথে কোণ করে নিচে পড়ে এবং PT সময় নেয়, ( $P>1$ ) এই বস্তু এবং অমসৃণ তলের মধ্যে ঘর্ষণ গুণাঙ্ক বের কর।

উত্তরঃ-.....

.....

### উত্তর সংকেত

বিভাগ-ক

1. (a)    2. (c)    3. (c)    4. (c)    5. (b)    6. (a)  
7. (c)    8. (a)    9. (a)    10. (c)

## ষষ্ঠ অধ্যায়

### কার্য, শক্তি ও ক্ষমতা

1. একটি স্থির মানের বল  $\vec{F}$ ,  $m$  ভরের একটি বস্তুর উপর ক্রিয়শীল হলে এবং বস্তুর ধনাত্মক  $x$  অক্ষাভিমুখে সরণ  $\vec{d}$  হলে কৃতকার্যকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায়।

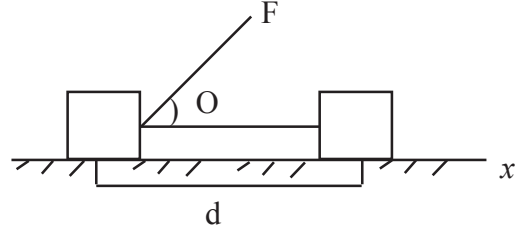
$$w = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

$$w = F d \cos \theta$$

যখন  $\theta = 90^\circ$  তখন কৃতকার্য শূন্য হয়

যখন  $\theta > 90^\circ$  তখন কৃতকার্য ঋণাত্মক হয়

যখন  $\theta < 90^\circ$  তখন কৃতকার্য ধনাত্মক হয়।



2. কৃতকার্যের S.I একক হল জুল এবং C.G.S একক হল আর্গ
3. কার্য একটি স্কেলার রাশি
4. 1 জুল =  $10^7$  আর্গ
5. পরিবর্তনশীল বলের প্রভাবে কোনো বস্তুকে A থেকে B বিন্দুতে স্থানান্তরিত করতে হলে মোট কৃতকার্য

$$w = \int_A^B \vec{F} \cdot \vec{ds} = \text{বল-সরণ লেখচিত্র দ্বারা অধিকৃত ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল।}$$

6. কার্য করার সামর্থ্যকেই শক্তি বলে।
7. শক্তি একটি স্কেলার রাশি এবং এর একক এবং কার্যের একক একই।
8. যান্ত্রিক শক্তি = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি।
9. কোনো একটি বস্তুর ক্ষেত্রে স্থিতিশক্তি বলতে অবস্থান বা সংগঠনের জন্য বস্তুর ভিতর সঞ্চিত শক্তিকে বোঝায়। অভিকর্ষীয় স্থিতিশক্তিকে প্রকাশ করা হয়

$U = mg h$  দ্বারা (যেখানে  $m =$  বস্তুর ভর  $g =$  অভিকর্ষীয় ত্বরণ  $h =$  উচ্চতা)

→ কোনো বস্তু গতিশীল অবস্থায় থাকার সময় তার নিজস্ব গতির জন্য যে শক্তি অর্জন করে, সেই শক্তিকে তার গতিশক্তি

বলে। গতিশক্তিকে  $K_E = \frac{1}{2} mv^2$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ( $m$  বস্তুর ভর  $v$  বস্তুর বেগ)

10. কার্যশক্তি উপপাদ্যটি হল কোনো বস্তুর উপর বল প্রযুক্ত হলে কৃতকার্যের পরিমাণ বস্তুটির গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

$$w = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mu^2 \quad (v = \text{অন্তিম গতিবেগ} \quad u = \text{প্রাথমিক গতিবেগ} \quad m = \text{বস্তুর ভর})$$

11. স্প্রিং এর স্থিতিশক্তি  $u = \frac{1}{2} kx^2$  (k= স্প্রিং, ধ্রুবক x= সরণ)

12. স্প্রিং বল একটি সংরক্ষী বল।

13. গতিশক্তি এবং ভরবেগের সম্পর্কটি হল—

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \quad (m \text{ বস্তুর ভর, } E_k = \text{বস্তুর গতিশক্তি})$$

$$E_k = \frac{p^2}{2m} \quad (p = \text{বস্তুর ভরবেগ})$$

$$p = \sqrt{2mE_k} \quad (p \text{ বস্তুর ভরবেগ})$$

14. অব্যাহত পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে যান্ত্রিক শক্তি সর্বদা ধ্রুবক

15. এলবার্ট আইনস্টাইনের মতে— ভর এবং শক্তি পরস্পরের সমতুল্য এবং তাদের মধ্যে সম্পর্কটি হল—

$$E = mc^2 \quad [c = \text{শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ যার মান} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}]$$

16. কোনো বস্তুর ক্ষমতা বলতে সময়ের সাপেক্ষে কৃতকার্যের হারকে বোঝায়।

17. ক্ষমতা =  $\frac{\text{কৃতকার্য}}{\text{সময়}}$

$$P = \frac{dw}{dt} = \frac{\vec{F} \cdot d\vec{s}}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

18. ক্ষমতা একটি স্কেলার রাশি এবং এর S.I একক হল ওয়াট

19. ক্ষমতার ব্যবহারিক একক হর্সপাওয়ার (HP)

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ watt}$$

→ তড়িৎশক্তির বাণিজ্যিক একক কিলোওয়াট ঘন্টা (kWh)

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

→ দুটি বস্তুর সরাসরি সংঘাতকে অথবা গতিশীল কোনো বস্তুর গতিপথ অন্য বস্তুর দ্বারা প্রভাবিত হলে, তাকে সংঘর্ষ বলে।

→ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে মোট রৈখিক ভরবেগ ও মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে। সংঘর্ষে লিপ্ত বস্তুসমূহের কোনোরূপ বিকৃতি ঘটে না।

- অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বস্তুসমূহের রৈখিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে কিন্তু মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না।
- পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বস্তু দুটি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে একটি বস্তুরূপে চলতে থাকে।
- মুখোমুখি বা একমাত্রিক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে, সংঘাতে লিপ্ত বস্তুসমূহ সংঘাতের পূর্বে ও পরে একই পথ বরাবর চলতে থাকে।
- একরেখীয় স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের কাছে আসার বেগ সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের দূরে সরে যাওয়ার বেগের সমান।

→ সংঘর্ষ গুণাঙ্ক (e)  $\frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \frac{\text{সংঘর্ষের পর অপসারণ বেগ}}{\text{সংঘর্ষের আগে আগমন বেগ}}$

পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে  $e = 1$

পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে  $e = 0$

অন্যথায় e এর মান 0 এবং 1 এর মধ্যে থাকে।

একই রেখায় গতিশীল দুটি বস্তুর ভর  $m_1$  এবং  $m_2$  বেগ যথাক্রমে  $u_1$  ও  $u_2$  হলে সংঘর্ষের পর অন্তিম গতিবেগ

$$v_1 = \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) u_1 + \left( \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) u_2$$

$$v_2 = \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) u_2 + \left( \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) u_1$$

- \* যদি কোনো সংঘর্ষে লিপ্ত বস্তু সংঘর্ষের পূর্বে বা পরে একই সরলরৈখিক পথে না যায় তবে একে বলে তীর্যক বা দ্বিমাত্রিক সংঘর্ষ। এক্ষেত্রে রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র x এবং y অক্ষে কার্যকরী থাকে।

### বিভাগ-ক

অতিসংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(Mark-1)

1. 5 N বলের প্রভাবে সরলরৈখিক পথে একটি বস্তু 10m দূরত্ব যায়। যদি কৃতকার্যের পরিমাণ 25J হয় তবে বল এবং সরণের অভিমুখের মধ্যবর্তী কোণের মান হবে—
 

a)  $30^\circ$       b)  $45^\circ$       c)  $60^\circ$       d)  $75^\circ$
2. 2kg ভরের একটি বস্তুর উপর একটি স্থির মানের বল  $F = (7 - 2x + 3x^2)$  N ক্রিয়াশীল হলে বস্তুটি  $x=0$  হতে  $x=5m$  সরণ ঘটে। কৃতকার্যের পরিমাণ হবে—
 

a) 135J      b) 270J      c) 35J      d) 70J



3. 3kg ভরের একটি বস্তুর উপর বল ক্রিয়া করায় বস্তুটি s মিটার সরণ হয় যেখানে  $S = \frac{1}{3}t^2$  (t, সেকেন্ড এককে) 2 সেকেন্ড সময়ে বস্তুর দ্বারা কৃতকার্যের পরিমাণ হবে।
- a)  $\frac{19}{5}$  J      b)  $\frac{5}{19}$  J      c)  $\frac{3}{8}$  J      d)  $\frac{8}{3}$  J
4. স্থির মানের  $\vec{F}$  বলপ্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর গতিবেগ হয়  $\vec{v}$ , এক্ষেত্রে ক্ষমতা
- a)  $\vec{F} \times \vec{v}$       b)  $\vec{v} \times \vec{F}$       c)  $\vec{F} \cdot \vec{v}$       d)  $\frac{1}{2} \vec{v} \cdot \vec{F}$
5. একটি হালকা এবং ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান। কোনটির ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশী?
- a) হালকা বস্তুর      b) দুটি বস্তুর ক্ষেত্রে সমান গতিশক্তি  
c) ভারী বস্তুর      d) কোনটিই নয়।
6. m এবং 4m ভরের দুটি বস্তুর গতিশক্তি সমান। রৈখিক ভরবেগের অনুপাত কত?
7. একটি বস্তুর ভরবেগ যদি 50% বর্ধিত হয় তবে তার গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে—
- a) 50%      b) 100%      c) 125%      d) 150%
8. 50kg ভরের একটি ব্লক একটি অমসৃণ তলের ওপর 1m দূরত্ব অতিক্রম করে। ব্লক ও তলের মধ্যে ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2 হলে, ঘর্ষণের বিরুদ্ধে কৃতকার্য—
- a) 34 J      b) 56 J      c) 72 J      d) 98 J
9. একটি স্থির ক্ষমতায়ুক্ত মেশিনের সাহায্যে একটি বস্তুকে সোজা পথ বরাবর চালিত করা হল। তাহলে সরনের সঙ্গে সময় t এর সম্পর্কটি কীরূপ হবে?
- a)  $t^{1/2}$       b)  $t^{3/4}$       c)  $t^{3/2}$       d)  $t^2$
10. যদি  $\vec{F} = (60\hat{i} + 15\hat{j} - 3\hat{k})N$       তাৎক্ষণিক ক্ষমতার মান হবে  
 $\vec{v} = (2\hat{i} - 4\hat{j} + 5\hat{k})ms^{-1}$
- a) 195 W      b) 45 W      c) 75 W      d) 100 W

### বিভাগ-খ

অতিসংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(Mark-1)

1. কার্যের S.I একক কী?
2. একটি স্প্রিং এর ক্ষেত্রে সঞ্চিত স্থিতিস্থাপক শক্তির মান কত?
3. অভিকেন্দ্র বলের দ্বারা কৃতকার্যের পরিমাণ শূন্য হয় কেন?
4. একটি স্প্রিংকে সংকুচিত বা প্রসারিত করা হলে স্থিতিশক্তির মান কমে না বাড়ে?
5. দুটি বস্তুর পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে কি গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়?
6. সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন পরিমাণ কৃতকার্যের জন্য বল এবং সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হবে?
7. ঋণাত্মক কৃতকার্যের উদাহরণ দাও
8. একটি বস্তুর ভরবেগ দ্বিগুণ করা হল। গতিশক্তির কী পরিবর্তন হবে?
9. অসংরক্ষী বলের একটি উদাহরণ দাও।
10. পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ও পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংঘর্ষ গুণাঙ্ক কত হয়?
11. একটি স্প্রিং-কে সমান দু'খণ্ডে কাটা হল, প্রতিটি অর্ধাংশের স্প্রিং ধ্রুবকের কীরূপ পরিবর্তন হবে?
12. জলের মধ্যে দিয়ে যখন বায়ুর বুদবুদ উঠে আসে তখন তার স্থিতিশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে?

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(Mark-2)

1. একটি একমাত্রিক তলে স্থির বল F এর প্রভাবে t সময়ে একটি বস্তুর x সরণ ঘটে যেখানে  $t = \sqrt{x} + 3$  (x মিটারে এবং t সেকেন্ডে প্রকাশিত) প্রথম 6 সেকেন্ডে কৃতকার্যের পরিমাণ বের কর
2. একটি বস্তুর ভর অন্যটির চাইতে n গুণ বেশী এমন দুটি ভরের বস্তুর গতিশক্তি সমান। ভরবেগের অনুপাত কত?
3. স্থিতিশক্তির কী পরিবর্তন ঘটবে যদি —
  - a) দুটি প্রোটনকে পরস্পরের কাছাকাছি আনা হয়।
  - b) একটি প্রোটন এবং একটি ইলেকট্রন যখন কাছাকাছি আনা হয়।
4. h উচ্চতা হতে পতনশীল একটি বস্তুর স্থিতিশক্তি, গতিশক্তি এবং মোট যান্ত্রিক শক্তিকে লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও :-
5. A এবং B দুটি স্প্রিং। স্প্রিং B এর তুলনায় A এর কাঠিন্যমান বেশি। (যেখানে  $K_A > K_B$ )
  - i) এখন যদি উভয় স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য একই পরিমাণ বাড়ানো হয়।
  - ii) যদি উভয় স্প্রিং-এ একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করা হয় তাহলে এই দুইক্ষেত্রে কোন্ স্প্রিংটির উপর বেশী কার্য করা হবে?

6. একটি স্থিতিস্থাপক স্প্রিং এর ক্ষেত্রে সময়ের সাপেক্ষে স্থিতিশক্তি, গতিশক্তি এবং মোট যান্ত্রিক শক্তির মান লেখচিত্রের দ্বারা প্রকাশ করো :-
7. একটি 5 kg ওজনের পাথর একটি স্টীলের তারের উপর চাপালে তারটির দৈর্ঘ্য 0.5 cm বর্ধিত হয়। i) তারের বলধ্রুবক কত? ii) তারটির প্রসারিত করতে কৃতকার্যের পরিমাণ কত?
8. 60kg ওজনের একজন ব্যক্তি 20kg ওজনের ভার মাথায় নিয়ে 20 ধাপ সিঁড়ি উঠল। প্রত্যেকটি সিঁড়ির উচ্চতা 0.2m, যদি উপরে ওঠতে 10 সেকেন্ড সময় নেয় তবে তার ক্ষমতা কত?
9. m ভরের একটি বস্তু স্থির অবস্থা থেকে সমত্বরণে চলছে। t সময় পরে এর বেগ হল v। প্রমাণ কর যে, t সময় পরে কৃতকার্যের পরিমাণ হবে  $\frac{1}{2} \frac{mV^2T^2}{t^2}$
10. 20 gm ভরের একটি বুলেট 600m/s বেগে ছুটে একটি গাছে গিয়ে লাগল এবং গাছ ভেদ করে 400m/s বেগে নির্গত হল। গাছটিকে ভেদ করে যেতে কত জুল কার্য ব্যয়িত হল?
11. একটি কণার ওপর x অক্ষ বরাবর একটি বল  $F = (10 + 0.50x)$  কাজ করছে। (এখানে F নিউটন এককে এবং x মিটার এককে দেওয়া আছে) এই বল দ্বারা x= 0 থেকে x= 2.0 m পর্যন্ত সরণ ঘটাতে কত কার্য করা হবে?
12. কোনো একটি বস্তুর গতিশক্তি 300% বৃদ্ধি পেলে ঐ বস্তুটির রৈখিক ভরবেগ কত শতাংশ বৃদ্ধি পাবে?
13. একটি বস্তুকে স্থানাংক পদ্ধতির Z অক্ষ বরাবর গতিশীল হতে বাধ্য করার জন্য একটি স্থির বল F প্রয়োগ করা হল। যেখানে  $\vec{F} = -\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k} N$  (এখানে  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$ ,  $\hat{k}$  হল সংস্থার x, y, Z অক্ষ বরাবর একক ভেক্টর) এই বল দ্বারা Z অক্ষ বরাবর 4m দূরত্ব পর্যন্ত যেতে কী পরিমাণ কৃতকার্যের প্রয়োজন?
14. একটি দালান বাড়ির ভূতল থেকে পাম্প মেশিন দিয়ে 30m<sup>3</sup> আয়তনের একটি ট্যাংক জলপূর্ণ করতে 15 সময় লাগে। যদি ট্যাংকটি ভূতল থেকে 40m উপরে থাকে এবং পাম্পের দক্ষতা 30% হয়। তাহলে পাম্প মেশিন দ্বারা ব্যয়িত তড়িৎ ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।
15. 0.5 kg ভরের একটি বস্তু সরলরেখা বরাবর  $v = ax^{3/2}$  বেগে গতিশীল আছে, যেখানে  $a = 5ms^{-2}$ । বস্তুটির x = 0 থেকে x = 2m পর্যন্ত সরণের জন্য মোট বলের দ্বারা কৃতকার্য নির্ণয় করো :-

### বিভাগ-ঘ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(Mark-3)

1. গতিশক্তি বলতে কী বুঝ? সমবেগে গতিশীল একটি বস্তুর গতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয় করো :-
2. স্থিতিশক্তির সংজ্ঞা দাও। m ভরের কোনো একটি বস্তুকে পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় নিয়ে গেলে অভিকর্ষজ স্থিতিশক্তির রাশিমালাটি প্রতিষ্ঠা করো।
3. কার্যশক্তি উপপাদ্যটি লেখ এবং প্রমাণ করো।
4. ক্ষমতা কাকে বলে? প্রমাণ করো  $P = \vec{F} \cdot \vec{v}$ , যেখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

5. স্থিতিস্থাপক এবং অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে? প্রত্যেকের একটি করে উদাহরণ দাও :-
6. দেখা যে, দুটি বস্তুর মধ্যে একমাত্রিক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংঘর্ষের পরে ও দূরে সরে যাওয়ার বেগ এবং সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে কাছে আসার বেগ সমান।

### বিভাগ-ঙ

. দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

( Mark-5)

1. একটি স্থিতিস্থাপক প্রসারিত স্প্রিং এর ক্ষেত্রে স্থিতিশক্তির মান বের করো:-  
 $\rightarrow F_s = - kx$  এই সমীকরণটির লেখচিত্র অংকন করো  
 (যেখানে  $F_s$  স্প্রিং এর বলধ্রুবক  $x$  = সাম্যাবস্থান হতে ব্লকের সরণ) লেখচিত্র থেকে দেখাও যে  $w_s = -\frac{1}{2} kx^2$   
 (K = স্প্রিং ধ্রুবক)
2. যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ সূত্রটি কী? দেখাও যে অভিকর্ষের প্রভাবে অবাধে পতনশীল বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে। লেখচিত্রের সাহায্যে দেখাও।
3. একমাত্রিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংঘর্ষের পরে বস্তুর বেগের রাশিমালা নির্ণয় কর। বিশেষ ক্ষেত্রগুলি আলোচনা করো।
4. দেখাও যে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে।
5. প্রমাণ করো যে, একই সরলরেখায় গতিশীল দুটি বস্তুর মধ্যে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটলে সংঘর্ষের পরে তাদের গতিশক্তি হ্রাস পাবে। হ্রাসপ্রাপ্ত শক্তি কী শক্তিতে রূপান্তরিত হয়?

### উত্তর সংকেত

বিভাগ-ক

- |        |        |        |         |           |        |
|--------|--------|--------|---------|-----------|--------|
| 1. (c) | 2. (a) | 3. (d) | 4. (b)  | 5. (c)    | 6. (c) |
| 7. (c) | 8. (a) | 9. (c) | 10. (b) | 11. (21J) |        |

## সপ্তম অধ্যায়

### কণাগোষ্ঠী ও দৃঢ় বস্তুর গতি

মুখ্য শিখন সূচি :-

☞ **ভরকেন্দ্র** : ভরকেন্দ্র হল এমন একটি বিন্দু যেখানে কণা সংস্থাটির মোট ভর বিন্দুবৎ জমা আছে বলে মনে করা হয় এবং সমস্ত বাহ্যিক বল ঐ বিন্দুতে প্রয়োগ করা হয়।

$$\text{দুটি কণার ক্ষেত্রে, } \vec{R}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$$

যেখানে,  $\vec{r}_1$  এবং  $\vec{r}_2$  হল কণা দুটির অবস্থান ভেক্টর এবং  $m_1$  এবং  $m_2$  কণা দুটির ভর

$$n \text{ সংখ্যক কণার একটি সংস্থার ক্ষেত্রে, } \vec{R}_{CM} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots + m_n \vec{r}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i}{M}$$

যেখানে,  $M = m_1 + m_2 + \dots + m_n$

☞ দুটি কণার ভরকেন্দ্রের বেগ,

$$\vec{V}_{CM} = \frac{m_1 \vec{V}_1 + m_2 \vec{V}_2}{m_1 + m_2}$$

☞ দুটি কণার ভরকেন্দ্রের ত্বরণ

$$\vec{a}_{cm} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2}{m_1 + m_2}$$

☞ একটি দৃঢ়বস্তুর নির্দিষ্ট আকার এবং আকৃতি বর্তমান। কোনোপ্রকার বলের প্রভাবে দৃঢ় বস্তুটি যে কণাসমূহ দ্বারা তৈরি সেই কণাগুলোর মধ্যে দূরত্বের পরিবর্তন হয় না।

☞ ঘূর্ণনগতির সমীকরণ সমূহ :—

$$i) \omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$ii) \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$iii) \omega^2 - \omega_0^2 = 2\alpha\theta$$

যেখানে, চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

☞ টর্ক হল বলের ভ্রামক। ইহা ঘূর্ণাঙ্ক সাপেক্ষে বলের প্রভাবে ঘূর্ণন প্রবনতা। ইহাকে বল এবং ঘূর্ণাঙ্ক থেকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর লম্ব দূরত্বের গুণফল দ্বারা পরিমাপ করা হয়। গাণিতিকভাবে,  $\tau = \vec{r} \times \vec{F}$

☞ ঘূর্ণন সাম্যাবস্থায় ভ্রামকের নীতি : যে কোনো বিন্দু সাপেক্ষে ভ্রামকের বীজগণিতিক যোগফল শূন্য। ঘূর্ণন সাম্যাবস্থায় ঘড়ির কাটার দিকে ভ্রামক = ঘড়ির কাটার বিপরীতে ভ্রামক।

$$F_1 \times d_1 = F_2 \times d_2$$

ভার  $\times$  ভার বাহু = বল  $\times$  বলের বাহু

☞ টর্কের দ্বারা কৃতকার্য  $d\theta$  কোণের জন্য,  $dw = \tau d\theta$

☞ ঘূর্ণন গতির ক্ষমতা,  $P = \frac{dw}{dt}$

$$P = \frac{\tau d\theta}{dt}$$

$$P = \tau \omega \text{ যেখানে } \omega = \frac{d\theta}{dt}$$

☞ কৌণিক ভরবেগ হল রৈখিক ভরবেগের ভ্রামক। ইহাকে রৈখিক ভরবেগ এবং ঘূর্ণাঙ্ক থেকে লম্ব দূরত্বের গুণফল দ্বারা মাপা হয়।

$$\text{গাণিতিকভাবে, } \vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

☞ জ্যামিতিকভাবে, কণার কৌণিক ভরবেগ হল ভর এবং ক্ষেত্রীয় বেগের গুণফলের দ্বিগুণ।

$$\text{গাণিতিক ভাবে, } \vec{L} = 2m \frac{d\vec{A}}{dt}$$

☞ টর্ক এবং কৌণিক ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক হল,  $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$

☞ জড় বস্তুর সাম্যাবস্থা :

i) রৈখিক সাম্যাবস্থা- কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল মোট বাহ্যিক বল অবশ্যই শূন্য হবে।

$$\sum \vec{F}_i^{ext} = 0$$

ii) ঘূর্ণন সাম্যাবস্থা :- যে কোনো বিন্দু সাপেক্ষে বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল মোট বাহ্যিক টর্ক অবশ্যই শূন্য হবে।

$$\sum \tau_i^{ext} = 0$$

☞ রৈখিক গতিতে ভরের ঘূর্ণন প্রতিরূপ হল জড়তা ভ্রামক। কণাগুলির ভর এবং ঘূর্ণাক্ষ থেকে তাদের লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের যোগফলকে জড়তা ভ্রামক বলে।

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots + m_n r_n^2$$

$$= \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

☞ চক্রগতির ব্যাসার্ধ : ঘূর্ণাক্ষ থেকে K দূরত্বে কোনো বস্তুর মোট ভর বিন্দুবেৎ আছে মনে করলে জড়তা ভ্রামক হবে,

$$I = MK^2$$

যেখানে, M হল বস্তুর মোট ভর।

K হল চক্রগতির ব্যাসার্ধ।

$$\text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ } K = \sqrt{\frac{r_1^2 + r_2^2 + \dots r_n^2}{n}}$$

☞ সমান্তরাল অক্ষের উপপাদ্য : যে কোনো অক্ষ সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তা ভ্রামক, বস্তুর ভরকেন্দ্রগামী, ঐ অক্ষের সমান্তরাল অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তা ভ্রামক ও বস্তুর ভর এবং ঐ দুই সমান্তরাল অক্ষদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টির সমান।

$$\therefore I = I_{CM} + Ma^2$$

যেখানে M = বস্তুর ভর।

a = অক্ষদ্বয়ের লম্বদূরত্ব।

☞ লম্ব অক্ষসমূহের উপপাদ্য : কোনো সামতলিক বস্তুর তলে অবস্থিত পরস্পর লম্ব দুটি অক্ষের সাপেক্ষে ঐ বস্তুর জড়তা ভ্রামকের সমষ্টি, ঐ অক্ষদ্বয়ের ছেদবিন্দুগামী এবং বস্তুর তলের লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তা ভ্রামকের সমান।

$$\therefore I_z = I_x + I_y$$

$$\text{☞ বস্তুর ঘূর্ণন গতিশক্তি} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$\text{☞ গড়িয়ে চলা বস্তুর মোট গতিশক্তি} = \frac{1}{2} MV^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

☞ জড়তা ভ্রামক এবং কৌণিক ভরবেগের সম্পর্ক,  $\vec{L} = I\vec{\omega}$

☞ কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র :

কোনো সংস্থায় বাহ্যিক টর্ক প্রযুক্ত না হলে ঐ সংস্থার মোট কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক থাকে।

গাণিতিকভাবে, যদি  $\tau_{ext} = 0$

$$\Rightarrow L = \text{ধ্রুবক}$$

$$\Rightarrow I\omega = \text{ধ্রুবক}$$

$$\Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

☞ টর্ক এবং জড়তা ভ্রামকের সম্পর্ক,  $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$

যেখানে,  $\alpha =$  কৌণিক ত্বরণ

☞ নততল বরাবর পিছলে না পড়ে ভূমিতে গড়িয়ে পড়া বস্তুর গতিবেগ হবে,  $V = \sqrt{\frac{2gh}{1 + \frac{K^2}{R^2}}}$

### ক-বিভাগ

অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্নের উত্তর

নম্বর-১

- ১। দুটি 10kg ও 4kg ভরের ব্লক ভরহীন স্প্রিং এর দ্বারা ঘর্ষণহীন অনুভূমিক তলে রাখা আছে। ভারী ব্লকের উপর প্রযুক্ত ঘাতের সাহায্যে হালকা ব্লকের অভিমুখে 14m/s বেগ সৃষ্টি করা হল। ভরকেন্দ্রের গতিবেগ হবে—  
a) 30 m/s, b) 20 m/s, c) 10 m/s, d) 5 m/s.

উত্তর :—.....

- ২। একটি বস্তুর উপর বল ক্রিয়া করে যাহার ক্রিয়ারেখা ভারকেন্দ্রগামী নয়, তাহলে বস্তুটি অনুভব করবে—  
a) কৌণিক ত্বরণ b) রৈখিক ত্বরণ, c) a) এবং b) উভয়ই।  
d) উপরের কোনটিই নয়।

উত্তর :—.....

- ৩। কৌণিক ভরবেগ হল —  
a) রৈখিক ভরবেগের ভ্রামক  
b) ভর ও কৌণিক বেগের গুণফল।  
c) জড়তা ভ্রামক ও বেগের গুণফল।



d) কৌণিক ভরবেগের ভ্রামক।

উত্তর :—.....

৪। কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন J থেকে 4 J হতে সময় নেয় 4 s, তাহলে টর্ক হবে—

- a)  $\frac{3}{4}$  J, b) 1 J, c)  $\frac{5}{4}$  J, d)  $\frac{4}{3}$  J

উত্তর :—.....

৫। L কৌণিক ভরবেগের একটি কণা সুস্থম বৃত্তীয় গতি সম্পাদন করে। যদি কণাটির কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ ও গতিশক্তি অর্ধেক করা হয়, তাহলে কৌণিক ভরবেগ হবে—

- a) 2L, b) 4L, c)  $\frac{L}{2}$  d)  $\frac{L}{4}$

উত্তর :—.....

৬। কোনো বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ভরশীল নয়—

- a) বস্তুর ভরের উপর।  
b) ভরের বন্টন।  
c) ঘূর্ণন অক্ষ।  
d) উপরের কোনটিই নয়।

উত্তর :—.....

৭। r ব্যাসার্ধ ও m ভরবিশিষ্ট একটি রিং কেন্দ্রবিন্দুগামী এবং তলের সংগে লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে  $\omega$  কৌণিক বেগে ঘুরছে। ইহার গতিশক্তি —

- a)  $mr\omega$ , b)  $\frac{1}{2}mr\omega^2$  c)  $mr^2\omega^2$  d)  $\frac{1}{2}mr^2\omega^2$

উত্তর :—.....

৮। একজন লোক ঘূর্ণায়মান টেবিলে দুটি হাত সংকুচিত করে বসে আছে। হঠাৎ সে হাত দুটি প্রসারিত করলে টেবিলের কৌণিক বেগ—

- a) বাড়বে, b) কমবে, c) একই থাকবে, d) উপরের কোনটিই নয়।

উত্তর :—.....

- ৯। নীচের কোনটি ধ্রুবক থাকবে যখন কোনো সংস্থার উপর ক্রিয়াশীল টর্ক শূন্য হবে?  
a) বল, b) রৈখিক ভরবেগ, c) রৈখিক ঘাত, d) উপরের কোনটিই নয়।

উত্তর :—.....

- ১০। একই ব্যাসার্ধ ও ভরবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার রিং এবং একটি বৃত্তাকার ডিস্ক আছে। তাদের ভরকেন্দ্রগামী এবং তলের সংগে লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে জড়তা ভ্রামকের অনুপাত হবে—  
a) 1:1 b) 2:1 c) 1:2 d) 4:1

উত্তর :—.....

- ১১। সুষম ত্রিভুজাকৃতি পাতলা পাতের ভরকেন্দ্র কোথায় অবস্থিত?

উত্তর :—.....

- ১২। জড়তা ভ্রামকের তাৎপর্য কী?

উত্তর :—.....

- ১৩। কোন্ অক্ষের সাপেক্ষে একটি সুষম ঘনকের সর্বনিম্ন ঘূর্ণন জড়তা থাকে?

উত্তর :—.....

- ১৪। একটি চলন্ত চাকীর অধিকাংশ ভর তার পরিধিতে কেন্দ্রীভূত থাকে। ব্যাখ্যা করো :—

উত্তর :—.....

- ১৫। একটি স্থির টর্কের মান  $120 \text{ N m}$  যা এর ক্রিয়াবিন্দুকে  $30^\circ$  কোণে ঘোরায়। টর্কের দ্বারা কৃতকার্য বের কর।

উত্তর :—.....

- ১৬। কোনো বস্তুর ঘূর্ণন সাম্যাবস্থার শর্ত লেখো।

উত্তর :—.....

- ১৭। টর্ক সৃষ্টিতে বলের কোন্ উপাংশের অবদান নেই?

উত্তর :—.....

- ১৮। কজায় ঠেলে বা টেনে দরজা খোলা কষ্টসাধ্য কেন?

উত্তর :—.....

১৯। ভারী দরজা খোলা বা বন্ধ করতে এর বাইরের প্রান্তে সমকোণে বল প্রয়োগ করা হয় কেন?

উত্তর :—.....

২০। কোন্ প্রাকৃতিক রাশি দিয়ে কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন প্রকাশ করা হয়?

উত্তর :—.....

### খ-বিভাগ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের উত্তর :—২

নম্বর-২

১। দেখাও যে বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করা না হলে ভরকেন্দ্রের গতিবেগ ধ্রুবক থাকে।

উত্তর :—.....

২। কৌণিক ভরবেগ এবং টর্কের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

উত্তর :—.....

৩। বস্তুর জড়তা ভ্রামক কোন্ কোন্ বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

উত্তর :—.....

৪। জড় বস্তুর ক্ষেত্রে কৌণিক ত্বরণ ও টর্কের সম্পর্ক নির্ণয় করো।

উত্তর :—.....

৫। 20kg ভরের একটি নিরেট চোঙ তার অক্ষ বরাবর 100 rad/s কৌণিক বেগে ঘুরছে। চোঙের ব্যাসার্ধ 0.25 m, চোঙটির ঘূর্ণনের গতিশক্তি কত?

উত্তর :—.....

৬। একটি চাকার উপর অপরিবর্তনীয় টর্ক ক্রিয়া করছে। যদি চাকাটি স্থিরাবস্থা থেকে শুরু করে n- তম ঘূর্ণন সম্পূর্ণ

করতে 't' সময় লাগে, দেখাও যে কৌণিক ত্বরণ হবে  $\alpha = \frac{4\pi n}{t^2} \text{ rad / s}^2$

উত্তর :—.....

৭। ঘূর্ণনশীল দুটি বস্তু A এবং B এর জড়তা ভ্রামক যথাক্রমে  $I_A$  এবং  $I_B$  ( $I_A > I_B$ ) এবং তাদের কৌণিক ভরবেগ সমান।  
কোনটির গতিশক্তি বেশি?

উত্তর :—.....

৮। যদি পৃথিবী হঠাৎ সংকুচিত হয় তবে দিনের দৈর্ঘ্য কী হবে?

উত্তর :—.....

৯। L কৌণিক ভরবেগ সম্পন্ন একটি কণা সুস্থম বৃত্তীয় গতি সম্পাদন করে। কণাটির কৌণিক বেগ দ্বিগুণ এবং গতিশক্তি  
অর্ধেক করা হলে নতুন কৌণিক ভরবেগ কী হবে?

উত্তর :—.....

১০। ধাতুর তৈরি ভিন্ন ঘনত্বের একই ভরের দুটি নিরেট গোলক ব্যাস সাপেক্ষে কোনটির জড়তা ভ্রামক বেশি? তোমার  
উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও।

উত্তর :—.....

১১। l দৈর্ঘ্যের এবং M ভরের একটি দণ্ডের একপ্রান্ত দিয়ে অতিক্রান্ত লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে জড়তা ভ্রামক নির্ণয় করো।  
দেওয়া আছে, ভরকেন্দ্র সাপেক্ষে জড়তা ভ্রামক  $\frac{1}{12} ML^2$

উত্তর :—.....

১২। গোলকের একটি স্পর্শক সাপেক্ষে গোলকটির জড়তা ভ্রামক নির্ণয় করো। দেওয়া আছে এর যে কোনো একটি ব্যাস  
সাপেক্ষে গোলকটির জড়তা ভ্রামক  $\frac{2}{5} MR^2$ , যেখানে M= গোলকটির ভর এবং R= গোলকটির ব্যাসার্ধ।

[SCERT]

উত্তর :—.....

১৩। দেওয়া আছে M ভর এবং R ব্যাসার্ধের একটি ডিস্কের যে কোনো একটি ব্যাস সাপেক্ষে জড়তা ভ্রামক  $\frac{1}{4} MR^2$ ।  
ডিস্কটির কিনারায় একটি বিন্দুগামী এবং ডিস্কের উপর লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে ডিস্কটির জড়তা ভ্রামক নির্ণয় করো।

[SCERT]

উত্তর :—.....

১৪। 20kg ভরের একটি নিরেট চোঙ এর অক্ষ সাপেক্ষে 100 rad/s কৌণিক দ্রুতিতে আবর্তিত হচ্ছে। চোঙটির ব্যাসার্ধ  
0.25m, চোঙটির আবর্তনজনিত গতিশক্তি কত? অক্ষ সাপেক্ষে চোঙটির কৌণিক ভরবেগের মান কত?[SCERT]

উত্তর :—.....

- ১৫। 3 kg ভর এবং 40cm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি ফাঁপা চোঙের চারদিকে উপেক্ষণীয় ভরের একটি দড়ি জড়ানো হল। যদি দড়িটিকে 30N বলে টান দেওয়া হয় তবে চোঙটিতে কত কৌণিক ত্বরণ উৎপন্ন হবে? দড়িটির রৈখিক ত্বরণ কত? ধরে নাও, দড়িটি পিছলে যায় না।

[SCERT]

উত্তর :—.....

- ১৬। সংস্থার কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক রেখে জড়্য ভ্রামক কমানো হলে সংস্থার ঘূর্ণন গতিশক্তি কী ধ্রুবক থাকবে। ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :—.....

### গ-বিভাগ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নের উত্তর :— ৩

নম্বর-৩

- ১। দুটি কণা দ্বারা গঠিত কণাগোষ্ঠীর ভরকেন্দ্রের রাশিমালা নির্ণয় করো।

উত্তর :—.....

- ২। জড়্য ভ্রামক সম্পর্কিত সমান্তরাল অক্ষসমূহ এবং লম্ব অক্ষের উপপাদ্য লেখো এবং প্রমাণ করো।

উত্তর :—.....

- ৩। ব্যাস সাপেক্ষে এবং নিজ স্পর্শকীয় তল সাপেক্ষে ডিস্ক এর জড়তা ভ্রামকের রাশিমালা নির্ণয় করো।

উত্তর :—.....

- ৪। কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :—.....

- ৫। একটি মোটর হুইলের কৌণিক দ্রুতি 16 s এ 800 rpm থেকে 2880 rpm এ বাড়ানো হল।

- ত্বরণটি সুষম ধরে নিয়ে এর কৌণিক ত্বরণ নির্ণয় করো।
- এই সময়ের মধ্যে ইঞ্জিনটি কত সংখ্যক আবর্তন সম্পন্ন করল।

উত্তর :—.....

## ঘ-বিভাগ

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন—১

নম্বর-৫

১। বস্তুর জাড্য ভ্রামক কাকে বলে? একটি পাতলা সুষম বৃত্তাকার রিং এর ব্যাস সাপেক্ষে এবং স্পর্শকীয় তল সাপেক্ষে জাড্য ভ্রামকের রাশিমালা নির্ণয় করো।

উত্তর:—.....

২। নীচের সমীকরণগুলি প্রতিষ্ঠা করো (ঘূর্ণন গতির জন্য) :—

a)  $\omega = \omega_0 + \alpha t$

b)  $\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$

c)  $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\alpha\theta$

যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ প্রকাশ করে।

উত্তর :—.....

৩। a) একটি বস্তু না পিছলে গড়িয়ে চলার জন্য গতিশক্তির রাশিমালা নির্ণয় করো।

b) তিনটি বস্তু - একটি রিং, একটি নিরেট চোঙ এবং একটি নিরেট গোলক একই নততল বরাবর না পিছলে গড়িয়ে নামছে। এরা স্থিরাবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করেছিল। বস্তুগুলোর ব্যাসার্ধ অভিন্ন। কোন্ বস্তুটি সর্বোচ্চ বেগ নিয়ে নীচে নামবে?

উত্তর :—.....

## উত্তর সংকেত

বিভাগ - ক

1. (c)

2. (c)

3. (a)

4. (a)

5. (d)

6. (a)

7. (d)

8. (b)

9. (d)

10. (b)

## অষ্টম অধ্যায়

### মহাকর্ষ

মুখ্য শিখন সূচি :-

☞ যদি  $m_1$  ও  $m_2$  ভরের দুটি বস্তু  $r$  দূরত্বে রাখা থাকে তবে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রানুযায়ী তাদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল,

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

যেখানে  $G$  = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক

$$= 6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{kg}^2$$

☞ যদি পৃথিবীকে  $M$  ভর,  $R$  ব্যাসার্ধ ও  $\rho$  গড় ঘনত্বের সমসত্ত্ব গোলক ধরা হয় তবে পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{G}{R^2} \times \frac{4}{3} \pi R^3 \rho = \frac{4}{3} \pi R \rho G$$

☞ পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে  $h$  উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ

$$\text{i) } g' = g \left( \frac{R}{R+h} \right)^2$$

$$\text{ii) ক্ষুদ্র উচ্চতায় (h), } g' = g \left( 1 - \frac{2h}{R} \right)$$

☞ পৃথিবীপৃষ্ঠ থেকে  $d$  গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ

$$g' = g \left( 1 - \frac{d}{R} \right)$$

পৃথিবীর কেন্দ্রে  $d = R$  এবং  $g' = 0$

$$\text{যদি } R \gg h \text{ হয়, তবে } g \left( 1 - \frac{2h}{R} \right) = g \left( 1 - \frac{d}{R} \right)$$

$$\therefore d = 2h$$

☞ পৃথিবীর নিজ অক্ষের সাপেক্ষে আবর্তনের জন্য  $\phi$  অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণ

$$g' = g - R\omega^2 \cos^2 \phi$$

নিরক্ষীয় তলে,  $\phi = 0^\circ$  এবং  $g' = g - R\omega^2$

মেরু অঞ্চলে  $\phi = 90^\circ$  এবং  $g' = g$

☞  $m_1, m_2$  ভরের দুটি বস্তুকণা  $r$  দূরত্বে থাকলে মহাকর্ষীয় স্থিতিশক্তি

$$E_p = -\frac{Gm_1m_2}{r}$$

☞  $m$  ভরের বস্তুকণা থেকে  $r$  দূরত্বে মহাকর্ষীয় বিভব

$$V = \frac{-Gm}{r}$$

☞  $m$  ভরের বস্তুকণা থেকে  $r$  দূরত্বের কোন বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য

$$E = \frac{Gm}{r^2}$$

☞  $M$  ভর ও  $R$  ব্যাসার্ধের কোন গ্রহের পৃষ্ঠ থেকে  $h$  উচ্চতায় বৃত্তপথে আবর্তনশীল কোন উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ

$$V_0 = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$$

$h$  খুব ক্ষুদ্র হলে  $V_0 = \sqrt{gR}$

☞  $M$  ভর ও  $R$  ব্যাসার্ধের কোন গ্রহের পৃষ্ঠে মুক্তি দ্রুতির রাশিমালা

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR} = \sqrt{2}V_0 \text{ (h খুব ক্ষুদ্র হলে)}$$

☞ কেপলারের তৃতীয় সূত্রানুযায়ী কোন তারার চারদিকে  $r$  ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে প্রদক্ষিণরত গ্রহের প্রদক্ষিণ কাল  $T$  হলে,

$$T^2 \propto r^3$$

☞ ভূ-সমলয় উপগ্রহের প্রদক্ষিণকাল 24 ঘন্টা এবং ভূ-পৃষ্ঠ থেকে এর কক্ষপথের উচ্চতা প্রায় 36000 km



বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন কর :

(মান-১)

১। মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা হল—

- a)  $[ML^3T^{-2}]$       b)  $[M^{-1}L^{-3}T^{-2}]$       c)  $[ML^{-3}T^{-2}]$       d)  $[M^{-1}L^3T^{-2}]$

উত্তর : .....

২। কোন গ্রহের পৃষ্ঠ থেকে উৎক্ষিপ্ত  $m$  ভরের কোনো বস্তুর মুক্তি দ্রুতি বস্তুর ভরের সাথে কীরূপ সম্পর্ক যুক্ত?

- a)  $m^{-1}$  এর সমানুপাতিক  
b)  $m^0$  এর সমানুপাতিক  
c)  $m$  এর সমানুপাতিক  
d)  $m^2$  এর সমানুপাতিক

উত্তর : .....

৩। কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র কোন্ প্রাকৃতিক রাশির সংরক্ষণ সূত্রের উপর প্রতিষ্ঠিত—

- a) শক্তি      b) রৈখিক ভরবেগ      c) কৌণিক ভরবেগ      d) ভর

উত্তর : .....

৪। ভূ-পৃষ্ঠের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ ( $g$ ) ও পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্ব ( $r$ ) কীরূপে সম্পর্কিত?

- a)  $g \propto r$       b)  $g \propto \frac{1}{r}$       c)  $g \propto \frac{1}{r^2}$       d)  $g =$  ধ্রুবক

উত্তর : .....

৫। ভূ-পৃষ্ঠে কোন্ বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সর্বাধিক—

- a) মেরুতে      b) নিরক্ষীয় অঞ্চলে      c)  $45^\circ$  অক্ষাংশে      d) সর্বত্রই ধ্রুবক

উত্তর : .....

৬। যখন পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘোরে তখন নিম্নলিখিত রাশিগুলির মধ্যে কোন্টি ধ্রুবক থাকে—

- a) কৌণিক বেগ      b) গতিশক্তি      c) স্থিতিশক্তি      d) ক্ষেত্রীয় বেগ

উত্তর : .....

৭।  $m$  ও  $4m$  ভরের দুটি বস্তু  $r$  দূরত্বে অবস্থিত।  $4m$  দ্বারা  $m$  এর উপর প্রযুক্ত মহাকর্ষ বল  $F$  হলে  $m$  দ্বারা  $4m$  এর উপর প্রযুক্ত বল হবে—

- a)  $F$                       b)  $4F$                       c)  $\frac{F}{4}$                       d)  $2F$

উত্তর : .....

৮। পৃথিবী পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রপ্রাবল্যের মান হল—

- a)  $g$                       b)  $2g$                       c)  $4g$                       d)  $\frac{g}{2}$

উত্তর : .....

৯। যদি পৃথিবীপৃষ্ঠে কোন বস্তুর ওজন  $W$  হয় তবে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধের অর্ধেক গভীরতায় বস্তুটির ওজন হবে—

- a)  $W$                       b)  $\frac{W}{2}$                       c)  $2W$                       d)  $\frac{W}{4}$

উত্তর : .....

১০। অসীম দূরত্ব থেকে পৃথিবীর দিকে ধেয়ে আসা কোনো বস্তু পৃথিবী পৃষ্ঠে কত বেগে আঘাত করবে? (বায়ুর ঘর্ষণ উপেক্ষণীয়)

- a) অসীম                      b) শূন্য                      c)  $2\sqrt{gR}$                       d)  $\sqrt{2gR}$

উত্তর : .....

### বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন : ১

(মান-১)

১। দুটি বস্তুর মধ্যে মহাকর্ষীয় আকর্ষণ বল  $4N$ । তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করলে আকর্ষণ বলের মান কত হবে?

উত্তর : .....

২। দুটি বস্তুকে দূরত্ব সমান রেখে প্রথমে বাতাসে ও পরে জলে নিমজ্জিত করলে দুই ক্ষেত্রে মহাকর্ষ বলের অনুপাত নির্ণয় কর।

উত্তর : .....

৩। মহাকর্ষীয় বিভবের SI একক লেখো।

উত্তর : .....

৪। একটি উপগ্রহ পৃথিবীর চারদিকে 500J গতিশক্তি নিয়ে প্রদক্ষিণ করছে। উপগ্রহটির মোট যান্ত্রিক শক্তি কত?

উত্তর : .....

৫। পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে দূরত্বের সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর : .....

৬। m ও 2m ভরের দুটি উপগ্রহ একই কক্ষপথে পৃথিবীকে আবর্তন করলে তাদের প্রদক্ষিণ দ্রুতির অনুপাত কত?

উত্তর : .....

৭। যদি সূর্যের চারদিকে r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে আবর্তনশীল কোনো গ্রহের পর্যায়কাল T হয় তবে  $r^{3/2}$  এর সাপেক্ষে T এর লেখচিত্র কোন্ জ্যামিতিক আকৃতির হবে?

উত্তর : .....

৮। দিল্লি এবং সিমলার মধ্যে কোথায় তুমি তোমার নিজের ওজন অপেক্ষাকৃত কম অনুভব করবে এবং কেন?

উত্তর : .....

৯। মুক্তিদ্রুতি কী?

উত্তর : .....

১০। ভূসমলয় উপগ্রহের প্রদক্ষিণকাল কত?

উত্তর : .....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-২ :

(মান-২)

১। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রকে সার্বজনীন বলা হয় কেন?

উত্তর : .....

২। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক (G) ও অভিকর্ষজ ত্বরণের (g) মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

৩। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃষ্ঠের মানের 1%।

উত্তর : .....

৪। ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) ও পৃথিবীর গড় ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

উত্তর : .....

৫। দেখাও যে উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ তার ভরের উপর নির্ভরশীল নয়।

উত্তর : .....

৬। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের তুলনায় যথাক্রমে 80 গুণ এবং 4 গুণ। পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান  $10\text{m/s}^2$  হলে চাঁদের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত?

উত্তর : .....

৭। ভূ-সমলয় উপগ্রহের ব্যবহার লেখো।

উত্তর : .....

৮। উপগ্রহে মহাকাশচারীর ভারহীনতার কারণ ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : .....

৯। চাঁদে কোন বায়ুমণ্ডল নেই কেন?

উত্তর :— .....

১০। সূর্য এবং পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব হঠাৎ করে বর্তমান দূরত্বের অর্ধেক হয়ে গেলে এক বৎসরে কতদিন থাকবে?

উত্তর :— .....

### বিভাগ-ঘ

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১ :

(মান-৩)

১। পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতার দ্রুণ অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো। ( $h \ll R$ )

উত্তর : .....

২। প্রমাণ করো যে পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য।

উত্তর : .....

৩। পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে 'h' উচ্চতা ও 'd' গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হলে 'h' ও 'd' এর মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো। যেখানে 'h' ও 'd' উভয়ই পৃথিবীর ব্যাসার্ধের তুলনায় নগণ্য।

উত্তর : .....

৪। কেপলারের তৃতীয় সূত্রের গাণিতিক সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

৫। তিনটি  $m$  ভরের বস্তুকণা  $a$  বাহুবিশিষ্ট সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি শীর্ষবিন্দুতে অবস্থিত। যদি তারা পারস্পরিক মহাকর্ষ বলের প্রভাবে বৃত্তপথে আবর্তন করে তবে প্রতিটি কণার রৈখিক বেগ কত?

উত্তর : .....

৬। প্রমাণ কর যে ভূ-পৃষ্ঠের খুব নিকটে আবর্তনশীল কোন কৃত্রিম উপগ্রহের প্রদক্ষিণ বেগ পৃথিবীর মুক্তিদ্রুতির  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  গুণ।

উত্তর : .....

৭। যদি কোনো বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে মুক্তিদ্রুতির  $\frac{1}{\sqrt{2}}$  গুণ বেগে উর্ধ্বে উৎক্ষেপ করা হয় তবে বস্তুটি ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় উঠবে?

উত্তর : .....

৮। একটি বিন্দুভরের জন্য মহাকর্ষীয় বিভবের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

৯।  $m$  ভর ও  $l$  দৈর্ঘ্যের একটি তারকে একটি অর্ধবৃত্তের আকারে বাঁকানো হলে অর্ধবৃত্তের কেন্দ্রের মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রপ্রবাল্য নির্ণয় কর।

উত্তর : .....

১০। 'l' দৈর্ঘ্য ও 'm' ভরের একটি দণ্ড X অক্ষ বরাবর রাখা আছে। দণ্ডের যে-কোনো এক প্রান্ত থেকে তার অক্ষ বরাবর l দূরত্বের কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

### বিভাগ-ঙ

বিষয়ভিত্তিক উত্তরধর্মী প্রশ্ন :-২

(মান-৫)

১। পৃথিবীর নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণনের জন্য ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর। এর থেকে প্রমাণ কর মেবু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের উপর পৃথিবীর ঘূর্ণনের কোনো প্রভাব নেই।

উত্তর : .....

.....

২। মুক্তিদ্রুতি কী? কোন গ্রহের পৃষ্ঠে মুক্তিদ্রুতির রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

৩। ভূ-সমলয় উপগ্রহ কী? এর বৈশিষ্ট্য লেখো। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে ভূ-সমলয় উপগ্রহের কক্ষপথের উচ্চতা নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

৪। পৃথিবীর চারদিকে প্রদক্ষিণরত কৃত্রিম উপগ্রহের মোট শক্তির রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো। এর থেকে উপগ্রহের গতিশক্তি, স্থিতিশক্তি ও মোট শক্তির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

উত্তর সংকেত

বিভাগ - ক

- |        |        |        |         |        |        |
|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 1. (d) | 2. (b) | 3. (c) | 4. (a)  | 5. (a) | 6. (d) |
| 7. (a) | 8. (a) | 9. (b) | 10. (d) |        |        |

বিভাগ - খ

- |             |                        |                      |              |        |
|-------------|------------------------|----------------------|--------------|--------|
| 1. 1N       | 2. 1:1                 | 3. JKg <sup>-1</sup> | 4. -500J     | 6. 1:1 |
| 7. সরল রেখা | 8. সিমলা, উচ্চতার জন্য |                      | 10. 24 ঘন্টা |        |



## নবম অধ্যায়

### কঠিন পদার্থের যান্ত্রিক ধর্মাবলি

মুখ্য শিখন সূচি :-

☞ পীড়ন =  $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$

☞ বিকৃতি =  $\frac{\text{মাত্রার পরিবর্তন}}{\text{প্রাথমিক মাত্রা}}$   
 $= \frac{\Delta L}{L}$  বা  $\frac{\Delta V}{V}$  বা  $\theta$

☞ হুকের সূত্র : স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে, পীড়ন  $\propto$  বিকৃতি

☞ ইয়ং গুণাঙ্ক =  $\frac{\text{অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{F.L}{A.\Delta L}$

☞ আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক =  $\frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{F.V}{A.\Delta V} = \frac{P.V}{\Delta V}$

☞ দৃঢ়তা গুণাঙ্ক =  $\frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}} = \frac{F}{A.\theta}$

☞ সংনম্যতা =  $\frac{1}{\text{আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক}} = \frac{\Delta V}{V.P}$

☞ পয়সনের অনুপাত =  $\frac{\text{পার্শ্বীয় বিকৃতি}}{\text{অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{\Delta D.L}{D.\Delta L}$

☞ পয়সনের অনুপাতের তত্ত্বগত মানের সীমা -1 থেকে 0.5 এবং ব্যবহারিক মানের সীমা 0 থেকে 0.5।

☞ টান করা তারে শক্তি ঘনত্ব  $= \frac{1}{2} \times$  পীড়ন  $\times$  বিকৃতি

☞ বল ধ্রুবক ( $K$ )  $= \frac{\text{স্থিতিস্থাপক বল}}{\text{দৈর্ঘ্য পরিবর্তন}} = \frac{F}{x}$

### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন কর :

(মান-১)

১। পীড়নের মাত্রা হল—

- a)  $[ML^{-1}T^{-1}]$       b)  $[M^{-1}LT^{-1}]$       c)  $[M^{-1}L^{-1}T]$       d)  $[MLT^{-1}]$

উত্তর : .....

২। কী প্রকারের বস্তুতে ইয়ং গুণাঙ্ক থাকে—

- a) কঠিন      b) তরল      c) গ্যাসীয়      d) সকল প্রকার

উত্তর : .....

৩। কোন্ প্রকার বস্তুর দৃঢ়তা গুণাঙ্ক শূন্য হয়—

- a) কেবলমাত্র কঠিন      b) কেবলমাত্র তরল      c) কেবলমাত্র গ্যাসীয়      d) তরল ও গ্যাস উভয়ই

উত্তর : .....

৪। যদি  $k$  বল ধ্রুবক বিশিষ্ট কোন স্প্রিংকে সমান তিন ভাগে ভাগ করা হয় তবে প্রতিটি অংশের স্প্রিং ধ্রুবক হবে—

- a)  $k$       b)  $2k$       c)  $3k$       d)  $\frac{k}{3}$

উত্তর : .....

৫। নিম্নলিখিত পদার্থগুলোর মধ্যে কোনটি সবচেয়ে ভাল স্থিতিস্থাপক—

- a) লোহা      b) ইস্পাত      c) রাবার      d) তুলা

উত্তর : .....

৬। কোনো তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত 0.5। টেনে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করার ফলে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 4% হ্রাস পেলে তারের দৈর্ঘ্য কত শতাংশ বৃদ্ধি পাবে?

- a) 1%      b) 2%      c) 2.5%      d) 4%

উত্তর :.....

৭। নিচের সংখ্যাগুলোর মধ্যে কোনটি পয়সনের অনুপাতের মান হতে পারে না?

- a) 0.1                      b) 0.2                      c) 0.5                      d) 0.7

উত্তর :.....

৮। পূর্ণ স্থিতিস্থাপক পদার্থের ইয়ং গুণাঙ্কের মান—

- a)  $10^{12} \text{N/m}^2$                       b)  $10^{10} \text{N/m}^2$                       c) অসীম                      d) শূন্য

উত্তর :.....

৯। আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক (K) ও সংনম্যতার ( $\beta$ ) মধ্যে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক?

- a)  $K\beta = 1$                       b)  $K\alpha \frac{1}{\beta}$                       c)  $K = \beta$                       d)  $2K = \beta$

উত্তর :.....

১০। নিচের কোনটির উপর ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ভর করে—

- a) দৈর্ঘ্য                      b) ব্যাসার্ধ                      c) প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল                      d) উপাদানের প্রকৃতি

উত্তর :.....

### বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন : ১

(মান-১)

১। ইস্পাতের ইয়ং গুণাঙ্ক  $2 \times 10^{11} \text{N/m}^2$  বলতে কী বোঝ?

উত্তর : .....

২। সংনম্যতার একক লেখো।

উত্তর :.....

৩। স্থিতিস্থাপক সীমা কী?

উত্তর :.....

৪। পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাতের সাধারণ নাম কী?

উত্তর :.....

৫। কোনো উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান তাপমাত্রার সাথে কীভাবে পরিবর্তিত হয়?

উত্তর :.....

৬। একটি তার না ছিঁড়ে সর্বাধিক 20 কেজি ভার সহ্য করতে পারে। তারটিকে সমান দুই ভাগে ভাগ করলে প্রতিটি টুকরো সর্বাধিক কত ভার সহ্য করতে পারবে?

উত্তর :.....

৭। কোনো তারকে টেনে ছেঁড়া হলে তারের তাপমাত্রার হঠাৎ কী পরিবর্তন হবে?

উত্তর :.....

৮। কৃস্তুন পীড়নের প্রয়োগে কোন কঠিনের আয়তন কিরূপ পরিবর্তন হয়?

উত্তর :.....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-২ :

(মান-২)

১। স্প্রিং এর বল ধ্রুবক কী? এর একক লেখো।

উত্তর :.....

২। পয়সনের অনুপাত কী? এর তত্ত্বগত ও ব্যবহারিক মানের সীমা কত?

উত্তর :.....

৩। ইস্পাত রবার অপেক্ষা ভাল স্থিতিস্থাপক বস্তু— ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :.....

৪। তাপীয় পীড়ন কী?

উত্তর :.....

৫। একটি ধাতব দণ্ডের ব্যাস 25 cm। অনুদৈর্ঘ্য বল প্রয়োগ করে এর দৈর্ঘ্য 0.04% বৃদ্ধি করা হল। দণ্ডের ব্যাস  $3 \times 10^{-4}$  cm হ্রাস পেলে উপাদানের পয়সনের অনুপাতের মান কত?

উত্তর :.....

৬। একটি উল্লম্ব চোজাকৃতি দণ্ডের অসহ পীড়ন  $10^6 \text{ N/m}^2$ । দণ্ডের উপাদানের ঘনত্ব  $2 \times 10^4 \text{ kg/m}^3$  হলে দণ্ডের সর্বাধিক উচ্চতা কত হবে?

উত্তর :.....

### বিভাগ-ঘ

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১ :

(মান-৩)

১। সংজ্ঞা দাও— পীড়ন, বিকৃতি, অসহভার।

উত্তর :.....

২। ছাদ থেকে বুলন্ত কোনো তারের নিজের ওজনের জন্য দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তরঃ.....

৩। 2m দীর্ঘ ও  $2\text{mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তার ঘরের ছাদ থেকে ঝোলানো রয়েছে। তারের মুক্ত প্রান্ত থেকে 4kg ভরের বস্তু ঝোলানো হলে তারের দৈর্ঘ্যবৃদ্ধি কত হবে? ( $Y=2\times 10^{12}\text{dyn/cm}^2$ )

উত্তর :.....

৪। একটি তারের দৈর্ঘ্য 10 মিঃ এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল  $2\text{ মিমি}^2$ । তারকে ছাদ থেকে ঝুলিয়ে এর মুক্ত প্রান্তে 2kg ভর ঝোলালে তারের অণুদৈর্ঘ্য পীড়ন হয় 0.001%। তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ও পীড়ন নির্ণয় করো।

উত্তর :.....

৫। 4m দীর্ঘ এবং  $1\text{mm}^2$  প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তারের 1mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে 0.08J কৃতকার্যের প্রয়োজন। তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় করো।

উত্তর :.....

### বিভাগ-৬

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১ :-

(মান-৫)

১। স্থিতিস্থাপকতার হকের সূত্র বিবৃত করো এবং স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একক লেখো। ইয়ং গুণাঙ্ক, আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক ও দৃঢ়তা গুণাঙ্ক -এর সংজ্ঞা দাও ?

উত্তর :.....

২। স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি কী? প্রমাণ কর বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির ক্ষেত্রে শক্তি ঘনত্ব  $= \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$ ।

উত্তর :.....

৩। কুস্তন পীড়ন কী? যদি বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোন তারের অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি 'e' হয় এবং পয়সনের অনুপাত  $\sigma$  হয় তবে প্রমাণ কর যে আয়তন বিকৃতি  $= e(1-2\sigma)$

উত্তর :.....

### উত্তর সংকেত

বিভাগ - ক

1. (a)

2. (a)

3. (d)

4. (c)

5. (d)

6. (d)

7. (d)

8. (c)

9. (a)

10. (d)

## দশম অধ্যায়

# প্রবাহীর যান্ত্রিক ধর্মাবলি

মুখ্য শিখন সূচি :-

☞ ঘনত্ব =  $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

☞ আপেক্ষিক ঘনত্ব বা আপেক্ষিক গুরুত্ব =  $\frac{\text{কোন বস্তুর ঘনত্ব}}{4^\circ C \text{ উষ্ণতায় জলের ঘনত্ব}}$

☞ স্থির তরলের মুক্ততল থেকে 'h' গভীরতার কোন বিন্দুতে তরলের চাপ,  $P = h\rho g$  (যেখানে  $\rho =$  তরলের ঘনত্ব)

☞ U নলে দুটি অমিশ্রণযোগ্য তরলের সাম্যাবস্থার শর্ত  $\frac{h_1}{\rho_1} = \frac{h_2}{\rho_2}$

☞ যখন কোনো বস্তু তরলে ভাসমান থাকে তখন—

বস্তুর ওজন = বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন।

☞ যখন কোনো বস্তু তরলে সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত হয় তখন,—

বস্তুর আয়তন = বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের আয়তন।

☞ আর্কিমিডিসের নীতি অনুযায়ী যখন কোন বস্তু সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে তরলে নিমজ্জিত হয় তখন, বস্তুর আপাত ওজন হ্রাস = বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন।

☞  $\sigma$  ঘনত্ব বিশিষ্ট বস্তুর যে অংশ  $\rho$  ঘনত্ব বিশিষ্ট তরলে নিমজ্জিত থাকবে তা হল,  $\frac{v}{V} = \frac{\sigma}{\rho}$  (যেখানে  $\sigma < \rho$ )

☞ পৃষ্ঠটান  $T = \frac{F}{l}$ , F = স্পর্শকীয় বল, l = রেখার দৈর্ঘ্য।

☞ তরলের মুক্তপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল একক পরিমাণে বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কার্যের প্রয়োজন তাকে পৃষ্ঠশক্তি বলে। পৃষ্ঠশক্তি ও পৃষ্ঠটান সংখ্যাগতভাবে সমান।

☞ তরল বিন্দু বা তরলের অভ্যন্তরে থাকা বায়ু বুদবুদের ভেতর অতিরিক্ত চাপ,  $\Delta P = \frac{2T}{R}$



- ☞ সাবান বুদবুদের অভ্যন্তরে অতিরিক্ত চাপ,  $\Delta P = \frac{4T}{R}$
- ☞ তরলের পৃষ্ঠটান তাপমাত্রা বৃদ্ধি সাথে হ্রাস পায়।
- ☞ কৃতকার্য = পৃষ্ঠটান  $\times$  ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি।
- ☞ সান্দ্রতা বল  $F = \eta A \frac{dv}{dx}$
- ☞ স্টোকের সূত্রানুযায়ী  $r$  ব্যাসার্ধের গোলকে সান্দ্রতাজনিত বল  $F = 6\pi\eta rv$
- ☞ প্রান্তিক বেগ  $V = \frac{2r^2(\rho - \sigma)g}{9\eta}$
- ☞ সন্ধিবেগ  $V_c = R \frac{\eta}{\rho l}$  যেখানে  $R =$  রেনল্ড সংখ্যা  
যদি  $R < 2000$  হয় তবে প্রবাহ ধারারেখ  
যদি  $R > 3000$ , হয় তবে প্রবাহ অশান্ত
- ☞ ধারাবাহিকতার সমীকরণ  $\alpha V =$  'ধুবক'
- ☞ কৈশিক নলে তরল স্তরের উচ্চতা,  $h = \frac{2T \cos \theta}{r\rho g}$
- ☞ বাগৌলির উপপাদ্য,  $\frac{P}{\rho g} + h + \frac{v^2}{2g} =$  ধুবক
- ☞ তরলের নিঃসরণ বেগ তথা টরেসেলির সূত্র,  $v = \sqrt{2gh}$

#### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন কর :

(মান-১)

- ১। হাইড্রোলিক প্রেসের কার্যনীতি কোন্ নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত?
- a) আর্কিমিডিসের নীতি
  - b) শক্তি সংরক্ষণ নীতি
  - c) ঘাত বৃদ্ধির নীতি
  - d) উপরের একটিও না।

উত্তর : .....

- ২। একটি বরফের টুকরোর  $\frac{1}{11}$  অংশ জলের উপর ভাসছে। বরফের ঘনত্ব হবে—

- a) 1 g/cc      b) 0.91 g/cc      c) 0.89 g/cc      d) 0.8 g/cc

উত্তর : .....

৩। চাপের মাত্রা—

- a)  $MLT^{-2}$       b)  $ML^{-1}T^{-2}$       c)  $ML^{-1}T^{-1}$       d)  $ML^{-1}T^{-3}$

উত্তর : .....

৪। একটি পাত্রে রাখা তরলের মুক্ততল থেকে h গভীরতায় একটি ছিদ্র আছে। ঐ ছিদ্র দিয়ে তরলের নির্গমন বেগ হবে—

- a)  $\sqrt{gh}$       b)  $2\sqrt{gh}$       c)  $\sqrt{2gh}$       d) gh

উত্তর : .....

৫। মহাকর্ষ বলের অনুপস্থিতিতে নিচের কোন্ ধর্মটি তরলে অনুপস্থিত থাকবে?

- a) সান্দ্রতা      b) পৃষ্ঠটান      c) চাপ      d) প্লবতা

উত্তর : .....

৬। পৃষ্ঠটান ক্রিয়া করে—

- a) তরলের মুক্ততলে স্পর্শকীয়ভাবে  
b) তরলের মুক্ততলে উল্লম্বভাবে  
c) তরলের মুক্ততলে যে-কোনো কোণে  
d) উপরের সবগুলো

উত্তর : .....

৭। সংকট তাপমাত্রায় কোনো তরলের পৃষ্ঠটান—

- a) অসীম      b) ধনাত্মক      c) ঋণাত্মক      d) শূণ্য

উত্তর : .....

৮। দুটি সাবান বুদবুদের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1:3 হলে তাদের ভেতর অতিরিক্ত চাপের অনুপাত হবে—

- a) 1:3      b) 3:1      c) 9:1      d) 1:1

উত্তর : .....

৯। সমুদ্রের জলে তেল ফেললে ঢেউ-এর তীব্রতা হ্রাস পায় কারণ—

- a) জলের পৃষ্ঠটান হ্রাস পায়
- b) জলের পৃষ্ঠটান বৃদ্ধি পায়
- c) জলের প্লবতা হ্রাস পায়
- d) জলের প্লবতা বৃদ্ধি পায়

উত্তর :.....

১০। নীচের কোনটির উপর তরলের পৃষ্ঠটান নির্ভর করে না—

- a) তরলের প্রকৃতি
- b) তাপমাত্রা
- c) দ্রবীভূত বস্তুর প্রকৃতি
- d) বায়ুমণ্ডলীয় চাপ

উত্তর :.....

১১। বার্গোলির উপপাদ্য কোন সংরক্ষণ নীতির উপর প্রতিষ্ঠিত—

- a) ভর
- b) ভরবেগ
- c) শক্তি
- d) তড়িতাধান

উত্তর :.....

১২। দুটি বৃষ্টির ফোঁটার প্রান্তিক বেগের অনুপাত 4:9 হলে তাদের ব্যাসার্ধের অনুপাত হল—

- a) 4:9
- b) 2:3
- c) 3:2
- d) 9:4

উত্তর :.....

১৩। রেনল্ড সংখ্যার মাত্রা হল—

- a)  $ML^{-1}T^{-2}$
- b)  $M^0L^0T^{-2}$
- c)  $M^0L^0T^0$
- d)  $ML^{-2}T^{-2}$

উত্তর :.....

১৪। তরল প্রবাহের হার নির্ণয়ে কোন সূত্র ব্যবহৃত হয়?

- a) বার্গোলির সূত্র
- b) স্টোকের সূত্র
- c) পয়সলীর সূত্র
- d) নিউটনের সূত্র

উত্তর :.....

১৫। 0.1 সেমি ব্যবধানে থাকা দুটি তরলস্তরের আপেক্ষিক বেগ 8 সেমি/সেকেন্ডে হলে বেগের নতিমাত্রা হবে—

- a)  $40 s^{-1}$
- b)  $60 s^{-1}$
- c)  $80 s^{-1}$
- d)  $20 s^{-1}$

উত্তর :.....

বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন :

(মান-১)

১। চাপ কী রকম প্রাকৃতিক রাশি? স্কেলার না ভেক্টর।

উত্তর :.....

২। আর্কিমিডিসের নীতি কী অবাধে পতনশীল লিফট প্রযোজ্য হবে? হ্যাঁ বা না তে উত্তর দাও।

উত্তর : .....

৩। পাস্কালের সূত্রটি বিবৃত করো।

উত্তর :.....

৪। আপেক্ষিক গুরুত্বের SI একক লেখো।

উত্তর :.....

৫। জলে ভাসমান 5 kg ভরের বস্তুর আপাত ওজন কত? বস্তুর ঘনত্ব  $8050 \text{ kg/m}^3$ ।

উত্তর :.....

৬। কৈশিকতা কী?

উত্তর : .....

৭। পৃষ্ঠটানের মাত্রা লেখো।

উত্তর :.....

৮। স্পর্শকোণ কী?

উত্তর :.....

৯। যদি একটি কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হয় তবে নলে উপস্থিত তরল স্তরের উচ্চতার কী পরিবর্তন হবে?

উত্তর : .....

১০। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে তরলের পৃষ্ঠটানের কী পরিবর্তন হয়?

উত্তর :.....

১১। ‘কোনো তরলের সান্দ্রতাক্ষ 12 পয়েজ’— বলতে কী বোঝ?

উত্তর :.....

১২। সান্দ্রতাক্ষের মাত্রা লেখ।

উত্তর :.....

১৩। প্রান্তীয় বেগ কী?

উত্তর :.....

১৪। শূন্যস্থানে কোন পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা কখনো প্রান্তীয় বেগ লাভ করতে পারেনা কেন?

উত্তর :.....

১৫। তিনটি পৃথক পাত্রে সমপরিমাণে জল, মধু ও পিচ পৃথক ভাবে নিয়ে সমভাবে নাড়ানো হল। নাড়ানো থামানোর পর কোন তরল সবার আগে স্থির হবে এবং কেন?

উত্তর :.....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১ :

(মান-২)

১। প্রমাণ করো স্থির তরলের মুক্ততল সর্বদা অনুভূমিক থাকে।

উত্তর :.....

২। পাস্কালের সূত্র কী গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হবে— ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :.....

৩। একটি পাত্রে কিছু জল রাখা আছে। পাত্রের তলদেশ থেকে একটি তৈলবিন্দু জলের মধ্য দিয়ে  $\frac{g}{3}$  ত্বরণে উপরে উঠলে তৈলবিন্দুটির ঘনত্ব কত?

উত্তর :.....

৪। তরলের পৃষ্ঠটান কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর :.....

৫। জলের মধ্যে ছোট একটুকরো কপূর ফেললে ইহা ইতস্তত : নড়াচড়া করে কেন?

উত্তর :.....

৬। একটি সাবান বুদবুদের ব্যাস 2 cm। এর ব্যাস বৃদ্ধি করে 4 cm করতে কত কার্যের প্রয়োজন হবে। (সাবান দ্রবণের পৃষ্ঠটান  $=3 \times 10^{-2} \text{Nm}^{-1}$ )

উত্তর :.....

৭। গাণিতিক সমীকরণ সহ বার্গোলির উপপাদ্যটি লেখো।

উত্তর :.....

৮। সান্দ্রতাঙ্ক কী?

উত্তর : .....

৯। প্রচণ্ড ঝড়ের সময় ঘরের দরজা বা জানালা বন্ধ রাখা উচিত নয় কেন?

উত্তর :.....

১০। ধারাবাহিকতার সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর।

উত্তর :.....

বিভাগ-ঘ

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১ :

(মান-৩)

১। সাবান বুদ্ধবুদ্ধের অভ্যন্তরে অতিরিক্ত চাপের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

২। দেখাও যে পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি সংখ্যাগতভাবে সমান।

উত্তর : .....

৩। 2 mm ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট ৪টি তরলবিন্দু মিলিত হয়ে বড় তরল বিন্দুতে রূপান্তরিত হয়। যদি তরলটির পৃষ্ঠটান 5 dyn/cm হয় তবে কৃতকার্য নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

৪। স্থির তরলের কোনো বিন্দুতে চাপের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

৫। আর্কিমিডিসের নীতি প্রয়োগ করে তরল অপেক্ষা ঘন কোনো কঠিনের ঘনত্ব কীভাবে নির্ণয় করবে?

উত্তর : .....

৬। একটি কঠিন বস্তুর আয়তন 36 cm<sup>3</sup> এবং ইহা তার আয়তনের  $\frac{1}{4}$  অংশ জলের উপর রেখে ভাসতে পারে। কঠিন বস্তুটির ভর ও ঘনত্ব নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

৭। ধারারেখ প্রবাহ, অশান্ত প্রবাহ ও সম্ভিবগ কী?

উত্তর :.....

৮। স্প্রয়ারের কার্যনীতি লেখো।

উত্তর :.....

৯। স্টোকের সূত্রটি লেখো ও মাত্রা বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে প্রমাণ করো।

উত্তর :.....

১০। এরোপ্লেনের দুই ডানার মোট ক্ষেত্রফল  $2.5 \text{ m}^2$ । ডানার উপর ও নিচ দিয়ে প্রবাহিত বাতাসের বেগ যথাক্রমে  $70 \text{ m/s}$  এবং  $63 \text{ m/s}$ । বাতাসের ঘনত্ব  $1.3 \text{ kg/m}^3$  হলে এরোপ্লেনের উপর উর্ধ্বমুখী বল কত?

উত্তর :.....

### বিভাগ-৬

দীর্ঘ উত্তরধর্মী প্রশ্ন-২ :-

(মান-৫)

১। স্পর্শকোণ কী? কৈশিক নল বরাবর তরলের উর্ধ্বারোহণের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :.....



২। প্লবতা কী? প্রমাণ কর তরলে সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত বস্তুর উপর প্লবতা বল বস্তুর সম আয়তন তরলের ওজনের সমান।

উত্তর :.....

৩। তরলের ঘাত বৃদ্ধির নীতিটি প্রতিষ্ঠা করো। প্রমাণ কর এক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণ সূত্র লঙ্ঘিত হয় না।

উত্তর :.....

৪। প্রান্তীয় বেগ কী? স্টোকেস সূত্রের সাহায্যে এর রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :.....

৫। U- নলে অমিশ্রণযোগ্য দুটি তরলের সাম্যাবস্থার শর্ত প্রতিষ্ঠা করো। টরেসেলির উপপাদ্যটি লেখো ও প্রমাণ করো।

উত্তর :.....

### উত্তর সংকেত

বিভাগ - ক

- |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. (c)  | 2. (d)  | 3. (b)  | 4. (c)  | 5. (d)  | 6. (a)  |
| 7. (d)  | 8. (b)  | 9. (a)  | 10. (d) | 11. (c) | 12. (b) |
| 13. (c) | 14. (c) | 15. (c) |         |         |         |

## একাদশ অধ্যায়

### পদার্থের তাপীয় ধর্মাবলি

মুখ্য শিখন সূচি :-

☞ কোনো থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে,  $\frac{\text{থার্মোমিটারের পাঠ-নিম্নস্থিরাঙ্ক}}{\text{উর্ধ্বস্থিরাঙ্ক-নিম্নস্থিরাঙ্ক}} = \text{ধুবক}$

☞ সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক  $\frac{c}{5} = \frac{F-32}{9}$

☞ সেলসিয়াস ও কেলভিন স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক,  $C + 273 = K$

☞ কঠিনের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক  $\alpha = \frac{l_2 - l_1}{l_1(\theta_2 - \theta_1)}$

☞ কঠিনের ক্ষেত্র প্রসারণ গুণাঙ্ক  $\beta = \frac{S_2 - S_1}{S_1(\theta_2 - \theta_1)}$

☞ কঠিনের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক  $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)}$

☞ কঠিনের তিন প্রকার প্রসারণ গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক  $\alpha = \frac{\beta}{2} = \frac{\gamma}{3}$

☞ তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক  $\gamma = \frac{V_2 - V_1}{V_1(\theta_2 - \theta_1)}$

☞ তরলের আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক  $\gamma' = \frac{V_2 - V_1'}{V_1'(\theta_2 - \theta_1)}$

☞ তরলের দুই প্রকার প্রসারণ গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক  $\gamma = \gamma' + \gamma_s$

☞ বয়েলের সূত্র  $PV = \text{ধুবক}$ , (যখন  $T$  ধুবক)

☞ চার্লসের সূত্র,  $\frac{V}{T} = \text{ধুবক}$

এবং  $V_t = V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$  (যখন  $P$  ধ্রুবক)

☞ চাপের সূত্র,  $\frac{P}{T} = \text{ধ্রুবক}$

এবং  $P_t = P_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right)$  (যখন  $V$  ধ্রুবক)

☞ পরম শূন্য তাপমাত্রা = OK =  $-273^\circ\text{C}$

☞ গ্যাসের আয়তন গুণাঙ্ক  $\gamma_p = \frac{V_t - V_0}{V_0(t - t_0)}$

☞ গ্যাসের চাপ গুণাঙ্ক  $\gamma_v = \frac{P_t - P_0}{P_0(t - t_0)}$

☞ তাপমাত্রা পরিবর্তনে বস্তু কর্তৃক গৃহীত/বর্জিত তাপ,  $H = ms\Delta\theta$

☞ ক্যালোরিমিতির মূল নীতি, গৃহীত তাপ = বর্জিত তাপ

☞ কোন বস্তুর তাপগ্রাহীতা বা জলসম =  $ms$  (C.G.S পদ্ধতিতে)

☞ অবস্থার পরিবর্তনে বস্তু কর্তৃক গৃহীত/বর্জিত তাপ  $H = mL$

☞ কঠিনের মধ্য দিয়ে তাপ পরিবহনের হার  $\frac{Q}{T} = \frac{kA(\theta_2 - \theta_1)}{x}$

☞ তাপীয় রোধ,  $R_{th} = \frac{x}{kA}$  এবং তাপীয় রোধাঙ্ক  $\rho_{th} = \frac{t}{k}$

☞ কারশফের সূত্র,  $\frac{e_\lambda}{a_\lambda} = E_\lambda$

☞ স্টিফান বোলজ্‌ম্যান সূত্র  $E = \sigma(T^4 - T_0^4)$

যেখানে  $\sigma =$  বোলজ্‌ম্যান ধ্রুবক,  $T =$  বস্তুর পরম তাপমাত্রা,

$T_0 =$  পারিপার্শ্বিকের পরম তাপমাত্রা।

☞ নিউটনের শীতলীকরণ সূত্র :- বস্তু ও পারিপার্শ্বিকের মধ্যে তাপমাত্রা পার্থক্য কম হলে বস্তুর তাপমাত্রা পরিবর্তনের

হার,  $\frac{dT}{dt} \propto (T - T_0)$

☞ ভীনের সরণ সূত্র,  $\lambda_m T = \text{ধ্রুবক}$

বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন কর :

(মান-১)

১। দুটি বস্তু তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকবে যখন তাদের—

- a) তাপ সমান
- b) গতিশক্তি সমান
- c) স্থিতিশক্তি সমান
- d) তাপমাত্রা সমান

উত্তর : .....

২। কেলভিন স্কেলের উর্ধ্বস্থিরাঙ্ক—

- a) 100K
- b) 212K
- c) 273K
- d) 373K

উত্তর : .....

৩। প্রমাণ চাপে কোন থার্মোমিটারে বরফের তাপমাত্রা  $5^\circ$  এবং ফুটন্ত জলের তাপমাত্রা  $99^\circ$ । এই থার্মোমিটারের কোনো বস্তুর তাপমাত্রার পাঠ  $52^\circ$  হলে ফারেনহাইট স্কেলে এর মান হবে—

- a)  $109^\circ\text{F}$
- b)  $130^\circ\text{F}$
- c)  $100^\circ\text{F}$
- d)  $122^\circ\text{F}$

উত্তর : .....

৪। যদি তাপ প্রয়োগে কোনো কঠিন ঘনকের প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য 2% বৃদ্ধি পায় তবে ঘনকটির আয়তনের শতকরা বৃদ্ধি হবে—

- a) 1%
- b) 2%
- c) 4%
- d) 6%

উত্তর : .....

৫। দুটি  $l_1$  ও  $l_2$  দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট ভিন্ন প্রকৃতির কঠিন দণ্ডের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $\alpha_1$  ও  $\alpha_2$ । যেকোনো তাপমাত্রা ব্যবধানে তাদের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সমান হবে যদি—

- a)  $l_1 l_2 = \alpha_2 l_1$
- b)  $\alpha_1 l_1 = 2\alpha_2 l_2$
- c)  $\alpha_1 l_1 = \alpha_2 l_2$
- d)  $2\alpha_1 l_1 = \alpha_2 l_2$

উত্তর : .....

৬। একটি ধাতব চাকতির কেন্দ্রে একটি ছিদ্র আছে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে—

- a) ছিদ্রের ক্ষেত্রফল হ্রাস পাবে
- b) ছিদ্রের ক্ষেত্রফল অপরিবর্তিত থাকবে
- c) ছিদ্রের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পাবে
- d) ছিদ্র এবং চাকতির উপাদান উভয়ের ক্ষেত্রফল অপরিবর্তিত থাকবে।

উত্তর :—.....

৭। যদি কিছু পরিমাণ জলের তাপমাত্রা  $0^{\circ}\text{C}$  থেকে  $10^{\circ}\text{C}$  পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হয় তবে জলের আয়তন—

- a) হ্রাস পাবে
- b) প্রথমে হ্রাস পাবে পরে বৃদ্ধি পাবে
- c) প্রথমে বৃদ্ধি পাবে পরে হ্রাস পাবে
- d) বৃদ্ধি পাবে

উত্তর :.....

৮। i) 'দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্কের একক  $\text{K}^{-1}$ ' ii) 'আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্কের একক  $\text{K}^{-1}$ ' এই দুই মন্তব্যের মধ্যে—

- a) (i) ও (ii) উভয়ই সঠিক
- b) (i) ও (ii) উভয়ই ভুল
- c) (i) নং মন্তব্য সঠিক (ii) নং মন্তব্য ভুল
- d) (i) নং মন্তব্য ভুল (ii) নং মন্তব্য সঠিক

উত্তর :.....

৯। কোনো পাত্রে রাখা কিছু পরিমাণ তরলের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্ক  $x$  এবং পাত্রের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ

গুণাঙ্ক  $\frac{x}{3}$ । তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে তরল স্তরের উচ্চতা—

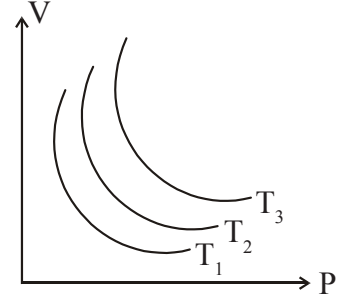
- a) হ্রাস পাবে
- b) বৃদ্ধি পাবে
- c) অপরিবর্তিত থাকবে
- d) প্রথমে হ্রাস পাবে, পরে বৃদ্ধি পাবে।

উত্তর :.....

১০। পাশে বয়েলের সূত্রানুযায়ী P-V লেখচিত্র আঁকা আছে।

তাপমাত্রার কোন সম্পর্কটি সঠিক,

- a)  $T_2 < T_1 < T_3$
- b)  $T_1 < T_2 < T_3$
- c)  $T_3 < T_1 < T_2$
- d)  $T_3 < T_2 < T_1$



উত্তর : .....

১১। 10g ভরের একটি বস্তুর তাপগ্রাহিতা  $8\text{cal}^\circ\text{C}^{-1}$ । বস্তুর উপাদানের আপেক্ষিক তাপ হবে—

- a) 0.8
- b) 1.25
- c) 0.4
- d) 0.1

উত্তর : .....

১২।  $50^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার 10g জলের সাথে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার 50 g ভরের একখণ্ড বরফ মেশানো হলে মিশ্রণের চূড়ান্ত উষ্ণতা হবে—

- a)  $0^\circ\text{C}$
- b)  $4^\circ\text{C}$
- c)  $25^\circ\text{C}$
- d)  $50^\circ\text{C}$

উত্তর : .....

১৩। কোন মাধ্যমের অনুপস্থিতিতে তাপ সঞ্চারনের পদ্ধতিকে বলে—

- a) পরিবহণ
- b) পরিচলন
- c) বিকিরণ
- d) এরূপ কোন পদ্ধতি নেই

উত্তর : .....

১৪। কোন নক্ষত্রের পৃষ্ঠের তাপমাত্রা নির্ণয়ে ব্যবহৃত সূত্রটি হল—

- a) প্লাঙ্কের সূত্র
- b) নিউটনের সূত্র
- c) ভীনের সরণ সূত্র
- d) কারস্ফের সূত্র

উত্তর : .....

১৫।  $500\text{ K}$  তাপমাত্রায় থাকা একটি গোলাকার কৃষ্ণবস্তু দ্বারা তাপ বিকিরণের হার  $200\text{ W}$ । যদি ইহার ব্যাসার্ধ অর্ধেক এবং তাপমাত্রা দ্বিগুণ করা হয় তবে তাপ বিকিরণের হার হবে—

- a)  $500\text{ W}$
- b)  $600\text{ W}$
- c)  $800\text{ W}$
- d)  $900\text{ W}$

উত্তর : .....

বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন : ১

(মান-১)

১। কোন্ তাপমাত্রার স্কেলে, তাপমাত্রার ঋণাত্মক পাঠ পাওয়া সম্ভব নয়?

উত্তর : .....

২। কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্কের SI একক কী?

উত্তর :.....

৩। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে পেডুলাম ঘড়ির পর্যায়কালের কী পরিবর্তন হয়?

উত্তর :.....

৪। তরলের প্রকৃত প্রসারণ গুণাঙ্ক, আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক ও পাত্রের উপাদানের আয়তন প্রসারণ গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক লেখো।

উত্তর :.....

৫। কোন্ তাপমাত্রায় জলের ঘনত্ব সর্বাধিক?

উত্তর :.....

৬। গ্যাসের চাপ গুণাঙ্কের মান কত?

উত্তর : .....

৭। পরম শূন্য তাপমাত্রা কী?

উত্তর :.....

৮। কোনো উপাদানের আপেক্ষিক তাপ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর :.....

৯। তাপের C.G.S এককের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর :.....

১০। একটি যন্ত্রের নাম করো যাহাতে চাপ বৃদ্ধি করে জলের স্ফুটনাঙ্ক বাড়ানো হয়।

উত্তর : .....

১১। 'বরফ গলনের লীনতাপ  $80 \text{ Cal / g}$ '— বলতে কী বোঝ?

উত্তর :.....

১২। কৃষ্ণবস্তুর শোষণ ক্ষমতা কী ?

উত্তর :.....

১৩। তাপ পরিবাহিতাঙ্কের মাত্রা লেখো।

উত্তর :.....

১৪। শূন্য মাধ্যমে বিকীর্ণ তাপের বেগ কত?

উত্তর :.....

১৫। লাল ও নীল রঙের নক্ষত্রের মধ্যে কোনটির তাপমাত্রা বেশি হবে?

উত্তর :.....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-১ :

(মান-২)

১। কোন্ তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে সমান পাঠ দেখায়?

উত্তর :.....

.....



২। রেল লাইনে দুটি পাতের জোড়ার মুখে সামান্য ফাঁক রাখা হয় কেন?

উত্তর : .....

৩।  $15^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি ইস্পাতের দণ্ডের দৈর্ঘ্য 60 cm। তাপমাত্রা বৃদ্ধি করে  $90^{\circ}\text{C}$  করা হলে দণ্ডের 0.054cm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয়। ইস্পাতের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক কত?

উত্তর : .....

৪। জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ কী?  $0^{\circ}\text{C}$  থেকে  $10^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতার পাল্লার মধ্যে তাপমাত্রার সাথে জলের আয়তন পরিবর্তনের লেখচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর : .....

৫। চার্লসের সূত্রটি লেখ। চার্লসের সূত্র থেকে পরমশূণ্য তাপমাত্রার মান নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

৬। ক্যালোরিমিটারে জল ব্যবহারের অসুবিধা লেখো।

উত্তর : .....

৭। দুটি তরলের ভর ও আপেক্ষিক তাপের অনুপাত যথাক্রমে 3:4 এবং 2:3। যদি তাদের প্রাথমিক তাপমাত্রা যথাক্রমে  $60^{\circ}\text{C}$  এবং  $30^{\circ}\text{C}$  হয় তবে তাদের মিশ্রণের অন্তিম উষ্ণতা নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

৮। দুটি বরফ খণ্ডকে দুহাত দিয়ে চেপে তারপর চাপমুক্ত করলে বরফ খণ্ড দুটি জোড়া লেগে যায়— এর কারণ ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : .....

৯। বিকীর্ণ তাপের ধর্ম লেখো।

উত্তর :—.....

১০। বিকিরণ ক্ষমতা ও শোষণ ক্ষমতা কী?

উত্তর :—.....

### বিভাগ-ঘ

সংক্ষিপ্ত উত্তরধর্মী প্রশ্ন-২ :

(মান-৩)

১। প্রতিবিহিত দোলক কী? এর প্রতিবিহিত হওয়ার শর্ত প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :.....

২। কঠিনের তিন প্রকার প্রসারণ গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :.....

৩। বরফাচ্ছাদিত হুদে জলচর প্রাণীরা বেঁচে থাকে কীভাবে?

উত্তর :.....

৪। বয়েলের সূত্রটি লেখো। এর থেকে 'চাপ বনাম আয়তন' ও 'চাপ বনাম ঘনত্ব' পরিবর্তনের লেখচিত্র অঙ্কন করো।

উত্তর :.....

৫। আপেক্ষিক তাপ, তাপগ্রহীতা ও জলসম-এর একক সহ সংজ্ঞা দাও।

উত্তর :—.....

৬। একটি পাত্রের জল সম 60 g এবং এতে 30°C উষ্ণতায় 600 g জল রাখা আছে। যদি পাত্রটিতে 100 Cals<sup>-1</sup> হারে তাপ সরবরাহ করা হয় তবে জলকে স্ফুটনাঙ্কে আনতে কত সময় লাগবে।

উত্তর :.....

৭। লীনতাপ কি? যদি প্রমাণ চাপে -10°C উষ্ণতায় থাকা বরফ খণ্ডকে সমহারে তাপ দিয়ে 10°C উষ্ণতার জলে পরিণত করা হয় তবে সময়ের সাপেক্ষে তাপমাত্রা পরিবর্তনের লেখচিত্র অঙ্কন করো ও লেখচিত্রের বিভিন্ন অংশগুলো ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :.....

৮। -10°C তাপমাত্রায় থাকা 50g বরফকে 100°C উষ্ণতার বাষ্পে পরিণত করতে কত তাপের প্রয়োজন? বরফের আপেক্ষিক তাপ 0.5Cal.g<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup>, বরফ গলনের লীনতাপ 80 Cal.g<sup>-1</sup>, জলের বাষ্পীভবনের লীনতাপ 540 Cal g<sup>-1</sup>।

উত্তর :.....

৯। তাপ পরিবাহিতাঙ্ক কী? এর একক ও মাত্রা লেখো।

উত্তর :.....

১০। একটি ধাতব দণ্ডের দৈর্ঘ্য 31.41 cm এবং এর ব্যাস 4cm। দণ্ডের একপ্রান্ত 100°C উত্তার জলীয়বাষ্প ও অপর প্রান্ত 0°C উত্তার বরফের সাথে সংযুক্ত। যদি ধাতুর তাপ পরিবাহিতাঙ্ক 0.9 C.G.S হয় তবে 1 মিনিটে কত বরফ গলবে?

উত্তর :.....

### বিভাগ-৬

বিষয়ভিত্তিক উত্তরধর্মী প্রশ্ন :-

(মান-৫)

১। তরলের প্রকৃত ও আপাত প্রসারণ গুণাঙ্ক কী? তাদের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা কর।

উত্তর :.....

২। গ্যাসের চাপ গুণাঙ্ক ও আয়তন গুণাঙ্ক কী? প্রমাণ করো তাদের মান সংখ্যাগত ভাবে সমান।

উত্তর :.....

৩। ক্যালোরিমিতির মূলনীতিটি লেখো। ক্যালোরিমিতির শর্তগুলি লেখো। জলের আপেক্ষিক তাপ উচ্চ হওয়ার সুবিধা লেখো।

উত্তর :.....

৪। জলের বাষ্পায়নের হার কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? কঠিনের গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব লেখ।

উত্তর :.....

৫। নিউটনের শীতলীকরণের সূত্রটি লেখো। স্টিফান-বোলজম্যানের সূত্র হতে ইহা প্রতিষ্ঠা কর।

উত্তর :.....

### উত্তর সংকেত

বিভাগ - ক

- |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. (d)  | 2. (d)  | 3. (d)  | 4. (d)  | 5. (c)  | 6. (c)  |
| 7. (b)  | 8. (a)  | 9. (c)  | 10. (b) | 11. (a) | 12. (a) |
| 13. (c) | 14. (c) | 15. (c) |         |         |         |

## দ্বাদশ অধ্যায়

# তাপগতি বিদ্যা

মুখ্য শিখন সূচি :-

→ নির্দিষ্ট সীমা দ্বারা আবদ্ধ কোনো বস্তু বা বস্তুর অংশ বা বস্তু সমষ্টিকে সাধারণভাবে তাপীয় বা তাপগতীয় সংস্থা বলে। এই ধরনের তন্ত্র বা সংস্থা পারিপার্শ্বিকের সঙ্গে ভর ও শক্তির বিনিময় সংগঠিত করে।

তাপগতীয় চলরাশি আবার দুই ধরনের হয় যথা :-

(i) ব্যাপক চলরাশি যেমন ভর, আয়তন, অভ্যন্তরীণ শক্তি, এনট্রপি ইত্যাদি। (ii) সংকীর্ণ চলরাশি যেমন চাপ, তাপমাত্রা, ঘনত্ব, আপেক্ষিক তাপ প্রসারণ গুণাঙ্ক, স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ইত্যাদি।

→ জুলের সূত্র :-

কার্যকে সম্পূর্ণরূপে তাপে (H) রূপান্তরিত করা হলে কৃতকার্য (W) এবং রূপান্তরিত তাপ (H) পরস্পরের সমানুপাতিক।

$$\therefore W \propto H \Rightarrow W = JH$$

যেখানে, J = ধ্রুবক = তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্ক = 4.2 জুল/ক্যালোরি =  $4.2 \times 10^7$  আর্গ/ক্যালোরি

→ তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র :-

কোন সংস্থাকে তাপ দিলে ওই তাপ দু'ভাগে কাজ করে —

(i) ওই তাপের কিছু অংশ সংস্থাটির অভ্যন্তরীণ শক্তি বাড়ায় (ii) বাকি অংশের সাহায্যে সংস্থাটি কিছু বাহ্যিক কার্য করে। অর্থাৎ, প্রদত্ত তাপ = অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি + বাহ্যিক কার্য

$$\Rightarrow dQ = dU + dW$$

$$dQ = dU + PdV$$

→ গ্যাসের দুই প্রকার আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক :-

কোনো আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে, গ্যাসের দুই প্রকার মোলার আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক হল,  $C_p - C_v = R$

যেখানে,  $C_p$  = স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ

$C_v$  = স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ

R = সর্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক

$$= 8.315 \text{ J mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

→ 1 মোল এর পরিবর্তে 1g গ্যাস নিলে,  $C_p - C_v = \frac{R}{M}$ , যেখানে M = গ্যাসের আনবিক ওজন।

→ কোনো গ্যাসের দুটি মোলার আপেক্ষিক তাপের অনুপাত  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ , যেহেতু  $C_p > C_v$ , তাই  $\gamma > 1$ ।

→ সমোন্ন প্রক্রিয়া :

যে প্রক্রিয়ায় কোনো সংস্থার চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু তার উষ্ণতার পরিবর্তন হয় না, তাকে সমোন্ন প্রক্রিয়া বলে।

সমোন্ন প্রক্রিয়ায় চাপ ও আয়তনের যে পরিবর্তন ঘটে, তাকে সমোন্ন পরিবর্তন বলে।

সমোন্ন পরিবর্তনের ক্ষেত্রে গ্যাসের চাপ (P) ও আয়তনের (V) মধ্যে সম্পর্ক হল,  $PV = \text{ধ্রুবক}$ ।

সমোন্ন পরিবর্তনের ক্ষেত্রে কৃতকার্যের রাশিমালা হল,  $W = RT \ln \frac{V_f}{V_i} = RT \ln \frac{P_i}{P_f}$

→ রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া :

যে প্রক্রিয়ায়, কোনো বস্তুর চাপ, আয়তন এবং উষ্ণতার পরিবর্তন হয় কিন্তু এই পরিবর্তনের সময় বস্তু, পারিপার্শ্বিকের সাথে কোনো প্রকার তাপের আদান-প্রদান করে না, সেই প্রক্রিয়াকে রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া বলে। এই প্রক্রিয়ায় চাপ, আয়তন ও উষ্ণতার যে পরিবর্তন হয় তাকে রুদ্ধতাপ পরিবর্তন বলে।

রুদ্ধতাপ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে গ্যাসের চাপ আয়তন ও উষ্ণতার মধ্যে সম্পর্ক হল—

$$PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}, TV^{1-\gamma} = \text{ধ্রুবক}, T^\gamma P^{1-\gamma} = \text{ধ্রুবক}।$$

রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় কৃতকার্যের রাশিমালা,  $W = C_v(T_i - T_f) = \frac{R}{\gamma - 1}(T_i - T_f)$

→ প্রত্যাবর্তক ও অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া :-

যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতবর্তী প্রক্রিয়ার প্রতিস্বরে তাপ ও কার্যের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় তাকে প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া বলা হয়। যে প্রক্রিয়া বিপরীত মুখী হয়ে, প্রত্যাবর্তন করতে পারে না তাকে অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া বলা হয়।

→ তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র :-

→ ক্লসিয়াসের বিবৃতি :-

কোনো স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রই তাপকে নিম্নতাপমাত্রা থেকে উচ্চতর তাপমাত্রায় স্থানান্তরিত করতে পারে না।

→ কেলভিন-প্ল্যাঙ্কের বিবৃতি :-

কোনো স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রই কিছু পরিমাণ তাপকে পুরোপুরি কার্যে রূপান্তরিত করতে পারে না।

→ এনট্রপি বৃদ্ধির নীতি বা তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের সাধারণ রূপ :-

প্রতিটি বাস্তব প্রক্রিয়াতেই মহাবিশ্বের মোট এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

→ তাপ ইঞ্জিন :-

তাপকে কার্যে পরিণত করার যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে তাপ ইঞ্জিন বলা হয়।। একটি তাপ ইঞ্জিন উৎস থেকে গৃহীত তাপের যতটা অংশ কার্যে রূপান্তরিত করতে পারে, তাই হল ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতার পরিমাপ।

এই কর্মদক্ষতাকে নিম্নলিখিতভাবে প্রকাশ করা যায় :-

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

যেখানে  $Q_1 = T_1$  তাপমাত্রায় উৎস হতে ইঞ্জিন দ্বারা গৃহীত তাপ।

$Q_2 = T_2$  তাপমাত্রায় তাপ গ্রাহকে ইঞ্জিন যারা বর্জিত তাপ।

→ হিমায়কঃ—

নিম্নতাপমাত্রা থেকে উচ্চতর তাপমাত্রায় তাপ পাঠানোর যান্ত্রিক ব্যবস্থাকে হিমায়ক বলা হয়।

একটি হিমায়কের ক্রিয়াগুণাঙ্ক  $e$  হলে, 
$$e = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

যেখানে,  $Q_2 = T_2$  তাপমাত্রায় শীতলতর বস্তু থেকে হিমায়ক দ্বারা গৃহীত তাপ

$Q_1 = T_1$  তাপমাত্রায় উষ্ণতর পারিপার্শ্বিকে হিমায়ক দ্বারা বর্জিত তাপ।

→ প্রকৃতিতে আদর্শ তাপ-ইঞ্জিন এবং আদর্শ হিমায়কের কোনো অস্তিত্ব নেই।

→ কার্ণোচক্রঃ—

দুটি সমোন্নত ও দুটি রুদ্ধতাপ এই চারটি প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া দ্বারা সীমাবদ্ধ চক্রটি কার্ণো-চক্রকে প্রকাশ করে।

→ কার্ণো ইঞ্জিনঃ—

দুটি প্রত্যাবর্তক সমোন্নত এবং দুটি প্রত্যাবর্তক রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া দ্বারা সীমাবদ্ধ দক্ষিণাবর্তী কার্ণো-চক্রটি একটি তাপ ইঞ্জিন হিসাবে ক্রিয়া করে। একে কার্ণো ইঞ্জিন বলা হয়।

কার্ণোচক্রে কার্যকর পদার্থ হিসাবে আদর্শ গ্যাস ব্যবহৃত হলে কার্ণো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা,

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

যেখানে,  $T_1 =$  উৎসের তাপমাত্রা।

$T_2 =$  তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা।

কার্ণো হিমায়কের ক্ষেত্রে কৃতকার্য এবং গৃহীত ও বর্জিত তাপগুলো কার্ণো ইঞ্জিনের ক্ষেত্রে ওই রাশিগুলোর মানের সমান ও বিপরীত হওয়ায় কার্ণো হিমায়কের ক্রিয়া গুণাঙ্ক,

$$e = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

→ কার্ণো উপপাদ্যঃ—

নির্দিষ্ট দুটি তাপমাত্রার মধ্যে ক্রিয়াশীল সব প্রত্যাবর্তক ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা সমান এবং কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতাই প্রত্যাবর্তক ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতার চেয়ে বেশি হতে পারে না।

### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্নঃ সঠিক উত্তর নির্বাচন করঃ

(মান-১)

1. কোনো বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তি বলতে বোঝায়

(a) বস্তুর গতিশক্তি

(b) বস্তুর অণুর গতিশক্তি



- (c) বস্তুটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির সমষ্টি  
 (d) বস্তুর অণুগুলির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির সমষ্টি

উত্তরঃ .....

2. একটি জলপ্রপাতের জল 40 m উচ্চতা থেকে নীচে পড়ছে। এর শক্তির 75% তাপে রূপান্তরিত হয়ে জলে শোষিত হলে জলের তাপমাত্রা বাড়বে—  
 (a) 0.035°C (b) 0.07°C (c) 0.35°C (d) 0.7°C

উত্তরঃ .....

3. অভ্যন্তরীণ শক্তি U এবং কার্য W কে J এককে এবং তাপ Q কে cal এককে প্রকাশ করা হলে তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রটি হবে (এখানে J = জুলতুল্যাঙ্ক)

(a)  $dQ = dU + \frac{dW}{J}$  (b)  $dQ = dU + JdW$  (c)  $JdQ = dU + dW$  (d)  $\frac{dQ}{J} = dU + dW$

উত্তরঃ .....

4. দ্বিপরমাণুক যে কোনো আদর্শ গ্যাসের 1 mol এর ক্ষেত্রে  $C_v = \frac{5}{2}R$ । এই গ্যাসের দুটি আপেক্ষিক তাপের অনুপাতের

$\left[ \frac{C_p}{C_v} = \gamma \right]$  মান হল —

- a)  $\frac{4}{3}$       b)  $\frac{5}{3}$       c)  $\frac{7}{3}$       d)  $\frac{7}{5}$

উত্তরঃ .....

5. কৃতকার্য শূন্য হয় যে পদ্ধতিতে তা হল —  
 (a) স্থির চাপ (b) স্থির আয়তন (c) বৃদ্ধিতাপ (d) সমোন্ন

উত্তরঃ .....

6. কোন্ পদ্ধতিতে আদর্শ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন শূন্য হয়?  
 (a) স্থির আয়তন (b) স্থির চাপ (c) সমোন্ন (d) বৃদ্ধিতাপ

উত্তরঃ .....

7. যে পদ্ধতিতে চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রা এই তিনটি ধর্মেরই একসঙ্গে পরিবর্তন হয় তা হল  
 (a) স্থির আয়তন (b) স্থির চাপ (c) সমোন্ন (d) বৃদ্ধিতাপ

উত্তরঃ .....

8. রুদ্ধতাপ প্রসারণে  $10 \text{ mol}$  পরিমাণ একটি গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন হল  $100J$ । গ্যাসটি কী পরিমাণ কার্য করে?  
 (a)  $-100J$  (b)  $100J$  (c)  $1000J$  (d)  $-100J$

উত্তর : .....

9. “তাপ নিজে থেকে নিম্নতাপমাত্রার বস্তু থেকে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুতে সঞ্চারিত হতে পারে না” — এই বিবৃতি কোন্ সূত্র থেকে পাওয়া যায়?

- a) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র  
 b) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র  
 c) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র  
 d) ভরের নিত্যতার সূত্র

উত্তর : .....

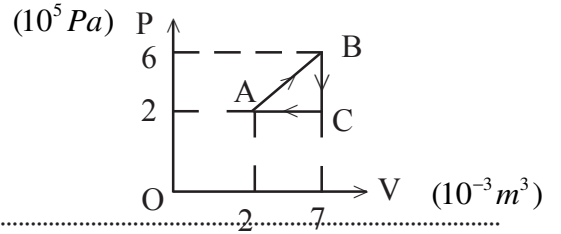
10. দুটি পদার্থ I ও II এর মাধ্যমে একটি সংস্থা A থেকে B তে যেতে পারে। দুটি ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন যথাক্রমে  $\Delta U_1$  ও  $\Delta U_2$  হলে

- a)  $\Delta U_1 < \Delta U_2$       b)  $\Delta U_1 = \Delta U_2$       c)  $\Delta U_1 > \Delta U_2$       d) এদের কোনটিই নয়।

উত্তর : .....

11. চিত্রে প্রদর্শিত আবর্তচক্র  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  অনুসারে একটি গ্যাসের অবস্থার পরিবর্তন হলে মোট কৃতকার্য হয়—

- a)  $1000J$       b)  $0$   
 c)  $-2000J$       d)  $2000J$



উত্তর : .....

### বিভাগ-খ

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

(মান-১)

1. কার্যকে সম্পূর্ণরূপে তাপে রূপান্তরিত করা হলে কৃতকার্য ও রূপান্তরিত তাপ কীভাবে সম্পর্কযুক্ত?

উত্তর : .....

2. SI পদ্ধতিতে তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের মান কত?

উত্তর : .....

3. চাপ একটি সংকীর্ণ চল না ব্যাপক চল?

উত্তরঃ .....

4. লোহায় মরচে পড়া কী একটি প্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়া?

উত্তরঃ .....

5. কোনো প্রক্রিয়ায় একটি বস্তু সংস্থার অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন  $dU$ , কৃতকার্য  $dW$  এবং গৃহীত তাপ  $dQ$  হলে,  $dQ$ ,  $dW$  ও  $dU$  এর পারস্পরিক সম্পর্ক কী হবে?

উত্তরঃ .....

6. একটি সাইকেলে পাম্পের সাহায্যে হাওয়া ভরার সময় পাম্পটি গরম হয়ে ওঠে এর কারণ কী?

উত্তরঃ .....

7. সমোন্ন প্রক্রিয়ায় গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তনের মান কত?

উত্তরঃ .....

8. এক মোল আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে  $(C_p - C_v)$  এর মান কত?

উত্তরঃ .....

9. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় চাপ ও আয়তনের মধ্যে সম্পর্ক কী?

উত্তরঃ .....

10. একটি আদর্শ তাপ ইঞ্জিনের কর্মদক্ষমতা কত?

উত্তরঃ .....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তর ভিত্তিক প্রশ্ন-১ :

(মান-২)

1. যখন বরফ গলে, তখন প্রদত্ত তাপের চেয়ে অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিমাণ বেশি হয় কেন?

উত্তরঃ .....

.....

2. জুলের সূত্রটি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : .....

3. তাপের যান্ত্রিক তুল্যাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। এর মান কত?

উত্তর : .....

4. সংকীর্ণ চল ও ব্যাপক চল বলতে কী বুঝ?

উত্তর : .....

5. গ্যাসের দুই প্রকার আপেক্ষিক তাপ থাকে কেন?

উত্তর : .....

6. সমোন্ন ও রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া কাকে বলে?

উত্তর : .....

7. “সমোন্ন প্রক্রিয়া অবশ্যই একটি মছুর প্রক্রিয়া” — উক্তিটি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : .....

8.  $0^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতার  $100\text{g}$  বরফকে  $100^{\circ}\text{C}$  উষ্ণতার জলে পরিণত করতে হলে কী পরিমাণ কার্য করতে হবে?  
(বরফ গলনের লীনতাপ =  $80\text{ cal g}$ ,  $J= 4.2\text{J/cal}$ )

উত্তর : .....

9.  $1500\text{W}$  এর একটি নিমজ্জিত তাপক দ্বারা  $20\text{L}$  আয়তনের এক বালতি জলকে  $20^{\circ}\text{C}$  থেকে  $40^{\circ}\text{C}$  এ উত্তপ্ত করতে কত

সময় লাগবে?

উত্তরঃ .....

.....

10. একটি আদর্শ গ্যাসের  $\gamma = 1.67$  হলে গ্যাসটির মোলার আপেক্ষিক তাপ  $C_p$  ও  $C_v$  নির্ণয় করো।  
দেওয়া আছে  $R=2cal.mol^{-1} 0 C^{-1}$

উত্তরঃ .....

.....

### বিভাগ-ঘ

সংক্ষিপ্ত উত্তর ভিত্তিক প্রশ্ন -২ঃ

(মান-৩)

1. প্রমাণ কর  $C_p - C_v = R$

উত্তরঃ .....

.....

2. সমোন্ন ও রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য লেখো।

উত্তরঃ .....

.....

3. গ্যাসের দুই প্রকার আপেক্ষিক তাপের অনুপাতের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করো।

উত্তরঃ .....

.....

4. সমোন্ন প্রক্রিয়ায় কৃতকার্যের রাশিমালা নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

5. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে কৃতকার্যের রাশিমালা নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

6. এনট্রপি কী? তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : .....

.....

7. প্রত্যাবর্তক এবং অপ্রত্যাবর্তক প্রক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্যগুলো লেখো।

উত্তর : .....

.....

8. দেখাও যে, রুদ্ধতাপ লেখ সমোন্ন লেখ অপেক্ষা বেশি খাড়া।

উত্তর : .....

.....

9. একটি কার্ণো-ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতার রাশিমালা নির্ণয় করো। এর মান কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : .....

.....

10. একটি তাপ ইঞ্জিন ও হিমায়ককে কীভাবে পার্থক্য করবে?

উত্তর : .....

.....

উত্তর সংকেত

বিভাগ-ক

1.(d) 2. (b) 3. (c) 4. (d) 5. (b) 6.(c)

7.(d) 8. (a) 9. (b) 10. (b) 11. (a)

বিভাগ-খ

1. সমানুপাতিক 2. এক (1) 3. সংকীর্ণ 4. না 5.  $dQ = dU + dW$

6. বৃদ্ধিতাপ সংকোচন 7. শূন্য 8. R 9.  $PV^\gamma = \text{ধ্রুবক}$

10. 1 বা 100%

বিভাগ-গ

8.  $75600 J$  9. 18 মিনিট 40 সে. 10.  $2.98 \text{ cal mol}^{-10} \text{ C}^{-1}$  এবং  $4.98 \text{ cal mol}^{-10} \text{ C}^{-1}$

## ত্রয়োদশ অধ্যায়

### গ্যাসের গতির তত্ত্ব

মুখ্য শিখন সূচি :-

→ ব্রাউনীয় গতি :-

তরল বা গ্যাসের মধ্যে ভাসন্ত সূক্ষ্ম কণার অবিরাম অনিয়মিত গতিকে ব্রাউনীয় গতি বলে।

**R.M.S** বেগ :-

কোনো নির্দিষ্ট আয়তনে আবদ্ধ গ্যাসের  $N$  সংখ্যক অণু থাকলে এবং কোনো নির্দিষ্ট মুহূর্তে অণুগুলোর গতিবেগের মান  $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$  হলে, অণুগুলির গড়বেগের মান,

$$\bar{C} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n}{N}$$

গড় বর্গবেগ,  $\bar{C}^2 = \frac{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_n^2}{N}$

গড় বর্গবেগের বর্গমূল বা *rms* বেগ,  $C_{rms} = \sqrt{\bar{C}^2} = \sqrt{\frac{C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_n^2}{N}}$

→ মুক্তপথ :-

পরপর দুটি সংঘাতের মাঝে একটি অণু যে সরল রৈখিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে মুক্ত পথ বলে।

→ গড় মুক্ত পথ :-

বিভিন্ন গ্যাস অণুর বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের মুক্ত পথগুলির গড় মানকে গড় মুক্তপথ বলা হয়।

→ গ্যাসের চাপ :-

একটি বদ্ধ পাত্রে রাখা গ্যাসের চাপ নিম্নের বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে।

(i) অণুগুলোর ভর

(ii) প্রতি একক আয়তনে অণুর সংখ্যা

(iii) অণুগুলোর গড় বেগ

$$\therefore P = \frac{1}{3} \rho C_{rms}^2 = \frac{1}{3} mn C_{rms}^2$$

যেখানে,  $m$  = অণুর ভর,  $n$  = একক আয়তনে অণুর সংখ্যা এবং  $p = mn =$  ঘনত্ব,  $C_{rms}$  = গ্যাসের অণুগুলোর rms বেগ



→ উষ্ণতা এবং শক্তি :

উষ্ণতা হল গ্যাসের এমন একটি ধর্ম, যা ওই গ্যাসের অণুগুলোর মোট গতিশক্তির সমানুপাতিক

$$\therefore E = \frac{3}{2}PV \Rightarrow P = \frac{2E}{3V}$$

$\therefore$  একক আয়তনে,  $P = \frac{2}{3}E$

আবার,  $P = \frac{1}{3}\rho C_{rms}^2 = \frac{1}{3}\left(\frac{M}{V}\right)C_{rms}^2$

$$\Rightarrow C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\therefore C_{rms} \propto \sqrt{T}$$

→ পরম শূন্য উষ্ণতা :-

যে উষ্ণতায় গ্যাসের অণুর অভ্যন্তরীণ শক্তি শূন্য হয় অর্থাৎ অণুগুলির কোনো গতি থাকে না, তাকে পরম শূন্য উষ্ণতা বলে।

→ সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ :-

কোনো গ্যাস পাত্রে যে বেগের অণুর সংখ্যা সবচেয়ে বেশি, তাকে সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ বলে।

যদি গ্যাস অণুর সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ  $C_m$  হয় তবে,

$$C_m : \bar{C} : C = 1 : \frac{2}{\sqrt{\pi}} : \sqrt{\frac{3}{2}}$$

→ আদর্শ গ্যাস :-

যে গ্যাস বয়েল ও চার্লসের সূত্র পুরোপুরি নিখুঁতভাবে মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলা হয়।

1 মোল আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হল  $PV = RT$

→ বাস্তব গ্যাস :-

প্রকৃতপক্ষে কোনো গ্যাসই আদর্শ গ্যাস নয়, সব গ্যাসই বাস্তব গ্যাস। নিম্ন উষ্ণতায় এবং উচ্চ চাপে বাস্তব গ্যাসগুলি আদর্শ গ্যাসের সূত্র মান্য করে।

বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে আয়তন ও চাপের সংশোধন করে পাওয়া ভ্যানডার ওয়াল্‌স এর সমীকরণটি হল

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

যেখানে, a ও b দুটি ধ্রুবক।

→ স্বাধীনতার মাত্রা :-

একটি গতিশীল বস্তু বা সংস্থার কোনো মুহূর্তের অবস্থান নির্দেশ করতে কমপক্ষে যে কয়টি স্বাধীন স্থানাঙ্কের প্রয়োজন হয়, তাকে ওই বস্তুর স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

স্বাধীনতার মাত্রা ( $f$ ) ও গ্যাসের আপেক্ষিক তাপের অনুপাতের ( $\gamma$ ) মধ্যে সম্পর্ক হল

$$\gamma = 1 + \frac{2}{f}$$

→ শক্তির সমবিভাজন নীতি :-

কোনো পদার্থের অণুগুলির গড় গতিশক্তি প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রায় সমভাবে বিভাজিত হয়।

$$\therefore \text{প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি} = \frac{3}{2} KT$$

যেখানে,  $K$  = বোলজম্যান ধ্রুবক  $= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J / K}$

$T$  = পরম উষ্ণতা

যদি কোনো গ্যাসে  $N$  সংখ্যক অণু থাকে তবে,

$$\text{মোট শক্তি } E = \frac{3}{2} NkT$$

আবার 1 মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে,  $N = N_0 =$  অ্যাভোগাড্রো সংখ্যা

$$\therefore E = \frac{3}{2} N_0 kT = \frac{3}{2} RT.$$

### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন করো :

(মান-১)

1. কোনো বস্তুর আয়তন  $V_1$  এবং বস্তুটির মধ্যস্থিত অণুগুলোর আয়তনের সমষ্টি  $V_2$  হলে

- a)  $V_1 < V_2$       b)  $V_1 = V_2$       c)  $V_1 > V_2$       d) কোনোটিই নয়।

উত্তর : .....

2. একটি পাত্রে রাখা হাইড্রোজেন গ্যাসের চাপ  $1.013 \times 10^6 \text{ dyn/cm}^2$  এবং ঘনত্ব  $0.089 \text{ g/L}$  হলে গ্যাস অণুগুলোর *rms* দ্রুতি হবে —

- a) 18.5 km/s      b) 185 m/s      C) 1.85 km/s      d) 18.5 km/s

উত্তর : .....

3. একটি পাত্রে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের মিশ্রণ আছে। অক্সিজেন অণুগুলোর গড় বর্গ দ্রুতির বর্গমূল

- a) হাইড্রোজেন অণুর 6 গুণ হবে  
b) হাইড্রোজেন অণুর 16 গুণ হবে

c) হাইড্রোজেন অণুর  $\frac{1}{4}$  গুণ হবে

d) হাইড্রোজেন অণুর  $\frac{1}{16}$  গুণ হবে

উত্তর :-.....

4. যদি  $k$  বোলজম্যান ধ্রুবক ও  $T$  পরম তাপমাত্রা হয় তা হলে গ্যাসের প্রতি অণুর গড় গতিশক্তি হবে

a)  $\frac{\sqrt{2}}{3} kT$       b)  $\sqrt{\frac{2}{3}} kT$       c)  $\frac{3}{2} kT$       d)  $\sqrt{\frac{3}{2}} kT$

উত্তর :-.....

5.  $47^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর rms দ্রুতি কত তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন অণুর rms দ্রুতির সমান হবে

a) 60 k      b)  $-83$  k      c) 3 k      d) 20 k

উত্তর :-.....

6. গ্যাসের দুটি নমুনা চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রা যথাক্রমে  $P, V, T$  এবং  $2P, \frac{V}{4}, 2T$  দুটি নমুনা অণুর সংখ্যার অনুপাত হল

a) 2:1      b) 4:1      c) 8:1      d) 16:1

উত্তর :-.....

7.  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের অণুগুলির rms দ্রুতি যা, কত তাপমাত্রায় কমে তা অর্ধেক হবে?

a)  $0^\circ\text{C}$       b)  $-273^\circ\text{C}$       c)  $32^\circ\text{C}$       d)  $-204^\circ\text{C}$

উত্তর :-.....

8. একটি 5L পাত্রে কোনো গ্যাসের  $10^{26}$  সংখ্যক অণু আছে। প্রতিটি অণুর ভর  $2.4 \times 10^{-25}\text{g}$  এবং গড় বর্গদ্রুতির বর্গমূল  $3.5 \times 10^4\text{cm/s}$  হলে গ্যাসের চাপ হবে —

a)  $2 \times 10^6\text{ dyn / cm}^2$       b)  $10^4\text{ dyn / cm}^2$       c)  $3 \times 10^6\text{ dyn / cm}^2$       d)  $5 \times 10^6\text{ dyn / cm}^2$

উত্তর :-.....

9) দুটি তাপ অন্তরক পাত্র 1 ও 2 কে  $P_1, V_1, T_1$  ও  $P_2, V_2, T_2$  চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার বায়ু দ্বারা পূর্ণ করা হল। দুটি পাত্রের মধ্যবর্তী ভাল্বকে খুলে দেওয়া হলে সাম্যাবস্থায় বায়ুর তাপমাত্রা হবে —

$$a) \frac{T_1 + T_2}{T_1} \quad b) \frac{T_1 + T_2}{2} \quad c) \frac{T_1 T_2 (P_1 V_1 + P_2 V_2)}{P_1 V_1 T_1 + P_2 V_2 T_2} \quad d) \frac{T_1 T_2 (P_1 V_1 + P_2 V_2)}{P_1 V_1 T_2 + P_2 V_2 T_1}$$

উত্তর :-.....

10. 300K তাপমাত্রায়, একটি পাত্রে 2 mol অক্সিজেন ও 1 mol নাইট্রোজেনের মিশ্রণ রাখা আছে। প্রতিটি O<sub>2</sub> এবং N<sub>2</sub>

অণুর গড় আবর্ত গতিশক্তির অনুপাত হল—

- a) 1:1                      b) 1:2                      c) 2:1                      d) 2:3

উত্তর :-.....

### বিভাগ - খ

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন :

(মান-১)

1. গ্যাসের অণুগুলোর পরস্পরের মধ্যে এবং পাত্রের দেওয়ালের সঙ্গে যে সংঘর্ষ হয় সেগুলি কী ধরনের সংঘর্ষ?

উত্তর :-.....

2. পরপর দুটি সংঘর্ষের মাঝে একটি গ্যাস অণু যে সরলরৈখিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে?

উত্তর :-.....

3. একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় O<sub>3</sub> এবং O<sub>2</sub> এর rms দ্রুতির অনুপাত কত?

উত্তর :-.....

4. তিনটি গ্যাস অণুর বেগ যথাক্রমে 4 cm/s, 8 cm/s এবং 12 cm/s, এদের rms দ্রুতি কত হবে?

উত্তর :-.....

5. দুটি পাত্রে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস একই চাপ ও তাপমাত্রায় আছে। এদের অণুগুলোর rms দ্রুতির অনুপাত কী হবে

উত্তর :-.....

6. কখন বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের মতো আচরণ করে?

উত্তর :-.....

7. কত তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুগুলোর গতিশক্তি শূন্য হয়ে যায়?

উত্তর :-.....

বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন-১ :

(মান-২)

1. আদর্শ গ্যাস ও বাস্তব গ্যাসের মধ্যে পার্থক্য কী?

উত্তর :-.....

2. প্রমাণ চাপ ও তাপমাত্রায়  $1\text{cm}^3$  হাইড্রোজেন ও  $4\text{cm}^3$  অক্সিজেন গ্যাস আছে। কোন্ গ্যাসে অণুর সংখ্যা বেশি?

উত্তর :-.....

3. চাঁদে কোনো বায়ুমণ্ডল নেই কেন?

উত্তর :-.....

4. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী, স্থির উষ্ণতায় আবদ্ধ কোনো গ্যাসের আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্কটি কীরূপ? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর :-.....

5.  $27^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় অক্সিজেন গ্যাসের অণুর rms বেগের মান কত? দেওয়া আছে  $R = 8.3 \times 10^7 \text{erg mol}^{-1} \text{K}^{-1}$   
অক্সিজেনের পারমাণবিক ওজন = 16।

উত্তর :-.....

6. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী স্থির আয়তনে আবদ্ধ কোনো গ্যাসের চাপ ও উষ্ণতার মধ্যে সম্পর্ক কী? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

7. শক্তির সমবিভাজন নীতিটি কী?

উত্তর :-.....  
.....

8. সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ বলতে কী বুঝ?

উত্তর :-.....  
.....

### বিভাগ-ঘ

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন - ২ :

(মান-৩)

1. ব্রাউনীয় গতির বৈশিষ্ট্যগুলো লেখো।

উত্তর :-.....  
.....

2. গ্যাসের গতিতত্ত্বের মূল অঙ্গীকারগুলো লেখো।

উত্তর :-.....  
.....

3. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী চাপের রাশিমালাটি প্রতিষ্ঠা করো।

অথবা

গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী দেখাও যে,

$$P = \frac{1}{3} \rho C_{rms}^2$$

যেখানে, চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত।

উত্তর :-.....  
.....

4. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুযায়ী গ্যাসের অণুর গতিশক্তি ও উল্লতার মধ্যে সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো এবং তা হতে গ্যাসের জাতীয় তত্ত্বানুসারে পরম শূন্য উল্লতার ধারণাটি ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

.....

৫. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে নিম্নলিখিত সূত্র ও সম্পর্কগুলো প্রতিষ্ঠা করো—

(i) বয়েলের সূত্র

(ii) চার্লসের সূত্র

(iii) চাপের সূত্র,

(iv) অ্যাভোগাড্রোর সূত্র

(v) ডালটনের অংশ চাপ সূত্র

(vi) গ্রাহামের গ্যাস ব্যাপন সূত্র

(vi) আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ

উত্তর :-.....

.....

6. স্বাধীনতার মাত্রা বলতে কী বুঝ ? শক্তির সমবিভাজন নীতি অনুসারে দ্বিপারমানবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে দুটি আপেক্ষিক তাপের অনুপাত বের করো।

উত্তর :-.....

.....

7. রৈখিক এবং অরৈখিক ত্রিপারমানুক ও বহু পরমাণুক গ্যাসের ক্ষেত্রে স্বাধীনতার মাত্রা এবং গ্যাসের দুই আপেক্ষিক তাপের মধ্যে সম্পর্ক লেখো।

উত্তর :-.....

.....

উত্তর সংকেত

বিভাগ-ক :

1. (c)      2. (c)      3. (c)      4. (c)      5.(d)  
6 (b)      7. (d)      8. (a)      9. (d)      10. (a)

বিভাগ-খ :

1. পূর্ণ স্থিতিস্থাপক      2. মুক্ত পথ      3.  $\sqrt{2} : \sqrt{3}$       4. 8.64 cm/s      5. 4:1  
6. নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়      7. পরম বা চরম শূন্য উষ্ণতায়

বিভাগ-গ :

5.  $4.83 \text{ cm/s} \times 10^4 \text{ cm/s}$



## চতুর্দশ অধ্যায়

### কম্পন

মূখ্য শিখন সূচি :-

→ পর্যাবৃত্ত গতি :-

যে গতি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর পুনরাবৃত্ত হয় তাকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

→ দোলন :-

কোনো বস্তু যদি ওর গতিপথের কোনো একটি বিন্দুকে পর্যায়ক্রমে বারবার অতিক্রম করে পর্যাবৃত্ত গতি সম্পাদন করে তবে একে দোলন বলে।

→ সরল দোলগতি বা সুসমঞ্জস গতি :-

যদি কোনো পর্যাবৃত্ত গতিকে একটি একক সাইন বা কোসাইনের অপেক্ষক রূপে প্রকাশ করা যায় এবং গতির যেকোনো মুহূর্তে ত্বরণ সর্বদা সাম্যবস্থার অভিমুখী ও সরণের সমানুপাতিক হয় তবে ওই গতিকে সরল দোলগতি বলে।

→ অসমঞ্জস গতি :-

যে দোলন গতিকে একটি মাত্র সাইন বা কোসাইন অপেক্ষক রূপে প্রকাশ করা যায় না তাকে অসমঞ্জস গতি বলে।

→ পর্যাবৃত্ত অপেক্ষক :-

পর্যাবৃত্ত গতিকে নির্দেশ করার জন্য যে গাণিতিক অপেক্ষক ব্যবহৃত হয় ইহাই পর্যাবৃত্ত অপেক্ষক। একটি অপেক্ষক

$$f(t) \text{ কে পর্যাবৃত্ত অপেক্ষক বলা যাবে যদি } f(t) = f(t+T) \\ = f(t + 2T) \dots$$

সরল দোলগতির গাণিতিক সমীকরণ :-

যদি সরল দোলগতির কোনো এক মুহূর্তে দোলগতি সম্পন্ন কণার সরণ  $x$  এবং কণার উপর প্রযুক্ত প্রত্যানয়ক বল  $F$  হয় তবে

$$F \propto x$$

$$F = -k x$$

যেখানে  $k$  একটি ধনাত্মক ধ্রুবক যাকে বল ধ্রুবক বলে।

→ সরল দোল গতির অবকল সমীকরণ :-

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \text{ যেখানে } \omega^2 = \frac{k}{m}$$

→ সরল দোলগতি ও সুসম বৃত্তকার গতির মধ্যে সম্পর্ক :-

সরল দোলগতিতে সুসম বৃত্তপথে আবর্তনশীল কোনো কণার কোনো মুহূর্তে ব্যাসের উপর প্রক্ষেপ হিসেবে প্রকাশ করা যায়।

→ সরল দোলগতির সরণ :-

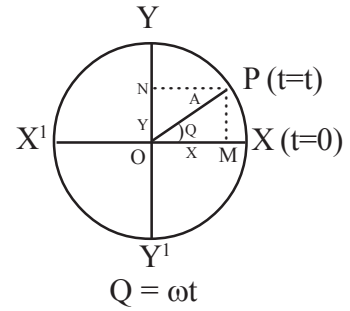
A বিস্তার ও  $\omega$  কৌণিক বেগ সম্পন্ন সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার কোনো মুহূর্ত t তে সরণ x হলে

$$x(t) = A \cos (\omega t + \phi_0) \quad \phi_0 = \text{প্রাথমিক দশা কোণ।}$$

$$\text{যদি } \phi_0 = 0 \text{ হয় তবে } x(t) = A \cos \omega t$$

$$\text{যদি প্রাথমিক অবস্থান মধ্যবিন্দুতে ধরা হয় তবে } y(t) = A \sin \omega t$$

$$\text{যদি প্রাথমিক অবস্থান প্রান্তবিন্দু ধরা হয় তবে } x(t) = A \cos \omega t$$



→ সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার বেগ :-

A বিস্তার ও  $\omega$  কৌণিক বেগ সম্পন্ন সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার x সরণের বিন্দুতে t মুহূর্তে বেগ

$$V = \omega A \sin (\omega t + \phi_0) \quad \{\text{যদি } x = A \cos (\omega t + \phi_0)\}$$

$$V = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

→ সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার ত্বরণ :-

A বিস্তার ও  $\omega$  কৌণিক বেগ সম্পন্ন সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার x সরণের বিন্দুতে ত্বরণ

$$a = \frac{dv}{dt}$$

$$a = -\omega^2 A \cos (\omega t + \phi_0)$$

$$a = -\omega^2 x$$

→ সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার সরণ বেগ ও ত্বরণের মধ্যে দশা সম্পর্ক :-

সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার বেগ সরণ থেকে  $\frac{\pi}{2}$  দশা এগিয়ে থাকে এবং ত্বরণ সরণ থেকে  $\pi$  দশা এগিয়ে থাকে।

→ সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার শক্তি :-

সরল দোলগতি সম্পন্ন কোনো বস্তুর ক্ষেত্রে বস্তুটির শক্তি এর গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির মধ্যে রূপান্তরিত হতে থাকে কিন্তু এর মোট শক্তি সর্বদা ধ্রুবক থাকে।

কণার x সরণের জন্য স্থিতিশক্তি

$$u = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 = \frac{1}{2} k x^2$$

কণার x সরণের জন্য গতিশক্তি

$$K.E. = \frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - x^2) = \frac{1}{2} K (A^2 - x^2)$$

সুতরাং মোটশক্তি  $E = U + K.E. = \frac{1}{2}mw^2A^2 = \frac{1}{2}kA^2$

→ স্প্রিং এর দোলন সরল দোলগতি :-

স্প্রিং এর কম্পন সরলদোলগতি সম্পন্ন হয়।

কোনো স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তে সংযুক্ত ভর  $m$  এবং এর বল ধ্রুবক  $k$  হলে পর্যায়কাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

→ সরল দোলক :-

হালকা ও অপ্রসার্য সূতার দ্বারা কোনো অবলম্বন থেকে একটি ভরকে ঝুলিয়ে দিয়ে মুক্তভাবে দুলতে দিলে সমগ্র ব্যবস্থাটিকে সরল দোলক বলে।

সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য  $l$  এবং ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$  হলে পর্যায়কাল,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

→ মন্দনহীন দোলন :-

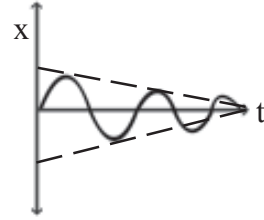
যে দোলনে দোলন বিস্তার সময়ের সাথে ধ্রুবক থাকে তাকে মন্দনহীন দোলন বলে।

→ মন্দিত দোলন :-

যদি কোনো দোলনের বিস্তার সময়ের সাথে সূচকীয়ভাবে হ্রাস পায় তবে ওই দোলনকে মন্দিত দোলন বলে। এক্ষেত্রে বিরুদ্ধ বল,

$$F_d = -bv, \text{ যেখানে } v = \text{বেগ এবং } b \text{ হল একটি মন্দন ধ্রুবক।}$$

মন্দিত দোলনের কোনো মুহূর্তে সরণ,



$x(t) = Ae^{-bt/2m} \cos(\omega' t + \phi)$  যেখানে  $\omega'$  হল মন্দিত দোলনের কৌণিক বেগ এবং

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$$

মন্দিত দোলনের মোটশক্তি -  $E = \frac{1}{2}KA^2e^{-bt/m}$

→ মুক্ত বা স্বাভাবিক কম্পন :-

কোনো বস্তুকে সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত করে ছেড়ে দিলে বস্তুটি তার স্বাভাবিক কম্পাঙ্কে কাঁপে। এরূপ কম্পনকে মুক্ত কম্পন বলে।

$$\text{স্বাভাবিক কম্পাঙ্ক, } v_o = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

→ পরবশ কম্পন :-

কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক পর্যাবৃত্ত বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি যদি পর্যাবৃত্ত বলের কম্পাঙ্কে কম্পিত হয় তবে তাকে পরবশ কম্পন বলে।

→ অনুনাদ :-

যদি কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক পর্যাবৃত্ত বল এরূপভাবে প্রয়োগ করা হয় যাতে পর্যাবৃত্ত বলের কম্পাঙ্ক বস্তুর স্বাভাবিক কম্পাঙ্কের সমান হয় তবে ওই অবস্থায় বস্তুটি বেশি বিস্তার নিয়ে কাঁপতে থাকে এই ঘটনাকে অনুনাদ বলে।।

### বিভাগ-ক

বহু বিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন করো :

(মান-১)

1. একটি সরল দোলগতির সমীকরণ  $Y(t) = 17 \sin(20t + 0.5)$  cm হলে তার বিস্তার হবে —

- a) 30 cm    b) 17 cm    c) 20 cm    d) 5 cm

উত্তর :-.....

2. একটি স্প্রিং এর স্বাভাবিক দৈর্ঘ্য 50 mm। এর 1 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে 20 N বলের প্রয়োজন হলে, এর 50 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে কৃতকার্য হবে—

- a) 84 J    b) 48 J    c) 24 J    d) 25 J

উত্তর :-.....

3. নিম্নের ত্বরণ (a) ও সরণের (x) মধ্যে কোন্ সম্পর্কটি সরল দোলগতি নির্দেশ করে—

- a)  $a = 0.7x$     b)  $a = -200x^2$     c)  $a = -10x$     d)  $a = 100x^3$

উত্তর :-.....

4. একটি সরল দোলগতির সমীকরণ  $x(t) = A \cos(\omega t + \theta)$ । যদি কণাটির ( $t = 0$ ) প্রাথমিক অবস্থান  $1 \text{ cm}$  এবং প্রাথমিক বেগ  $\pi \text{ cm/s}$  হয় তবে সরল দোলগতির বিস্তার কত? সরল দোলগতির কৌণিক বেগ  $\pi \text{ rads}^{-1}$
- a)  $1 \text{ cm}$     b)  $\sqrt{2} \text{ cm}$     c)  $3 \text{ cm}$     d)  $2.5 \text{ cm}$

উত্তর :-.....

5. একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার তাৎক্ষণিক বেগ ও তাৎক্ষণিক ত্বরণ এর মধ্যে দশা পার্থক্য হল —
- a)  $0.5 \pi$     b)  $\pi$     c)  $0.707 \pi$     d)  $0.61 \pi$

উত্তর :-.....

6. সরল দোলগতি সম্পন্ন কোন কণার কৌণিক বেগ  $2.5 \text{ rad/s}$  এবং সর্বাধিক ত্বরণ  $6.5 \text{ ms}^{-2}$  হলে কণাটির দোলন এর বিস্তার—
- a)  $0.28 \text{ m}$     b)  $0.36 \text{ m}$     c)  $0.707 \text{ m}$     d)  $1.04 \text{ m}$

উত্তর :-.....

7. একটি কণা সরল দোলগতি সম্পাদন করছে। তাহলে নিম্নলিখিত উদ্ভূতিগুলোর মধ্যে কোনটি সঠিক নয়—
- a) কণাটির মোট শক্তি সর্বদা ধ্রুবক থাকে।  
b) কণাটির উপর প্রযুক্ত প্রত্যনয়ক বল সর্বদা সাম্যাবস্থা অভিমুখী  
c) কণাটির উপর প্রযুক্ত প্রত্যনয়ক বলের মান প্রাপ্ত বিন্দুতে সর্বাধিক  
d) কণাটির সাম্যাবস্থার বিন্দুতে ত্বরণ সর্বাধিক।

উত্তর :-.....

8. সরল দোলগতি সম্পাদনকারী কোনো স্প্রিং এর বল ধ্রুবক  $2 \times 10^6 \text{ N/m}$  এবং বিস্তার  $0.01 \text{ m}$ । কণাটির মোট যান্ত্রিক শক্তি  $160 \text{ J}$  হলে এর সর্বাধিক স্থিতিশক্তি—
- a)  $160 \text{ J}$     b) শূন্য    c)  $100 \text{ J}$     d)  $140 \text{ J}$

উত্তর :-.....

9. একটি সরল দোলক  $x = 0$  বিন্দু সাপেক্ষে  $a$  বিস্তার ও  $T$  পর্যায়কাল নিয়ে সরল দোলগতি সম্পাদন করছে।  $x = \frac{a}{2}$

বিন্দুতে দোলক পিণ্ডটির দ্রুতি হবে—

- a)  $\frac{\pi a \sqrt{3}}{T}$     b)  $\frac{\pi a \sqrt{3}}{2T}$     c)  $\frac{\pi a}{T}$     d)  $\frac{3\pi^2 a}{T}$

উত্তর :-.....

10. একটি সরল দোলকের বিস্তার 60 mm এবং পর্যায়কাল 2 s হলে এর সর্বাধিক বেগ হবে —  
a)  $0.10 \text{ ms}^{-1}$  b)  $0.18 \text{ ms}^{-1}$  c)  $0.24 \text{ ms}^{-1}$  d)  $0.32 \text{ ms}^{-1}$

উত্তর :

.....

11. সরল দোলকের প্রত্যানয়ক বলের যোগান কোথা থেকে হয় ?

উত্তর :-

.....

12. স্প্রিংয়ের দোলনের ক্ষেত্রে প্রত্যানয়ক বল কোথা থেকে আসে ?

উত্তর :-

.....

13. সরল দোলগতিতে বেগ ও ত্বরণের মধ্যে দশা পার্থক্য কত ?

উত্তর :-

.....

14. সরল দোলগতির কোন্ বিন্দুতে বেগ এবং ত্বরণ শূন্য হয় ?

উত্তর :-

.....

15. সরল দোলগতির কোন্ বিন্দুতে যান্ত্রিকশক্তি সম্পূর্ণরূপে গতিশক্তি এবং স্থিতিশক্তি হয় ?

উত্তর :-

.....

16. কোনো স্প্রিংকে উলম্ব তলের পরিবর্তে যদি অনুভূমিক তলে কম্পিত করা হয় তবে তার পর্যায়কালের কীরূপ পরিবর্তন ঘটে ?

উত্তর :-

.....

17. যদি কোনো সরল দোলগতির বিস্তার দ্বিগুণ করা হয় তবে তার যান্ত্রিক শক্তির কী পরিবর্তন ঘটে ?

উত্তর :-

.....

18. সেকেন্ড দোলকের দোলন দৈর্ঘ্য কত ?

উত্তর :-

.....

19. কোনো সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে তার পর্যায়কালের কীরূপ পরিবর্তন হবে?

উত্তর :-.....

20. সরল দোলকের কোন্ বিন্দুতে সূতার টান সর্বাধিক ও সর্বনিম্ন হবে?

উত্তর :-.....

21. মন্দিত দোলনের লেখচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর :-.....

22. মন্দনহীন লেখচিত্র অঙ্কন কর।

উত্তর :-.....

### বিভাগ-খ

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

(মান-২)

1. K বলপ্রবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিংকে তিন সমান ভাগে কাটা হল। প্রতিটি অংশের বলপ্রবক কত হবে?

উত্তর :-.....

2. দুটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার সরণের সমীকরণ যথাক্রমে  $y_1 = 0.1 \sin \left( 1000\pi t - \frac{\pi}{3} \right)$  এবং  $y_2 = 0.1 \cos \pi t$ । দ্বিতীয় কণার বেগের সাপেক্ষে প্রথম কণার বেগের দশা পার্থক্য কত?

উত্তর :-.....

3.  $K_1$ , ও  $K_2$  বল প্রবক বিশিষ্ট দুটি স্প্রিংকে প্রথমে শ্রেণি সমবায়ে ও পরে সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করা হল। উভয় ক্ষেত্রে সংস্থার তুল্য বল প্রবক নির্ণয় করো।

উত্তর :-.....

4. একটি কণা 5 cm ব্যাসার্ধ এবং 0.2 সেকেন্ড পর্যায়কাল নিয়ে সরল দোলগতি সম্পাদন করছে। (a) 5 cm, (b) 3 cm সরণের অবস্থানে কণার বেগ ও ত্বরণ নির্ণয় করো। (SCERT)

উত্তর : .....

.....

5. 7 mm বিস্তার সম্পন্ন সরল দোলগতির কোনো কণার সর্বাধিক বেগ  $4.4 \text{ ms}^{-1}$ । দোলনের পর্যায়কাল নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

6. কৃত্রিম উপগ্রহে কী দোলক ঘড়ি কাজ করবে—ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : .....

.....

7. একটি দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে তার পর্যায়কালের হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটবে কী? যুক্তি দাও।

উত্তর : .....

.....

8. চন্দ্রপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান  $1.7 \text{ ms}^{-2}$ । পৃথিবীতে কোনো সরল দোলকের পর্যায়কাল 3.5s হলে চন্দ্রপৃষ্ঠে এর মান কতো হবে? (SCERT)

উত্তর : .....

.....

9. কোনো সরল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 21% বৃদ্ধি করলে এর পর্যায়কাল কত শতাংশ বৃদ্ধি পাবে?

উত্তর : .....

.....



10. বুলস্তু ব্রীজ অতিক্রম করার সময় সৈন্যদের মার্চ করা উচিত নয় কেন ?

উত্তর : .....

.....

11. কোনো সরল দোলগতি সম্পন্ন কণা সাম্যাবস্থান থেকে 2s সময়ে অতিক্রান্ত সর্বনিম্ন দূরত্ব বিস্তারের  $\frac{\sqrt{3}}{2}$  গুণ হলে এর পর্যায়কাল কত?

উত্তর : .....

.....

12. কোনো সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার বেগ ও সরণের মধ্যে দশা পার্থক্য  $\frac{\pi}{2}$  - প্রমাণ করো।

উত্তর : .....

.....

13. পৃথিবীতে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1m হলে চন্দ্রপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য কত হবে ?

উত্তর : .....

.....

14. কোনো সরলদোলগতির সমীকরণ,  $x(t) = 5 \cos\left(2\pi t + \frac{\pi}{4}\right)$ , যেখানে  $t$ , সেকেন্ড এককে সময় এবং  $x$  মিটার এককে, (a)  $t = 0$  সময়ে কণার সরণ, (b) পর্যায়কাল, (c) প্রাথমিক দশা কতো ?

উত্তর : .....

.....

15. একটি স্প্রিং-এ যুক্ত একটি ভর  $\omega$  কৌণিক বেগে, ঘর্ষণ বা অবমন্দন ছাড়া কোনো অণুভূমিক তলে মুক্তভাবে দুলছে। একে  $x_0$  দূরত্বে টানা হল এবং  $t=0$  সময়ে  $v_0$  বেগে কেন্দ্রাভিমুখে ঠেলে দেওয়া হল।  $\omega$ ,  $x_0$  এবং  $v_0$  প্রাচলগুলোর সাপেক্ষে লম্বি দোলনের বিস্তার নির্ণয় করো। (SCERT)

উত্তর : .....

.....

বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন - ২

(মান-৩)

1. সরল দোলগতির অবকল সমীকরণটি লেখো এবং এর সমাধানটি নির্ণয় করো এবং এর থেকে পর্যায়কালের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

2. সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার তাৎক্ষণিক বেগ ও তাৎক্ষণিক ত্বরণের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

3. সরল দোলগতি কি? দেখাও যে সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার ত্বরণ তার সরণের সমানুপাতিক।

উত্তর : .....

.....

4. দেখাও যে অনুভূমিক তলে কম্পনশীল কোনো ভরহীন স্প্রিংয়ের গতি সরল দোলগতি। এর পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

উত্তর : .....

.....

5. দেখাও যে সরল দোলকপিণ্ডের গতি সরল দোলগতি। এর পর্যায়কালের সমীকরণ নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

6. দেখাও যে, রৈখিক সরল দোলগতি সম্পাদনকারী কোনো কণার দোলনের কোনো পর্যায়কালে গড় গতিশক্তি ঐ একই পর্যায়কালে গড় স্থিতিশক্তির সমান।

উত্তর : .....

.....

### বিভাগ-ঘ

দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

(মান-৫)

1. দেখাও যে সরল দোলগতিকে কোন সমবৃত্তীয় গতিতে ঘূর্ণায়মান কণার প্রতি মুহূর্তের অবস্থান থেকে বৃত্তের ব্যাস বরাবর অভিক্ষেপরূপে প্রকাশ করা যায়। এর দ্বারা সরল দোলগতির সরণের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

2. সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো। এর থেকে প্রমাণ করো যে সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার মোট শক্তি ধ্রুবক।

উত্তর : .....

.....

3. সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার মোট শক্তির সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর। একবার পূর্ণ দোলনে সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি কয়বার সর্বোচ্চ মান পায়। লেখচিত্র অঙ্কন করো :
- (i) সরণের সাপেক্ষে গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির পরিবর্তন  
(ii) সময়ের সাপেক্ষে গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির পরিবর্তন

উত্তর : .....

.....

4. কোনো সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার সময়ের সাপেক্ষে সরণ, বেগ ও ত্বরণের লেখচিত্র অঙ্কন করো এবং তাদের দশা সম্পর্ক আলোচনা করো।

উত্তর : .....

.....

উত্তর সংকেত

বিভাগ -ক

1. (b)      2. (d)      3. (c)      4. (b)      5.(a)      6 (d)
7. (d)      8. (c)      9. (a)      10. (b)      11. অভিকর্ষ বল
12. স্থিতিস্থাপকতা      13.  $\frac{\pi}{2}$

## পঞ্চদশ অধ্যায়

### তরঙ্গ

মুখ্য শিখন সূচি :-

→ তরঙ্গ

সাম্যাবস্থার সাপেক্ষে মাধ্যমের কণার পর্যাবৃত্ত গতির জন্য কণার স্থানচ্যুতি না ঘটিয়ে শক্তি প্রবাহের একটি রূপ হল তরঙ্গ।

তরঙ্গ তিন প্রকার হয় :-

(a) যান্ত্রিক তরঙ্গ (b) তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ (c) পদার্থ তরঙ্গ

→ (a) যান্ত্রিক তরঙ্গ :-

এই প্রকার তরঙ্গ কেবলমাত্র কোনো জড় মাধ্যমে পদার্থ কণার কম্পনের ফলে সৃষ্টি হয় এবং ঐ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে অগ্রসর হয়। যেমন— জলতরঙ্গ, টান করা তারে উৎপন্ন তরঙ্গ, শব্দ তরঙ্গ ইত্যাদি।

কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে যান্ত্রিক তরঙ্গ অগ্রসর হওয়ার জন্য নিম্নলিখিত শর্তগুলি সিদ্ধ করতে হবে

- মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক ধর্ম থাকতে হবে
- মাধ্যমের কণাগুলির জড়তা ধর্ম থাকতে হবে
- ঘর্ষণ বল খুব বেশি হওয়া উচিত নয়। এক্ষেত্র বেশি ঘর্ষণ বল কণাগুলোর স্পন্দনকে খুব দ্রুত অবমন্দিত করবে।

→ (b) তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ :-

যে সকল তরঙ্গের উৎপত্তি এবং অগ্রগমনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না তাদের তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ বলে। এই প্রকার তরঙ্গ শূন্য মাধ্যমের মধ্য দিয়েও অগ্রসর হতে পারে। পরিবর্তনশীল তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র এই তরঙ্গরূপে বিস্তার লাভ করে— যেমন- দৃশ্যমান আলো, অতি বেগুনী রশ্মি, বেতার তরঙ্গ, মাইক্রোওয়েভ বা অনুরঙ্গ ইত্যাদি।

→ (c) পদার্থ তরঙ্গ :-

এই প্রকার তরঙ্গ গতিশীল কণা যেমন ইলেক্ট্রন, প্রোটন, নিউট্রন ইত্যাদির সাথে যুক্ত। এই তরঙ্গের অপর নাম দ্যা ব্রয় (de-Broglie) তরঙ্গ।

যান্ত্রিক তরঙ্গের প্রকারভেদ :-

→ তির্যক তরঙ্গ :-

যদি তরঙ্গের গতির অভিমুখ ও মাধ্যমের কণাগুলোর গতির অভিমুখ পরস্পরের লম্ব হয় তবে এরূপ তরঙ্গকে তির্যক তরঙ্গ

বলে। তির্যক তরঙ্গ তরঙ্গাশীর্ষ ও তরঙ্গাপাদ উৎপন্ন করে অগ্রসর হয়। তির্যক তরঙ্গ কেবলমাত্র ঐ প্রকার বস্তুর মধ্য দিয়ে অগ্রসর হতে পারে যার দৃঢ়তা গুণাঙ্ক রয়েছে— যেমন কঠিন পদার্থ।

উদাহরণ :- টান করা তারের কোনো বিন্দুতে বল প্রয়োগের ফলে উৎপন্ন তরঙ্গ তির্যক তরঙ্গ, ‘জল তলে সৃষ্ট তরঙ্গ’

**অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ :-**

যদি তরঙ্গের গতির অভিমুখ ও মাধ্যমের কণাগুলির গতির অভিমুখ পরস্পরের সমান্তরাল হয় তবে এরূপ তরঙ্গকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ঘনীভবন ও তনুভবনরূপে মধ্য দিয়ে কোনো মাধ্যমে অগ্রসর হয়। যেসকল পদার্থের আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক আছে তাদের মধ্যে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ অগ্রসর হতে পারে। তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ সকল প্রকার পদার্থের মধ্য দিয়ে অগ্রসর হতে পারে।

উদাহরণ :- শব্দ তরঙ্গ

→ **বিস্তার :-**

তরঙ্গের সাম্যাবস্থান থেকে সর্বাধিক সরণকে ঐ তরঙ্গের বিস্তার বলে।

→ **কম্পাঙ্ক :-**

একক সময়ে উৎপন্ন পূর্ণ তরঙ্গের সংখ্যাকে বলে কম্পাঙ্ক। কোনো তরঙ্গের পর্যায়কাল  $T$  হলে কম্পাঙ্ক  $\nu = \frac{1}{T}$ , এর SI একক হার্জ (Hz)।

→ **পর্যায়কাল :-**

কোনো মাধ্যমে একটি পূর্ণতরঙ্গ বা পূর্ণ দোলন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে তাকে ঐ তরঙ্গের পর্যায়কাল বলে।

→ **তরঙ্গ দৈর্ঘ্য :-**

কোনো মাধ্যম কণার এক পূর্ণদোলন সম্পন্ন করার অবকাশে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে। একটি তরঙ্গের উপর অবস্থিত পরপর দুটি সমদশা সম্পন্ন বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।

→ **তরঙ্গ বেগ :-**

এক সেকেন্ডে কোনো চলতরঙ্গ দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্বকে তরঙ্গবেগ বলে।

$$\text{তরঙ্গ বেগ, } V = \frac{\lambda}{T}$$

$$V = \nu \lambda$$

$$\text{আবার, } V = \frac{\lambda}{T} = \quad \text{যেখানে, } K = \frac{2\pi}{\lambda}$$

→ **তির্যক তরঙ্গের দ্রুতি :-**  $\frac{\omega}{K}$

(i) টান করা তারে তির্যক তরঙ্গের দ্রুতি,

$$\nu = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

যেখানে,  $T =$  তারের টান

$\mu =$  তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর অথবা রৈখিক ঘনত্ব

(ii) কঠিন মাধ্যমে তির্যক তরঙ্গের দ্রুতি,

$$v = \sqrt{\frac{\eta}{\rho}}$$

যেখানে  $\eta =$  দৃঢ়তা গুণাঙ্ক

$\rho =$  ঘনত্ব

→ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের দ্রুতি :-

(i) কঠিন দীর্ঘ দণ্ডের মধ্যে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের দ্রুতি,

$$v = \sqrt{\frac{\gamma}{\rho}}$$

যেখানে,  $\gamma =$  ইয়ং গুণাঙ্ক

$\rho =$  ঘনত্ব

(ii) তরলের মধ্যে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের দ্রুতি,

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

যেখানে,  $K =$  আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক

$\rho =$  ঘনত্ব

(iii) গ্যাসীয় মাধ্যমে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের দ্রুতি,

$$v = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

যেখানে,  $K =$  আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক

$\rho =$  ঘনত্ব

→ শব্দের বেগ সংক্রান্ত নিউটনের সূত্র :-

নিউটন ধারণা করেছিলেন যে, গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বিস্তার কৌশল একটি সমোষণ প্রক্রিয়া। নিউটনের সমীকরণ অনুযায়ী বায়ুমাধ্যমে শব্দের দ্রুতি -

$$v = \sqrt{\frac{K_{iso}}{\rho}} = \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

$= 280 \text{ ms}^{-1}$ , STPতে

পরীক্ষামূলকভাবে বায়ু মাধ্যমে শব্দের প্রাপ্ত দ্রুতি,

$= 331 \text{ ms}^{-1}$ , STPতে

→ ল্যাপলাসের সংশোধনঃ

ল্যাপলাসের মতানুযায়ী গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের বিস্তার কৌশল একটি রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়া।

ল্যাপলাসের সমীকরণ অনুযায়ী বায়ু মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি—

$$v = \sqrt{\frac{K_{adia}}{\rho}} = \sqrt{\frac{\delta P}{\rho}}$$

$$= 331.2 \text{ ms}^{-1} \text{ STP তে}$$

এই মান পরীক্ষামূলক মানের সাথে হুবহু মিলে যায়।

→ বায়ু মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি প্রভাবকারী রাশি ঃ-

- (i) গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি ঐ গ্যাসের ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক,
- (ii) গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি তাপমাত্রা স্থির থাকলে গ্যাসের চাপের উপর নির্ভরশীল নয়।
- (iii) গ্যাসীয় মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি গ্যাসের পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।
- (iv) আর্দ্র বায়ুতে শব্দের দ্রুতি শুষ্ক বায়ুতে দ্রুতি অপেক্ষা বেশি।

→ চলতরঙ্গ ঃ-

যে সকল তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট অভিমুখে গতিশীল থাকে তাদের চলতরঙ্গ বলে।

→ চলতরঙ্গের সমীকরণ ঃ-

ধনাত্মক X- অক্ষ বরাবর গতিশীল চলতরঙ্গের গাণিতিক সমীকরণ —

$$(a) y = A \sin (wt - Kx)$$

$$(b) y = A \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

$$(c) y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$$

যেখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

ঋণাত্মক X-অক্ষ বরাবর গতিশীল চলতরঙ্গের গাণিতিক সমীকরণ -

$$(a) y = A \sin (vt + Kx)$$

$$(b) y = A \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$



$$(c) y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x)$$

→ তরঙ্গের উপরিপাতের নীতি :-

একটি বিন্দুতে অনেকগুলি চলতরঙ্গ উপরিপাতিত হলে এই নীতির দ্বারা লব্ধি তরঙ্গের সরণের মান নির্ণয় করা হয়। যদি কোন বিন্দুতে উপরিপাতিত  $n$  সংখ্যক তরঙ্গের সরণ যথাক্রমে  $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3, \dots, \bar{y}_n$  হয় তবে লব্ধি তরঙ্গের সরণ —

$$\bar{y} = \bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \dots + \bar{y}_n$$

→ তরঙ্গের প্রতিফলন :-

যদি কোন চলতরঙ্গ কোনো দৃঢ় ও বন্ধ সীমাতল হতে প্রতিফলিত হয় তবে আপতিত ও প্রতিফলিত তরঙ্গ দুটির মধ্যে  $\pi$  রেডিয়ান দশা পার্থক্য থাকে। কিন্তু তরঙ্গ যদি কোন মুক্ত সীমা থেকে প্রতিফলিত হয় তবে তাদের মধ্যে কোনো দশা পার্থক্য থাকে না।

→ স্থানু তরঙ্গ :

যখন দুটি একই বিস্তার ও কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট চলতরঙ্গ বিপরীত দিক থেকে এসে পরস্পরের উপর আপতিত হয় তখন লব্ধি তরঙ্গ কোনো দিকেই গতিশীল হতে পারে না। এই লব্ধি তরঙ্গকেই স্থানু তরঙ্গ বলে।

→ নিঃস্পন্দ বিন্দু :

নিঃস্পন্দ বিন্দু হল স্থানু তরঙ্গের উপর সেই সকল বিন্দু যাদের বিস্তার শূন্য।

→ সুস্পন্দ বিন্দু :-

সুস্পন্দ বিন্দু হল স্থানু তরঙ্গের উপর সেই সকল বিন্দু যাদের বিস্তার সর্বাধিক।

→ স্থানু তরঙ্গের গাণিতিক বিশ্লেষণ :

আপতিত তরঙ্গের সমীকরণ,  $y_1 = A \sin (\omega t - kx)$

এবং প্রতিফলিত তরঙ্গের সমীকরণ  $y_2 = A \sin (\omega t + kx)$

উপরিপাতনে লব্ধি তরঙ্গের সমীকরণ,

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = A \sin (\omega t - kx) + A \sin (\omega t + kx)$$

$$y = 2A \cos kx \sin \omega t$$

নিঃস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান,  $x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4} \dots$

সুস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান,  $x = 0, \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{4} \dots$

তরঙ্গ কোনো দৃঢ় প্রতিফলক থেকে প্রতিফলিত হয়ে আসলে,  $y_2 = -A \sin(\omega t + kx)$

এবং লম্বি তরঙ্গের সমীকরণ,  $y = -2 A \sin kx \cos \omega t$

এক্ষেত্রে নিঃস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান,  $x = 0, \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}$

এবং সুস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান,  $x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots$

দুটি পরপর নিঃস্পন্দ বা সুস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব  $= \frac{\lambda}{2}$

পরপর একটি সুস্পন্দ ও একটি নিঃস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব  $= \frac{\lambda}{4}$

→ টান করা তারে তির্যক তরঙ্গ -

মূল সুর

$$\lambda_1 = 2L$$

$$v_1 = \frac{l}{\lambda_1} = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

প্রথম উপসুর

$$\lambda_2 = L$$

$$v_2 = 2v_1 \text{ (দ্বিতীয় সম্মেলন)}$$

দ্বিতীয় উপসুর

$$\lambda_3 = \frac{2L}{3}$$

$$v_3 = 3v_1 \text{ (তৃতীয় সম্মেলন)}$$

(n-1) তম উপসুর

$$v_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$v_n = nv_1 \text{ (n তম সম্মেলন)}$$

→ একমুখ বন্ধ নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পন :-

মূলসুর

$$\lambda_1 = 4L$$

$$v_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{4L}$$

প্রথম উপসুর

$$\lambda_2 = \frac{4L}{3}$$

$$v_2 = 3v_1 \text{ (তৃতীয় সমমেল)}$$

দ্বিতীয় উপসুর

$$\lambda_3 = \frac{4L}{5}$$

$$v_3 = 5v_1 \text{ (পঞ্চম সমমেল)}$$

$n$  তম উপসুর

$$\lambda_n = \frac{4L}{(2n-1)}$$

$$v_n = (2n-1)v \text{ (} 2n-1 \text{ তম সমমেল)}$$

এক্ষেত্রে  $v_1 : v_2 : v_3 \dots = 1 : 3 : 5$  (কেবলমাত্র অযুগ্ম সমমেল)

→ দুইমুখ খোলা নলে বায়ুস্তম্ভের কম্পন :-

মূলসুর

$$\lambda_1 = 2L$$

$$v_1 = \frac{v}{2L}$$

প্রথম উপসুর

$$\lambda_2 = L$$

$$v_2 = \frac{v}{L} \text{ (দ্বিতীয় সমমেল)}$$

দ্বিতীয় উপসুর

$$\lambda_3 = \frac{2L}{3}$$

$$v_3 = 3v_1 \text{ (তৃতীয় সম্মেল)}$$

(n-1) তম উপসুর

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$v_n = nv_1 \text{ (n তম সম্মেল)}$$

এক্ষেত্রে  $v_1 : v_2 : v_3 \dots = 1 : 2 : 3$

(যুগ্ম-অযুগ্ম সকল প্রকার সম্মেলই উপস্থিত)

→ স্বরকম্প :

যখন দুটি প্রায় সমান কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট চল তরঙ্গ বিপরীত দিক থেকে এসে পরস্পরের উপর সমাপতিত হয় তখন তরঙ্গের তীব্রতার একটি পর্যায়বৃত্ত বৃদ্ধি ও হ্রাস ঘটে। এই ঘটনাকে স্বরকম্প বলে।

তীব্রতার একবার বৃদ্ধি থেকে হ্রাস পর্যন্ত ঘটনাকে একটি স্বরকম্প বলে। এক সেকেন্ডে এরূপ স্বরকম্পের সংখ্যাকে 'স্বরকম্পের কম্পাঙ্ক' বলে। স্বরকম্পের সংখ্যা উৎস দুটির কম্পাঙ্ক পার্থক্যের সমান। অর্থাৎ,

$$v_b = (v_1 - v_2) \quad (v_1 > v_2)$$

→ ডপলার ক্রিয়া :

যদি শব্দের উৎস ও শ্রোতার মধ্যে একটি আপেক্ষিক গতি থাকে তবে শ্রোতা দ্বারা শ্রুত শব্দের কম্পাঙ্কের আপাত পরিবর্তন ঘটে। এই ঘটনাকে ডপলার ক্রিয়া বলে। আপাত কম্পাঙ্কের মান,

$$v' = \frac{v'}{\lambda'}, \text{ যেখানে } v' = v \pm v_0 \quad \lambda' = \frac{v \pm v_s}{v}$$

$$v' = \left( \frac{v \pm v_0}{v \pm v_s} \right)$$

যেখানে,  $v$  = বায়ুতে শব্দের দ্রুতি

$v_0$  = শ্রোতার বেগ

$v_s$  = উৎসের বেগ

$v$  = উৎসের প্রকৃত কম্পাঙ্ক

(i) যখন উৎস স্থির শ্রোতার দিকে অগ্রসর হয়

$$v^1 = \left( \frac{v}{v - v_s} \right) v \quad (v^1 > v)$$

(ii) যখন উৎস স্থির শ্রোতার বিপরীতে অগ্রসর হয় —

$$v^1 = \left( \frac{v}{v + v_s} \right) v \quad (v^1 < v)$$

(iii) যখন শ্রোতা স্থির উৎসের দিকে অগ্রসর হয় -

$$v^1 = \left( \frac{v + v_0}{v} \right) v \quad (v^1 > v)$$

(iv) যখন শ্রোতা স্থির উৎসের বিপরীতে অগ্রসর হয় -

$$v^1 = \left( \frac{v - v_0}{v} \right) v$$

(v) যখন উৎস ও শ্রোতা উভয়ই পরস্পরের দিকে অগ্রসর হয়,

$$v^1 = \left( \frac{v + v_0}{v - v_s} \right) v \quad (v^1 > v)$$

(vi) যখন উৎস ও শ্রোতা উভয়ই পরস্পরের বিপরীতে অগ্রসর হয়,

$$v^1 = \left( \frac{v - v_0}{v + v_s} \right) v \quad (v^1 < v)$$

(vii) যখন উৎস শ্রোতার দিকে এবং শ্রোতা উৎসের বিপরীতে অগ্রসর হয়,

$$v^1 = \left( \frac{v - v_0}{v - v_s} \right) v$$

(viii) যখন উৎস শ্রোতার বিপরীতে এবং শ্রোতা উৎসের দিকে অগ্রসর হয়।

$$v^1 = \left( \frac{v + v_0}{v + v_s} \right) v$$

বিভাগ— ক

বহুবিকল্প ভিত্তিক প্রশ্ন : সঠিক উত্তর নির্বাচন কর :

(মান-১)

1. জলে মোটরবোট দ্বারা উৎপন্ন তরঙ্গ হল  
(a) তির্যক  
(b) অনুদৈর্ঘ্য  
(c) তির্যক ও অনুদৈর্ঘ্য  
(d) স্থানু তরঙ্গ

উত্তর :-.....

2. জলে উৎপন্ন একটি তরঙ্গের পরপর দুটি চূড়ার মধ্যবর্তী দূরত্ব 100m এবং দ্রুতি  $25\text{ms}^{-1}$ । ঐ জলে থাকা একটি নৌকা কত সময় পরপর একবার উপরে উত্থিত হবে?  
a) 2.500s      b) 25s      c) 4s      d) 0.25s

উত্তর :-.....

3. দুটি এক পারমাণবিক গ্যাসের ঘনত্ব  $\rho_1$  ও  $\rho_2$  এবং এদের মধ্যে শব্দের দ্রুতি যথাক্রমে  $v_1$  ও  $v_2$ । যদি  $\frac{\rho_1}{\rho_2} = 4$ , হয় তবে

$$\frac{v_1}{v_2} = \text{কত ?}$$

- a)  $\frac{1}{4}$       b)  $\frac{1}{2}$       c) 2      d) 4

উত্তর :-.....

4. একটি শব্দ তরঙ্গের গাণিতিক সমীকরণ  $y = 0.0015 \sin (62.8x + 314t)$  এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হবে—  
a) 0.1 একক      b) 0.2 একক      c) 0.3 একক      d) 2 একক

উত্তর :-.....

5. একটি সুরশলাকা বায়ুতে সেকেন্ডে 256 বার কম্পিত হয়। বায়ুতে শব্দের দ্রুতি  $330\text{ms}^{-1}$  হলে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?  
a) 0.56m      b) 0.11m      c) 0.89m      d) 1.29m

উত্তর :-.....

6. একটি তরঙ্গের সমীকরণ  $y = 0.5 \sin \pi(0.01x + 3t)$  যেখানে  $x, y$  মিটারে এবং  $t$  সেকেন্ড এককে। তরঙ্গের দ্রুতি  
a)  $150 \text{ ms}^{-1}$  b)  $300 \text{ ms}^{-1}$  c)  $350 \text{ ms}^{-1}$  d)  $250 \text{ ms}^{-1}$

উত্তর :-.....

7. বায়ুতে NTP তে শব্দের দ্রুতি  $300 \text{ ms}^{-1}$ । যদি বায়ুর চাপ বর্তমান মানের চারগুণ হয় তবে শব্দের দ্রুতি হবে —  
a)  $150 \text{ ms}^{-1}$  b)  $300 \text{ ms}^{-1}$  c)  $800 \text{ ms}^{-1}$  d)  $1200 \text{ ms}^{-1}$

উত্তর :-.....

8. দুই প্রান্তে বাঁধা টান করা করা তারের দৈর্ঘ্য  $40 \text{ cm}$ । এতে উৎপন্ন স্থানু তরঙ্গের সর্বোচ্চ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হবে —  
a)  $20 \text{ cm}$  b)  $80 \text{ cm}$  c)  $40 \text{ cm}$  d)  $120 \text{ cm}$

উত্তর :-.....

9. একমুখ বন্ধ একটি অর্গান নল দ্বারা উৎপন্ন মূলসুরের কম্পাঙ্ক  $512 \text{ Hz}$ । যদি নলটির দু-প্রান্ত খোলা হত তবে মূল সুরের কম্পাঙ্ক হত—  
a)  $256 \text{ Hz}$  b)  $786 \text{ Hz}$  c)  $1,024 \text{ Hz}$  d)  $1,280 \text{ Hz}$

উত্তর :-.....

10. একটি টান করা তারের প্রথম উপসুরের কম্পাঙ্ক  $340 \text{ Hz}$ । তার প্রথম সমমেলের কম্পাঙ্ক হবে—  
a)  $320 \text{ Hz}$  b)  $170 \text{ Hz}$  c)  $480 \text{ Hz}$  d)  $640 \text{ Hz}$

উত্তর :-.....

11. ডপলার ক্রিয়া উৎপন্ন হয় যখন উৎস ও শ্রোতা থাকে  
a) গতিশীল b) আপেক্ষিক গতিতে c) স্থির d) অনুদী অবস্থায়

উত্তর :-.....

12. একটি উৎস থেকে  $400 \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের শব্দ নির্গত হয় কিন্তু শ্রোতা  $390 \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পায়, তাহলে—  
a) শ্রোতা উৎসের দিকে গতিশীল হচ্ছে  
b) উৎস শ্রোতার দিকে গতিশীল হচ্ছে  
c) শ্রোতা উৎসের বিপরীতে গতিশীল হচ্ছে  
d) শ্রোতার কান ত্রুটিপূর্ণ।

উত্তর :-.....

13. যখন শব্দের উৎস স্থির শ্রোতার দিকে গতিশীল তখন শ্রোতা অনুভব করবে —

- a) শব্দের দ্রুতির বৃদ্ধি
- b) শব্দের দ্রুতির হ্রাস
- c) শব্দের কম্পাঙ্কের বৃদ্ধি
- d) শব্দের দ্রুতি ও কম্পাঙ্কের বৃদ্ধি

উত্তর :-.....

14. দুটি সমান বিস্তার ও প্রায় সমান কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট চল চরঞ্জা বিপরীত দিক থেকে এসে উপরিপাতের ফলে সৃষ্টি হয় —

- a) স্বরকম্প
- b) স্থানুতরঞ্জা
- c) অনুনাদ
- d) তরঞ্জা প্যাকেট

উত্তর :-.....

15. পরস্পরের দিকে অগ্রসর দুটি চল তরঞ্জোর সমীকরণ  $y = a \sin 200 \pi t$  এবং  $y_2 = a \sin 208 \pi t$  প্রতি সেকেন্ডে

উৎপন্ন স্বরকম্পের সংখ্যা —

- a) 8
- b) 4
- c) 6
- d) 0

উত্তর :-.....

16. কোন প্রকার তরঞ্জোর অগ্রগমনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন পড়ে না ?

উত্তর :-.....

17) (i) তির্যক ও (ii) অনুদৈর্ঘ্য তরঞ্জো কণাবেগ ও তরঞ্জাবেগের মধ্যে দশাকোণ কত ?

উত্তর :-.....

18. তির্যক তরঞ্জো পরপর দুটি চূড়ার মধ্যে দশা পার্থক্য কত ?

উত্তর :-.....

19. অনুদৈর্ঘ্য তরঞ্জো ঘনীভবন ও তার নিকটবর্তী তনুভবনের মধ্যে দূরত্ব কত ?

উত্তর :-.....



20. হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসের মধ্যে কোন্টিতে শব্দের দ্রুতি বেশি ?

উত্তর :-.....

21. একই চাপ ও তাপমাত্রায় দুটি দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের ঘনত্ব যথাক্রমে  $d_1$  ও  $d_2$ । তাদের মধ্যে শব্দের দ্রুতির অনুপাত কত ?

উত্তর :-.....

22. টান করা তারে তির্যক তরঙ্গের দ্রুতি কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে ?

উত্তর :-.....

23. যদি টান করা তারের টান চারগুণ বৃদ্ধি করা হয় তবে তরঙ্গের দ্রুতি কিরূপে পরিবর্তিত হবে ?

উত্তর :-.....

24. উষ্ণ আর্দ্র দিন ও শীতল শুষ্ক দিনের মধ্যে কোন্ দিনে বায়ুতে শব্দের দ্রুতি বেশি হবে ও কেন ?

উত্তর :-.....

25. পরপর দুটি সুস্পন্দ বা নিঃস্পন্দ বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব কতো ?

উত্তর :-.....

26. পরপর একটি সুস্পন্দ ও নিকটতম নিঃস্পন্দ বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব কত ?

উত্তর :-.....

27. একমুখ বান্ধ নলে কোন প্রকার সম্মেলন অনুপস্থিত থাকে ?

উত্তর :-.....

28. স্থানু তরঙ্গ নামাকরণের কারণ কী ?

উত্তর :-.....

29. কোন্ শর্তে প্রতিফলনের ক্ষেত্রে আপতিত ও প্রতিফলিত তরঙ্গ বিপরীত দশা অর্জন করে ?

উত্তর :-.....

30. দুইমুখ খোলা নলের তৃতীয় সম্মেলের কম্পাঙ্ক 450 Hz হলে পঞ্চম সম্মেলের কম্পাঙ্ক কত ?

উত্তর :-.....

বিভাগ-খ

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন- ১ :

(মান-২)

1. তরঙ্গ গতির চারটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

উত্তর :-.....

.....

2. কোন মাধ্যমের মধ্য দিয়ে স্থিতিস্থাপক চল তরঙ্গ যাওয়ার জন্য মাধ্যমের কী কী বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন?

উত্তর :-.....

.....

3. তির্যক ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

উত্তর :-.....

.....

4. তরঙ্গবেগ, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর :-.....

.....

5. বায়ু মাধ্যমে শব্দের দ্রুতির উপর (i) কম্পাঙ্ক (ii)বিস্তারের প্রকার লেখো।

উত্তর :-.....

.....

6. তরঙ্গের উপরিপাত নীতিটি লেখো ও ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....

.....

7. স্থানু তরঙ্গের চারটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

উত্তর :-.....

.....

8. চল ও স্থান তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য লেখো।

উত্তর :-.....  
.....

9. স্বরকম্পের সংখ্যা কী? স্বরকম্প গঠিত হওয়ার প্রয়োজনীয় শর্তগুলো উল্লেখ করো।

উত্তর :-.....  
.....

10. স্বরকম্পের দুটি ব্যবহারিক প্রয়োগ লেখো ও ব্যাখ্যা করো।

উত্তর :-.....  
.....

11. 2.50 kg ভরের একটি তারকে 200 N বল প্রয়োগে টানটান করে রাখা হল। তারের দৈর্ঘ্য 20.0 m। যদি তারের এক প্রান্তে একটি তীর্যক কম্পন সৃষ্টি করা হয় তবে ইহার অপর প্রান্তে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে?

উত্তর :-.....  
.....

12. একটি হাসপাতাল টিউমার সনাক্তকরণের জন্য আলট্রাসোনিক প্রযুক্তি ব্যবহার করে। যদি দেহে আলট্রাসোনিক তরঙ্গের দ্রুতি 1.7 m/s এবং কম্পাঙ্ক 4.2 MHz হয় তবে এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

উত্তর :-.....  
.....

13. একটি টান করা তারে উৎপন্ন তীর্যক তরঙ্গের সমীকরণ,  $y(x, t) = 3.0 \sin\left(36t + 0.018x + \frac{\pi}{4}\right)$  যেখানে  $x, y$  সেমিতে,

$t$  সেকেন্ডে ধনাত্মক  $x$ -অক্ষের অভিমুখ বাম থেকে ডানদিকে।

(i) ইহা চল তরঙ্গ না স্থান তরঙ্গ? যদি ইহা চলতরঙ্গ হয় তবে এর দ্রুতি ও গতির অভিমুখ কী?

(ii) এর বিস্তার ও কম্পাঙ্ক কত?

(iii) মূলবিন্দুতে এর প্রাথমিক দশা কোণ কত?

(iv) তরঙ্গের পরপর দুটি চূড়ার মধ্যকার ন্যূনতম দূরত্ব কত?

উত্তর :-.....  
.....

14. 100 cm দীর্ঘ একটি স্টিলের দন্ড তার মধ্যপ্রান্তে বাঁধা রয়েছে। যদি দন্ডে উৎপন্ন অনুদৈর্ঘ্য কম্পনের মূলসুরের কম্পাঙ্ক 2.53 KHz হয় তবে স্টিলের মধ্যে শব্দের দ্রুতি কত?

উত্তর : .....

.....

15. একটি একমুখ বন্ড পাইপের দৈর্ঘ্য 20 cm। 430 Hz কম্পাঙ্কের একটি উৎস পাইপের কত তম সম্মেলের সাথে অনুনাদ সৃষ্টি করবে? যদি পাইপটির দুই মুখ খোলা থাকত তবে কী ঐ একই উৎস অনুনাদ সৃষ্টি করতে পারত? (শব্দের দ্রুতি  $v = 340 \text{ m/s}$ )

উত্তর : .....

.....

16. A ও B যথাক্রমে খোলা ও বন্ড দুটি সদৃশ নল। তাদের মূলসুরের কম্পাঙ্কের অনুপাত নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

17. একটি বাঁশি থেকে 9500 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ উৎপন্ন হচ্ছে এবং উৎসটি একজন স্থির ব্যক্তির দিকে  $v_s \text{ m/s}$  দ্রুতিতে অগ্রসর হচ্ছে। বায়ুতে শব্দের দ্রুতি 300 m/s। যদি ব্যক্তিটি সর্বাধিক 10000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে তবে  $v_s$  এর সর্বাধিক মান নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

18. কত তাপমাত্রায় অক্সিজেনে শব্দের দ্রুতি  $20^\circ\text{C}$  উষ্ণতার নাইট্রোজেনে শব্দের দ্রুতি সমান হবে? দেওয়া আছে অক্সিজেনের আনবিক গুরুত্ব 32 এবং নাইট্রোজেনের আনবিক গুরুত্ব 28। উভয় গ্যাসকে আদর্শ গ্যাসরূপে বিবেচনা করো।

উত্তর : .....

.....

19. হঠাৎ করে একটি দুইমুখ খোলা নলের একমুখ বন্ড করে দেওয়া হল। এতে বন্ড নলের তৃতীয় সম্মেলের কম্পাঙ্ক দুই মুখ খোলা নলের মূলসুরের কম্পাঙ্কের চেয়ে 1000 Hz বেশি হলে খোলা নলের মূলসুরের কম্পাঙ্ক কত?

উত্তর : .....

.....

20. একটি গ্যাসীয় মাধ্যমে  $1.00\text{ m}$  এবং  $1.01\text{ m}$  তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি তরঙ্গ  $3$  সেকেন্ডে  $10$  টি স্বরকম্প উৎপন্ন করে। ঐ মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি কত?

উত্তর : .....

.....

### বিভাগ-গ

সংক্ষিপ্ত উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন-২ :

(মান-৩)

1.  $\rho$  ঘনত্বের মাধ্যমে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের দ্রুতির সমীকরণ -

$$V = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

এই সূত্র ব্যবহার করে ব্যাখ্যা করো কেন বায়ু মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি—

(i) চাপের উপর নির্ভরশীল নয়।

(ii) আর্দ্রতার সাথে বৃদ্ধি পায়।

(iii) তাপমাত্রার সাথে বৃদ্ধি পায়।

উত্তর : .....

.....

2. সমতল চল তরঙ্গ কী? ধনাত্মক  $X$ -অক্ষ বরাবর গতিশীল চল তরঙ্গের সরণের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

3. স্থানু তরঙ্গ কী? স্থানু তরঙ্গ উৎপত্তির শর্ত প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

4. দেখাও যে একমুখ বন্ধ নলে কেবলমাত্র মূলসুরের অযুগ্ম গুণিতকগুলি উপস্থিত থাকে।

উত্তর : .....

.....

5. দেখাও যে দুইমুখ খোলা নলে মূলসুরের সকল প্রকার সমমেল উপস্থিত থাকে।

উত্তর : .....

.....

6. শব্দের ডপলার ক্রিয়া কী? যখন শব্দ উৎস স্থির শ্রোতার অভিমুখে সুষম বেগে অগ্রসর হয় তখন শব্দের আপাত কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

7. শ্রোতা যখন সমবেগে স্থির শব্দ উৎসের দিকে অগ্রসর হয় তখন শব্দের আপাত কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

উত্তর : .....

.....

8. শব্দের ডপলার ক্রিয়া কী? যখন উৎস ও শ্রোতা উভয়ই পরস্পরের দিকে হয় তখন শব্দের আপাত কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

উত্তর : .....

.....

9. লেখচিত্র পদ্ধতিতে স্বরকম্পের উৎপত্তি ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : .....

.....

10. স্বরকম্প কী? প্রমাণ করো যে স্বরকম্পের সংখ্যা উৎস দুটির কম্পাঙ্ক পার্থক্যের সমান।

উত্তর : .....

.....

### বিভাগ-ঘ

দীর্ঘ উত্তরভিত্তিক প্রশ্ন :

(মান-৫)

1. আদর্শ গ্যাসে শব্দের দ্রুতি সংক্রান্ত নিউটনের সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো। ল্যাপলাস এই সূত্রটিতে কেন এবং কী সংশোধন করেন। শব্দের দ্রুতি সংক্রান্ত সংশোধিত সূত্রটি প্রতিষ্ঠা করো।

উত্তর : .....

.....

2. দুইটি একই প্রকৃতির সাইন তরঙ্গ বিপরীত দিক থেকে এসে পরস্পরের উপর সমাপতিত হয়ে উৎপন্ন স্থানু তরঙ্গের গাণিতিক সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো এবং এতে সুস্পন্দ ও নিস্পন্দ বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় করো।

উত্তর : .....

.....

3. টান করা তারে স্থানু তরঙ্গের উৎপত্তি ব্যাখ্যা করো এবং এতে উৎপন্ন মূলসুর, উপসুর ও সম্মেলের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।

4. প্রমাণ করো  $L$  দৈর্ঘ্যের একটি দুইমুখ খোলা নলের মধ্যকার বায়ুস্তম্ভের কম্পাঙ্ক

$$v = n \left( \frac{v}{2L} \right)$$

যেখানে  $n$  একটি ধনাত্মক পূর্ণ সংখ্যা।

এবং কম্পনের বিভিন্ন ধরণগুলো আলোচনা করো।

উত্তর : .....

.....

5. প্রমাণ করো  $L$  দৈর্ঘ্যের একটি একমুখ বন্ধ নলের মধ্যকার বায়ুস্তম্ভের কম্পাঙ্ক,

$$v = (2n + 1) \left( \frac{v}{4L} \right)$$

যেখানে  $n$  একটি ধনাত্মক পূর্ণসংখ্যা,

এবং কম্পনের বিভিন্ন ধরণগুলো আলোচনা করো।

উত্তর : .....

.....

6. স্বরকম্প কী? তাদের উৎপত্তি গণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। প্রমাণ করো যে স্বরকম্পের সংখ্যা উপরিপাতিত তরঙ্গদুটির কম্পাঙ্কের পার্থক্যের সমান।

উত্তর : .....

.....



উত্তর সংকেত

বিভাগ-কঃ

1. (c)      2. (c)      3. (b)      4. (a)      5. (d)      6. (b)  
7. (b)      8. (b)      9. (c)      10. (b)      11. (b)      12. (c)  
13. (c)      14. (b)      15. (b)  
16. তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ  
17. (i) তির্যক তরঙ্গের ক্ষেত্রে কোণের মান  $\frac{\pi}{2}$  (ii) অণুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে কোণের মান,  $0^\circ$  বা  $180^\circ$   
18.  $2\pi$  radian    19.  $\frac{\pi}{2}$       20.  $v \propto \frac{1}{\rho}$ ,  $\therefore$  হাইড্রোজেন গ্যাসে শব্দের দ্রুতি বেশি হবে।  
21.  $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$     22. (i) টান (T) (ii) রৈখিক ভর ঘনত্ব ( $\mu$ )  
23.  $\therefore v \propto \sqrt{T}$ ,  $\therefore$  তরঙ্গের দ্রুতি দ্বিগুণ হবে।  
24. উচ্চতর উল্লতায় উল্ল দিনে এবং কম ঘনত্বের আর্দ্র বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হবে।  
25.  $\frac{\lambda}{2}$     26.  $\frac{\lambda}{4}$   
27. সর্ব যুগ্ম সমমেলগুলো অনুপস্থিত থাকবে।  
28. পাঠ্যপুস্তক দেখো।  
29. পাঠ্যপুস্তক দেখো।  
30. তৃতীয় সমমেল  $3v = 450 \text{ Hz}$   
 $v = 140 \text{ Hz}$   
5 ম সমমেল  $= 5v = 750 \text{ Hz}$





