

# এইস এস সি পদার্থবিজ্ঞান

## অধ্যায়-৮: পর্যাবৃত্ত গতি

**প্রশ্ন ১** কোনো সুউচ্চ পাহাড়ে নিয়ে যাওয়ায় একটি সরলদোলক 10 ঘণ্টায় 11990 টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করলো। কিন্তু ভূ-পৃষ্ঠে দোলকটি 3 s-এ একটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে। পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ 6400 km এবং সর্বোচ্চ শৃঙ্গ এভারেস্টের উচ্চতা 8.854 km। [ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $9.8 \text{ m/s}^2$ ]

[স. বো. ২০১৭]

- পাঁড়ন কাকে বলে? ১
- কাঁচের তৈরি কৈশিক নলের মধ্যে দিয়ে পানির উপরে উঠার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- সরল দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- পাহাড়টি এভারেস্টের তুলনায় কত উঁচু বা নিচু ছিল তা গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

### ১নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর বিকার ঘটানো হলে বস্তুর অভ্যন্তরে একক ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে উদ্ভূত বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলকে পাঁড়ন বলে।

**খ** পানি ও কাঁচের মধ্যকার আসঞ্জন বল, পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংশ্লিষ্ট বল অপেক্ষা বেশি। এ কারণে পানি কাচকে ভিজায়। অর্থাৎ পানি ও কাঁচের মধ্যকার স্পর্শকোণ সূক্ষ্মকোণ হয়। ফলে কাঁচের তৈরি কৈশিক নল যখন পানির মধ্যে ডুবানো হয় তখন নলের ভিতরের পানির উপরিতল অবতল আকার ধারণ করে। ফলে তলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়। পানির পৃষ্ঠটান তলের ক্ষেত্রফল কমিয়ে সমতল করার চেষ্টা করে। এতে একটা উর্ধ্বমুখী বল উৎপন্ন হয় যা নলের ভিতরের পানিকে উপরে উঠায়।

**গ** দেওয়া আছে, ভূপৃষ্ঠে

দোলনকাল,  $T = 3 \text{ s}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

বের করতে হবে, দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য,  $L = ?$

আমরা জানি,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\text{বা, } T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$\text{বা, } L = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{3^2 \times 9.8}{4 \times (3.141)^2} = 2.234132 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** ভূপৃষ্ঠে দোলন কাল,  $T = 3 \text{ s}$

পাহাড়ের উপরে দোলনকাল,  $T' = \frac{36000}{11990} = 3.0025 \text{ s}$

পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ,  $R = 6400 \text{ km} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

পাহাড়ের উচ্চতা,  $h = ?$

আমরা জানি, পাহাড়ের উচ্চতা,

$$h = \left( \frac{T'}{T} - 1 \right) R$$

$$= \left( \frac{3.0025 \text{ s}}{3 \text{ s}} - 1 \right) \times 6.4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$= 5333.33 \text{ m}$$

এভারেস্টের উচ্চতা,  $h' = 8.854 \text{ km} = 8854 \text{ m}$

অতএব, পাহাড়টি এভারেস্টের তুলনায়  $(8854 - 5333.33) \text{ m}$  বা  $3520.667 \text{ m}$  নিচু।

**প্রশ্ন ২** তানজিনা 100 cm কার্যকর দৈর্ঘ্যের একটি সরল দোলক তৈরি করলেন।  $4^\circ$  কৌণিক বিস্তারে দোলকটি 2s দোলনকাল সহকারে দোল দেয়। তাকে দোলনকাল 50% বাড়াতে বলায় সে কার্যকর দৈর্ঘ্য 150 cm নিয়ে দোলনকাল নির্ণয় করতে শুরু করল। [স. বো. ২০১০]

- ভূ-স্থির উপগ্রহ কাকে বলে? ১
- একজন দৌড়বিদ দৌড়ের শুরুতে সামনের দিকে ঝুঁকে থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- তানজিনার তৈরি সেকেন্ড দোলকের কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? ৩
- 150 cm কার্যকর দৈর্ঘ্যের দোলকটি কী উদ্দীপকের শর্তপূরণ করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান পৃথিবীর আবর্তন কালের সমান এবং আবর্তনের দিক পৃথিবীর আবর্তনের দিকে হলে, পৃথিবীর সাপেক্ষে এটি স্থির থাকবে। এ ধরনের উপগ্রহকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।

**খ** একজন দৌড়বিদ দৌড়ের শুরুতে সামনের দিকে ঝুঁকে থাকেন। এতে মাটিতে পা দিয়ে তিনি তীর্থকভাবে বল প্রয়োগ করেন। ফলে প্রতিক্রিয়া বলের দিকও হয় তীর্থক অর্থাৎ সামনের দিকে। প্রতিক্রিয়া বলের একটি বৃহৎ উপাংশ সামনের দিকে কাজ করে। ফলে দ্রুতগতি অর্জন করতে দৌড়বিদের বেশ সুবিধা হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

সরল দোলকের দোলনকাল,  $T = 2 \text{ sec}$

বের করতে হবে, কৌণিক কম্পাঙ্ক,  $\omega = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.1416}{2} = 3.1416 \text{ rad/s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** প্রাথমিক অবস্থায় দোলকটির দোলনকাল,  $T_1 = 2 \text{ s}$

পরিবর্তিত দোলনকাল হবে,  $T_2 = 2 \text{ s} + 2 \text{ s} \times 50\% = 3 \text{ s}$

প্রাথমিক কার্যকর দৈর্ঘ্য,  $L_1 = 100 \text{ cm}$

পরিবর্তিত কার্যকর =  $L_2$

সরল দোলকের দ্বিতীয় সূত্র থেকে পাই,

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{L_1}{L_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{2^2}{3^2} = \frac{4}{9}$$

$$\text{বা, } L_2 = \frac{9}{4} L_1 = \frac{9}{4} \times 100 \text{ cm} = 225 \text{ cm}$$

সুতরাং উদ্দীপকের শর্তানুসারে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হতে হবে 225 cm, কিন্তু কার্যকর দৈর্ঘ্য করা হয়েছে 150 cm। সুতরাং 150 cm কার্যকর দৈর্ঘ্যের দোলকটি উদ্দীপকের শর্ত পূরণ করতে পারেনি।

**প্রশ্ন ৩** একদল শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে 500 gm ভরের একটি বস্তুকে তারের প্রান্তে আঁটায় ঝুলিয়ে দোল দিল। তারা দেখল যে, এটি প্রতি সেকেন্ডে 0.5 বার স্পন্দিত হচ্ছে। বস্তুটির সরণ 5 cm এবং বিস্তার 10 cm। [স. বো. ২০১৭]

- প্রমাণ তীব্রতা কী? ১
- মানুষের শ্রাব্যতার তীব্রতার অনুপাত  $10^{12}$  ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে বস্তুটির বেগ কত হবে? ৩
- উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত বল বস্তুটির ওজনের 0.05 গুণ হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

### ৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক 1000 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট  $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  তীব্রতাকে প্রমাণ তীব্রতা বলে।

খ আমরা সব থেকে আস্তে যে শব্দ শুনতে পাই তার তীব্রতা  $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  এবং সব থেকে জোরালো যে শব্দ আমাদের কানে সহনীয় তার তীব্রতা প্রায়  $1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ । সুতরাং মানুষের শ্রাব্যতার সীমার দুই প্রান্তের তীব্রতার অনুপাত  $10^{12}$ । অর্থাৎ একটি ক্ষীণতম শব্দ এবং তার প্রায়  $10^{12}$  গুণ বেশি তীব্রতার শব্দও আমরা শুনে থাকি।

গ দেওয়া আছে, কম্পাঙ্ক,  $f = 0.5 \text{ Hz}$   
বিস্তার,  $A = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

$\therefore x = 0.05 \text{ m}$  সরণে বস্তুর বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v &= \omega \sqrt{A^2 - x^2} \\ &= 2\pi f \sqrt{A^2 - x^2} \\ &= 2 \times 3.1416 \times 0.5 \times \sqrt{(0.1)^2 - (0.05)^2} \\ &= 0.272 \text{ m/s (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ এখানে, ববের ভর,  $m = 500 \text{ gm} = 0.5 \text{ kg}$   
মনে করি,  $x = 0.05 \text{ m}$  সরণে বস্তুর উপর ক্রিয়ায় বল  $= F$ ।

$$F = ma$$

বা,  $F = m\omega^2 x$  [শুধু মান বিবেচনা করে]

বা,  $F = 4\pi^2 m f^2 x$ ; [ $\because \omega = 2\pi f$ ]

আবার, ওজন,  $W = mg$

$$\therefore \frac{F}{W} = \frac{4\pi^2 m f^2 x}{mg} = \frac{4\pi^2 f^2 x}{g}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \frac{F}{W} &= \frac{4 \times (3.1416)^2 \times (0.5)^2 \times 0.05}{9.78} \\ &= 0.05 \end{aligned}$$

অতএব, বস্তুর উল্লিখিত সরণের জন্য এর উপর প্রযুক্ত বল এর ওজনের 0.05 গুণ হবে- উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন ৮ A-স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1 m এবং B-স্থানে 0.9 m। দোলকে ব্যবহৃত ববের ব্যাসার্ধ 0.75 cm।

[দি. বো. ২০১৭]

- বল ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও। ১
- গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে কেন? ২
- A স্থানে দোলকটির ববের কৌণিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [সংশোধিত] ৩
- A হতে B তে কোনো বস্তু নিয়ে গেলে বস্তুর ওজন বাড়বে না, কমবে? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে প্রত্যয়নী বল প্রয়োগ করে তাকে বল ধ্রুবক বলে।

খ গ্রীষ্মকালে দোলকঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য বেড়ে যায় বলে দোলনকাল বৃদ্ধি পায় এবং দোলনকাল বৃদ্ধির কারণেই গ্রীষ্মকালে দোলন ঘড়ি ধীরে চলে। সরল দোলকের দোলনকালের সমীকরণ,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  অনুসারে  $L$  এর মান বৃদ্ধি পেলে  $T$  এর মান বৃদ্ধি পাবে। কারণ কোনো নির্দিষ্ট স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ ( $g$ ) নির্দিষ্ট। তাই গ্রীষ্মকালে দোলনকাল বেড়ে যায় বলে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে।

গ দেওয়া আছে,

A দোলকের দোলনকাল,  $T = 2 \text{ sec}$

A দোলকের ববের কৌণিক কম্পাঙ্ক,  $\omega = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.1416}{2} = 3.1416 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

A স্থানে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য,  $L_A = 1 \text{ m}$

B স্থানে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য,  $L_B = 0.9 \text{ m}$

A স্থানে দোলনকাল = B স্থানে দোলনকাল  $T = 2 \text{ sec}$

ধরি, A স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ  $= g_A$  এবং

B স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ  $= g_B$

$$\text{আমরা জানি, } T = 2\pi \sqrt{\frac{L_A}{g_A}} \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{এবং } T = 2\pi \sqrt{\frac{L_B}{g_B}} \dots \dots \dots (ii)$$

(i) ও (ii)নং সমীকরণ হতে পাই,

$$2\pi \sqrt{\frac{L_A}{g_A}} = 2\pi \sqrt{\frac{L_B}{g_B}}$$

$$\text{বা, } \frac{L_A}{g_A} = \frac{L_B}{g_B}$$

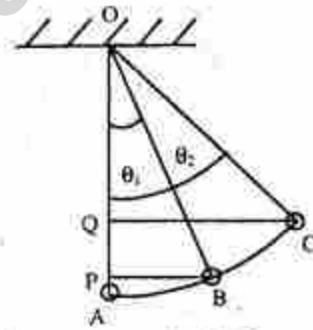
$$\text{বা, } \frac{g_B}{g_A} = \frac{L_B}{L_A} = \frac{0.9}{1}$$

$$\therefore g_B = 0.9g_A$$

অর্থাৎ,  $g_A > g_B$

আমরা জানি যে স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ বেশি সে স্থানে কোনো বস্তুর ওজন বেশি এবং যে স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ কম, সে স্থানে বস্তুর ওজন কম। যেহেতু A স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ B স্থানের চেয়ে বেশি তাই A হতে B তে কোনো বস্তু নিয়ে গেলে বস্তুর ওজন কমবে।

### প্রশ্ন ৯



চিত্রে একটি সরল দোলক যার সুতার দৈর্ঘ্য 1.1 m এবং ববের ব্যাসার্ধ 1.5 cm, ভর 60 gm এবং OA সাম্যবস্থান। চিত্রে QC = 3 cm এবং PB = 2 cm [ $g = 9.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ]

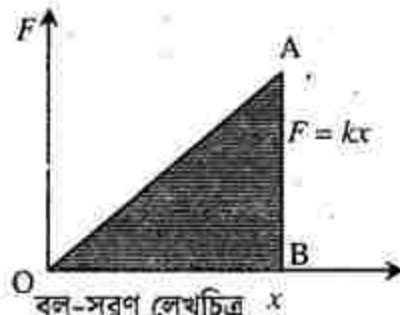
[দি. বো. ২০১৭]

- পর্যাবৃত্ত গতির সংজ্ঞা লিখ। ১
- বল-সরণ গ্রাফ হতে স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃত কাজের পরিমাণ পাওয়া যায়-ব্যাখ্যা কর। ২
- সরল দোলকটির দোলনকাল হিসাব কর। ৩
- সরল দোলকটির A, B ও C বিন্দুতে কার্যকর বলের মানের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক গতিশীল কোন বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে তা এর গতিপথের কোন নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তবে বস্তুকণার গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

খ



স্প্রিং এর উপর বল প্রয়োগ করলে যে পরিমাণ সরণ ঘটে এবং তার ফলে যে কৃতকাজ সম্পাদিত হয় তা বল-সরণ লেখচিত্র হতে  $\Delta OAB$  এর ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের মাধ্যমে বের করা যায়।



$$\begin{aligned}\Delta OAB \text{ এর ক্ষেত্রফল} &= \text{কৃতকাজ} = \frac{1}{2} \times \text{ভূমি} \times \text{উচ্চতা} \\ &= \frac{1}{2} \times x \times kx \\ &= \frac{1}{2} kx^2\end{aligned}$$

সুতরাং, বল-সরণ গ্রাফ হতে স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃত কাজের পরিমাণ পাওয়া যায়।

গ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned}\text{সূতার দৈর্ঘ্য, } l &= 1.1 \text{ m} \\ \text{ববের ব্যাসার্ধ, } r &= 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m} \\ \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g &= 9.8 \text{ m/s}^2 \\ \text{কার্যকর দৈর্ঘ্য, } L &= l + r = 1.1 \text{ m} + 0.015 \text{ m} = 1.115 \text{ m} \\ \text{দোলনকাল, } T &=?\end{aligned}$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}T &= 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \\ &= 2\pi \times \sqrt{\frac{1.115}{9.8}} \\ &= 2.12 \text{ s (Ans.)}\end{aligned}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{ববের ভর, } m = 60 \text{ gm} = 60 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$OB = OC = OA = L = 1.115 \text{ m}$$

$$QC = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$$

$$PB = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}$$

$$\Delta PBO \text{ এ } \angle OPB = 90^\circ$$

$$\therefore \sin \theta_1 = \frac{PB}{OB} = \frac{0.02}{1.115} = 0.0179$$

$$\therefore \theta_1 = 0.0179 \text{ রেডিয়ান } [\theta < 4^\circ \text{ হলে, } \sin \theta = \theta]$$

$$\text{এবং, } \sin \theta_2 = \frac{QC}{OC} = \frac{0.03}{1.115} = 0.0269$$

$$\therefore \theta_2 = 0.0269 \text{ রেডিয়ান}$$

$$\begin{aligned}\text{অর্থাৎ, A বিন্দুতে কার্যকর বল} &= mg \theta \\ &= 0 \text{ N } [\theta = 0^\circ]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{B বিন্দুতে কার্যকর বল} &= mg \theta_1 \\ &= 60 \times 10^{-3} \times 9.8 \times 0.0179 \\ &= 1.05 \times 10^{-2} \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{C বিন্দুতে কার্যকর বল} &= mg \theta_2 \\ &= 60 \times 10^{-3} \times 9.8 \times 0.0269 \\ &= 1.58 \times 10^{-2} \text{ N}\end{aligned}$$

সুতরাং, A, B ও C বিন্দুতে কার্যকর বল যথাক্রমে 0 N,  $1.05 \times 10^{-2}$  N এবং  $1.58 \times 10^{-2}$  N।

প্রশ্ন ৬ 50g ভরবিশিষ্ট একটি সরল দোলকের দোলনকাল 2s এবং ইহার বিস্তার 10cm। দোলনরত অবস্থায় যখন ইহার বব মধ্যবস্থানে আসে তখন ববটি ভূমি হতে 45cm উপরে অবস্থান করে।

স্র. বো. ২০১০/

- ক. স্পর্শ কোণ কাকে বলে? ১
- খ. বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান — মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. দোলনরত ববের সর্বোচ্চ বেগ কত? ৩
- ঘ. দোলনরত বব যখন মধ্যবস্থানে আসে তখন সূতাটি ছিড়ে গেলে এর গতি প্রকৃতি বিশ্লেষণ করে সাম্যাবস্থান হতে কত দূরে ভূমিতে পতিত হবে তার গাণিতিক পরিমাপ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কঠিন তরল স্পর্শ বিন্দুতে তরল পৃষ্ঠের স্পর্শক তরলের ভিতরে কঠিনের পৃষ্ঠের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে স্পর্শকোণ বলে।

খ বলের ঘাত =  $F \times t$  এবং ভরবেগের পরিবর্তন =  $m\Delta v$   
বলের ঘাতের মাত্রা =  $F$  এর মাত্রা  $\times t$  এর মাত্রা =  $MLT^{-2} \times T = MLT^{-1}$   
ভরবেগের পরিবর্তনের মাত্রা =  $m$  এর মাত্রা  $\times \Delta v$  এর মাত্রা =  $M \times LT^{-1}$   
সুতরাং বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

গ দেওয়া আছে, দোলনের বিস্তার,  $A = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$   
দোলনকাল,  $T = 2 \text{ sec}$   
বের করতে হবে, সর্বোচ্চ বেগ,  $v_{\max} = ?$

$$\begin{aligned}\text{আমরা জানি, } v_{\max} &= \omega A = \frac{2\pi}{T} A \\ &= \frac{2 \times 3.1416}{2 \text{ sec}} \times 0.1 \text{ m} = 0.31416 \text{ m/s}^{-1} \text{ (Ans.)}\end{aligned}$$

ঘ মধ্যবস্থানে সূতা ছিড়ে গেলে ববটি অনুভূমিকভাবে নিক্ষেপ প্রাসের ন্যায় আচরণ করবে। এর নিক্ষেপন বেগ হবে ববের মধ্যবস্থানে বেগ তথা সর্বোচ্চ বেগের সমান। সুতরাং

$$\text{নিক্ষেপণ বেগ, } v_0 = 0.31416 \text{ m/s}^{-1}$$

$$\text{নিক্ষেপণ কোণ, } \theta_0 = 0^\circ$$

$$\text{ভূমি হতে আদি উচ্চতা, } h = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$$

$$\therefore \text{ ববটির উল্লম্ব সরণ, } y = v_0 \sin \theta_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } y = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{আবার, } x = v_0 \cos \theta_0 t$$

$$\text{বা, } x = v_0 t$$

$$\therefore t = \frac{x}{v_0}$$

$$\therefore y = \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2}$$

$$\therefore y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$

অতএব, ববের গতিপথ হবে পরাবৃত্তিক।

এই উচ্চতা নেমে আসতে  $t$  সময় লাগলে,

$$h = v_0 \sin \theta_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } 0.45 \text{ m} = 0.31416 \text{ m/s}^{-1} \times \sin 0^\circ \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ m/s}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } 4.9 t^2 = 0.45 \text{ s}^2$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{0.45}{4.9}} \text{ sec} = 0.303 \text{ sec}$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{ এই সময়কালে অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব} &= v_0 \cos \theta_0 \times t \\ &= 0.31416 \text{ m/s}^{-1} \times \cos 0^\circ \times 0.303 \text{ sec} \\ &= 0.0952 \text{ m} \\ &= 9.52 \text{ cm}\end{aligned}$$

সুতরাং ববটি সাম্যাবস্থান হতে 9.52 cm অনুভূমিক দূরত্বে ভূমিতে পতিত হবে।

প্রশ্ন ৭ সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল একটি কণার ভর 100 gm। কণাটির সর্বাধিক বিস্তার 10 cm। সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক বিস্তারের অবস্থানে পৌছাতে সময় লাগে 0.5 সে.।

স্র. বো. ২০১৭/

- ক. স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি কাকে বলে? ১
- খ. পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা ধ্রুববেগে পড়ে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের কণাটির 8 cm সরণে বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি ও বিস্তার অবস্থানে স্থিতিশক্তি সমান কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে তারের ওপর পীড়ন ক্রমাগত হ্রাস-বৃদ্ধি বা অনেকক্ষণ ধরে প্রয়োগ করলে এর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায় ফলে বল অপসারণের সাথে সাথে তা পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয় বা আদৌ ফিরে পায় না। এ ঘটনাকে স্থিতিস্থাপক ক্রান্তি বলে।

ক. বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলের কারণে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা ধ্রুববেগে পড়ে। বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে তখন অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর উপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় বৃষ্টির ফোঁটার নিট ত্বরণ শূন্য হয়। বৃষ্টির ফোঁটা তখন ধ্রুববেগ নিয়ে পড়তে থাকে। এই বেগকে অন্তঃবেগ বলে। এই অন্তঃবেগ প্রাপ্তির কারণে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা ধ্রুববেগে পড়ে।

গ. দেওয়া আছে,

বিস্তার,  $A = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

সাম্যাবস্থান থেকে বিস্তারের অবস্থানে পৌঁছাতে সময় লাগে,

$$t = 0.5 \text{ s}$$

সুতরাং পর্যায়কাল,  $T = 4t = 4 \times 0.5 \text{ s} = 2 \text{ s}$

কণার সরণ,  $x = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$

$$\text{আবার, কৌণিক বেগ, } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3.1416}{2} = 3.1416 \text{ rad s}^{-1}$$

কণার বেগ,  $v = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, কণার বেগ, } v &= \omega \sqrt{A^2 - x^2} \\ &= 3.1416 \sqrt{(0.1)^2 - (0.08)^2} \\ &= 0.188 \text{ m s}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. দেওয়া আছে, বিস্তার,  $A = 8 \text{ cm} = 0.08 \text{ m}$

কণার ভর,  $m = 100 \text{ gm} = 0.1 \text{ kg}$

'গ' অংশ হতে পাই, কৌণিক বেগ,  $\omega = 3.1416 \text{ rad s}^{-1}$

আমরা জানি,

$$\text{গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - x^2)$$

সাম্যাবস্থানে,  $x = 0$

$$\begin{aligned} \therefore E_k &= \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (3.1416)^2 \times (0.08)^2 \\ &= 3.158 \times 10^{-3} \text{ J} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, স্থিতিশক্তি, } E_p = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

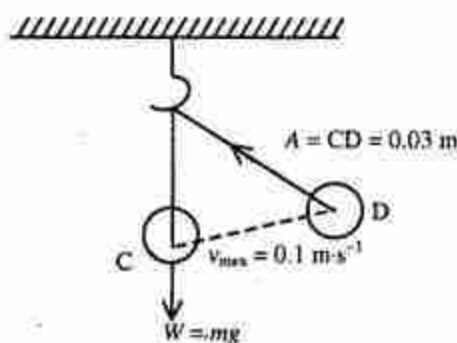
বিস্তার অবস্থানে,  $x = A$

$$\begin{aligned} \therefore E_p &= \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.1 \times (3.1416)^2 \times (0.08)^2 \\ &= 3.158 \times 10^{-3} \text{ J} \end{aligned}$$

লক্ষ্যকরি,  $E_k = E_p$

$\therefore$  অতএব, সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি ও বিস্তার অবস্থানে স্থিতিশক্তি সমান।

প্রশ্ন ৮



আদিবা পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি সরলদোলক (চিত্রানুযায়ী) নিয়ে কাজ করছিল। সে একটি নির্দিষ্ট সরণে সাম্যাবস্থা থেকে সরলদোলকটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান পেল।

//সি. বো. ২০১৭/

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কী?

১

খ. পর্যায়বৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্দীপকের সরলদোলকটির পর্যায়কাল কত?

৩

ঘ. আদিবার পরীক্ষায় লব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য কি-না গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো গতিশীল বস্তু কণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি তার গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

খ. পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন কণার দশা সময়ের সাথে পরিবর্তিত হতে থাকে, কিন্তু আদি দশা ধ্রুব কারণ সময় গণনার শুরুতে অর্থৎ যখন  $t = 0$  তখন কণাটি একটি নির্দিষ্ট দশায় ছিল। আমরা জানি, সরল ছন্দিত সম্পন্দন সম্পন্ন কণার সরণ,  $y = a \sin(\omega x + \delta)$ । এখানে,  $\delta =$  আদি দশা কোণ। এখন সময়ের পরিবর্তনে  $\omega x$  পরিবর্তিত হলেও আদি দশা  $\delta$  এর কোনো পরিবর্তন হয় না। তাই বলা যায়, পর্যায়বৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ ধ্রুব থাকে।

গ. দেওয়া আছে,

বিস্তার,  $A = 0.03 \text{ m}$

পর্যায়কাল,  $T = ?$

আমরা জানি,

$$v_{\max} = A \omega = A \times \frac{2\pi}{T}$$

$$\begin{aligned} \therefore T &= \frac{2\pi A}{v_{\max}} = \frac{2 \times 3.1416 \times 0.03}{0.1} \\ &= 1.885 \text{ sec (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. আমরা জানি, সাম্যাবস্থান থেকে  $x$  দূরত্বে গতিশক্তি

$$K = \frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - x^2)$$

এবং বিভব শক্তি

$$U = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

এখন, গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হলে অর্থাৎ  $K = U$  হলে,

$$\frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - x^2) = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

$$\text{বা, } A^2 - x^2 = x^2$$

$$\text{বা, } 2x^2 = A^2$$

$$\therefore x = \frac{A}{\sqrt{2}}$$

অর্থাৎ সাম্যাবস্থা থেকে  $\frac{A}{\sqrt{2}}$  সরণে সরল দোলকটির বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান। অর্থাৎ আদিবার পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সম্পূর্ণ গ্রহণযোগ্য।

প্রশ্ন ৯ একটি সরলদোলকের বরের ভর  $1.2 \times 10^{-2} \text{ kg}$ । এটি 51 mm বিস্তারে দুলছে। এটি 25 টি দোলন সম্পন্ন করতে 49.75 সে. সময় নেয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $6.4 \times 10^6 \text{ m}$ ।

//সি. বো. ২০১৭/

ক. যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা কাকে বলে?

১

খ. টিসু পেপার দ্বারা পানির শোষণ ব্যাখ্যা করো।

২

গ. দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

৩

ঘ. দোলকটিকে পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 53760 m উচ্চতায় নিয়ে গেলে বরের সর্বোচ্চ সরণে বরের উপর প্রত্যয়নী বলের কিরূপ পরিবর্তন হবে যাচাই কর।

৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সংরক্ষিত বল ক্ষেত্রের যে কোনো বিন্দুতে বস্তুর অভিকর্ষজ বিভব শক্তি ও গতিশক্তি ধ্রুব থাকে। এটাই যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা।

খ টিস্যু পেপার ও পানির অণুর মধ্যে আসঞ্জন বল পানির অণুসমূহের মধ্যকার সংসক্তি বলের চেয়ে বেশি হয়। তাছাড়া টিস্যু পেপারের সুক্ষ্ম ছিদ্রগুলো কৈশিক নলের মতো কাজ করে। ফলে এ ছিদ্রগুলো দ্বারা পানি শোষিত হয়। এভাবেই টিস্যু পেপার দ্বারা পানির শোষণ হয়।

গ ১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : 0.983m।

ঘ দেওয়া আছে,

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ,  $R = 6.4 \times 10^6$  m

ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতা,  $h = 53760$  m

∴ ভূ-পৃষ্ঠে সর্বোচ্চ সরণে ববের উপর কার্যকর প্রত্যয়নী বল,  $F = -\frac{mg}{L} A$

এবং  $h$  উচ্চতায় ববের উপর ঐ সরণে কার্যকর প্রত্যয়নী বল,  $F_h = -\frac{mg_h}{L} A$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{F_h}{F} &= \frac{g_h}{g} = \left( \frac{R}{R+h} \right)^2 \\ &= \left( \frac{6.4 \times 10^6}{6.4 \times 10^6 + 53760} \right)^2 \\ &= 0.9834 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \frac{F - F_h}{F} &= \frac{1 - 0.9834}{1} = 0.0165 \\ &= 1.65\% \end{aligned}$$

অতএব, দোলকটি উল্লিখিত উচ্চতায় নিয়ে গেলে ববের উপর প্রত্যয়নী বল 1.65% কমে যাবে।

প্রশ্ন ১০ মতিন একদিন একটি সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ের পাদদেশে নিয়ে গেলে সঠিক সময় পায় কিন্তু পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গিয়ে সে লক্ষ্য করল যে দোলকটি ঘণ্টায় 30 সেকেন্ড সময় হারায়।

[পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R = 6400$  km, অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup>]

/বি. বো. ২০১৪/

- ক. সরল ছন্দিত গতি কি? ১  
খ. একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 N/m বলতে কি বুঝ? ২  
গ. পাহাড়ের চূড়ায় সরল দোলকের দোলনকাল বের কর। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব কিনা— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্পন্দনরত কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এর গতিপথ সরলরৈখিক এবং এর যেকোনো মুহূর্তের ত্বরণ, সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী হয়, তবে ঐ বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

খ একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 N/m বলতে বুঝায়, একে এর সাম্যাবস্থান হতে 1 m প্রসারিত করতে 2.5 N বল প্রয়োজন হয়।

গ দেওয়া আছে,

পাহাড়ের চূড়ায় প্রতি ঘণ্টায় প্রাপ্ত অর্ধদোলন সংখ্যা = 3600 - 30 = 3570

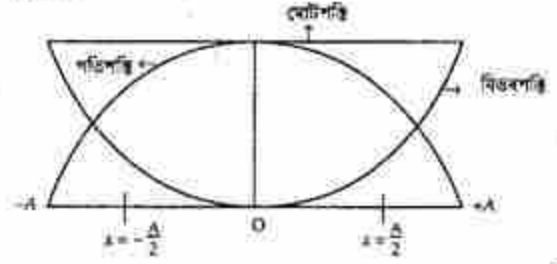
যেহেতু 3570 গুলো অর্ধদোলন দেয় 3600 সেকেন্ডে

$$\therefore \text{২টি অর্ধদোলন দেয় } \frac{3600 \times 2}{3570} \text{ সেকেন্ডে} \\ = 2.0168 \text{ sec}$$

ইহাই নির্ণেয় দোলনকাল। (Ans.)

ঘ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 53760m.

প্রশ্ন ১১ চিত্রে সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দনরত 1 kg ভরের বস্তুর শক্তি বনাম সরণ লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। বস্তুর বিস্তার 0.01 m এবং কম্পাংক 12 Hz.



/বি. বো. ২০১৭/

- ক. সেকেন্ড দোলক কি? ১  
খ. দোলকের গতি মাত্রই সরলছন্দিত গতি নয়— ব্যাখ্যা কর। ২  
গ.  $x = \frac{A}{2}$  অবস্থানে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ.  $x = \frac{A}{2}$  এবং  $x = A$  অবস্থানের জন্য বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হবে কি? বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে দোলকের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

খ কোন এক স্থানে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট কোনো একটি দোলকের বিস্তার 4° এর মধ্যে থাকলে তার প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগবে এবং এর গতি সরলছন্দিত গতি হবে। কিন্তু দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর বেশি হলে এর গতিপথ বৃত্তাকার হয়ে পড়ে এবং ত্বরণ ও সরণের সমানুপাতিক সম্পর্ক বিনষ্ট হয় তথা এক্ষেত্রে দোলকের গতি সরলছন্দিত গতি হয় না।

সুতরাং, দোলকের গতি মাত্রই সরলছন্দিত গতি নয়।

গ ৭(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 0.653 ms<sup>-1</sup>।

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর,  $m = 1$  kg

বিস্তার,  $A = 0.01$  m

কম্পাঙ্ক,  $f = 12$  Hz

$x = \frac{A}{2}$  অবস্থানে, বিভবশক্তি  $U_1$  হলে,

$$\begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{2} kx^2 \\ &= \frac{1}{2} \times \omega^2 m \times x^2 \quad \left[ \because \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \right] \\ &= \frac{1}{2} \times (2\pi f)^2 m \times \left( \frac{A}{2} \right)^2 \\ &= \frac{1}{2} \times (2 \times 3.1416 \times 12)^2 \times \left( \frac{0.01}{2} \right)^2 \\ &= 0.071 \text{ J} \end{aligned}$$

গতিশক্তি  $K_1$  হলে,

$$\begin{aligned} K_1 &= \frac{1}{2} mv^2 \\ &= \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2) \quad \left[ \because v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} \right] \\ &= \frac{1}{2} \times m \times (2\pi f)^2 \times \left[ A^2 - \left( \frac{A}{2} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{2} \times m \times (2\pi f)^2 \times \frac{3A^2}{4} \\ &= \frac{1}{2} \times 1 \times (2 \times 3.1416 \times 12)^2 \times \frac{3 \times (0.01)^2}{4} \\ &= 0.213 \text{ J} \end{aligned}$$



$$\therefore \frac{A}{2} \text{ অবস্থানে মোট শক্তি, } E_1 = U_1 + K_1$$

$$= 0.071 + 0.213$$

$$= 0.284 \text{ J}$$

$x = A$  অবস্থানে, বিভবশক্তি  $U_2$  হলে,

$$U_2 = \frac{1}{2} kx^2$$

$$= \frac{1}{2} m\omega^2 x^2$$

$$= \frac{1}{2} \times m \times (2\pi f)^2 \times (A)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times (2 \times 3.1416 \times 12)^2 \times (0.01)^2$$

$$= 0.284 \text{ J}$$

গতিশক্তি  $K_2$  হলে,

$$K_2 = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2)$$

$$= \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - A^2)$$

$$= 0$$

$$\therefore A \text{ অবস্থানে মোট শক্তি, } E_2 = U_2 + K_2$$

$$= 0.284 + 0$$

$$= 0.284 \text{ J}$$

অর্থাৎ,  $E_1 = E_2$

অতএব,  $x = \frac{A}{2}$  এবং  $x = A$  অবস্থানের জন্য বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা পালিত হয়।

**প্রশ্ন ১২** কোনো পর্বতের শীর্ষে  $3.5^\circ$  কৌণিক বিস্তারে দুলতে থাকা একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 100cm। একদিন পর্যবেক্ষণ করে দেখা গেল যে দোলকটি সারাদিন মোট 5 মিনিট সময় হারিয়েছে। এ কারণে দোলক ঘড়িটি এখন স্লো হয়ে গিয়েছে। [এখানে  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ]

[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম]

- পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১
- সরল ছন্দিত গতিতে দোলায়মান একটি কণার বিভবশক্তি কখন সর্বোচ্চ হয়? ব্যাখ্যা করো। ২
- পর্বতের শীর্ষে থাকা দোলকটির পর্যায়কাল নির্ণয় করো। ৩
- পর্বতের উচ্চতা কি নির্ণয় করা সম্ভব? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার উত্তর দাও। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে তা এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই পথে একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তবে এই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

**খ** সর্বোচ্চ বিস্তারে সরল ছন্দিত স্পন্দনশীল কণার বিভবশক্তি সর্বোচ্চ হয়। বলের বিরুদ্ধে কোন বস্তুকে তার স্বাভাবিক অবস্থান থেকে সরিয়ে অন্য কোন অবস্থানে নিয়ে গেলে কৃতকাজ বিভবশক্তি হিসেবে বস্তুতে জমা হয়। সরল ছন্দিত গতিবিশিষ্ট বস্তুর স্বাভাবিক অবস্থান হলো সাম্যবিন্দু। এই বিন্দু থেকে বস্তুকে যত দূরে সরানো যায়, এতে তত বেশি বিভবশক্তি জমা হয়। সরলছন্দিত গতির ক্ষেত্রে এই শক্তি সাম্যাবস্থান থেকে সরণের বর্গের সমানুপাতিক [ $E_p \propto x^2$ ]। তাই সাম্যাবস্থান থেকে সর্বোচ্চ সরণে অর্থাৎ বিস্তারে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ হয়।

**গ** ১০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 2.007s

**ঘ** ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: পাহাড়ের উচ্চতা,  $h = 22400\text{m}$

**প্রশ্ন ১৩** একটি সিস্টেমে 0.5 kg ভরের একটি বস্তু কম্পন করছে। যেখানে সাম্যধ্রুবক 100 N/m. কম্পনের বিস্তার 0.2m.

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

- সরল ছন্দিত স্পন্দন কী? ১
- সরল ছন্দিত স্পন্দনের শর্তগুলো ব্যাখ্যা কর। ২
- যখন  $x = 0.1\text{m}$  তখন এর গতিশক্তি ও বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপক থেকে বস্তুর সরল ছন্দিত গতির সমীকরণ নির্ণয় করা যাবে কী? যদি যায় তবে  $x = A$  ও  $t = 0$  তে সমীকরণটি কী হবে? ৪

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** স্পন্দনেরত কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এর যেকোনো মুহূর্তের ত্বরণ, সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী হয়, তবে ঐ বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

**খ** সরল ছন্দিত গতির শর্তাবলি নিম্নরূপ—

- সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গতি পর্যাবৃত্ত গতি।
- সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক।  
অর্থাৎ, সাম্যাবস্থান হতে কণার সরণ যত বাড়বে, কণাটির ত্বরণ তত বাড়বে।
- ত্বরণ সর্বদা সাম্যাবস্থান অভিমুখী। ফলে যখন বস্তু সাম্যাবস্থান হতে গতিশীল হয় তখন তার ত্বরণ হয় সাম্যাবস্থানমুখী, অর্থাৎ তার গতির বিপরীত দিকে।
- কণার গতিপথ সরল রৈখিক।

অতএব, সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কণার গতি পর্যাবৃত্ত গতি এবং সাম্যাবস্থান হতে সর্গণ বৃদ্ধির সাথে এর ত্বরণ বৃদ্ধি পায়, কিন্তু সরণের বিপরীত দিকে। অর্থাৎ,  $a \propto -x$ ।

**গ** গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

আবার,

$$v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$= \sqrt{\frac{k}{m}} \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$= \sqrt{\frac{100}{0.5}} \times \sqrt{(0.2)^2 - (0.1)^2}$$

$$= 2.45 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore E_k = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (2.45)^2$$

$$= 1.5 \text{ J}$$

বিভব শক্তি,  $E_p = \frac{1}{2} kx^2$

$$= \frac{1}{2} \times 100 \times (0.1)^2$$

$$= 0.5 \text{ J (Ans.)}$$

**ঘ** সরল ছন্দিত বস্তুর গতির সাধারণ সমীকরণ

$$x = A \sin(\omega t + \delta) \dots\dots(i)$$

উদ্দীপক হতে পাই,

বিস্তার,  $A = 0.2\text{m}$

এবং কৌণিক কম্পাঙ্ক,  $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

এখানে, সাম্য ধ্রুবক,  $k = 100 \text{ Nm}^{-1}$

এবং ভর,  $m = 0.5 \text{ kg}$

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{100}{0.5}}$$

$\therefore$  বস্তুটির সরল ছন্দিত গতির সমীকরণ,

$$x = 0.2 \sin(10\sqrt{2}t + \delta); \delta = \text{আদি দশা}$$

$t = 0$  এবং  $x = A$  তে বস্তুর গতির সমীকরণ হবে—

$$0.2 = 0.2 \sin(\omega \times 0 + \delta)$$

বা,  $\sin \delta = 1$

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

এখানে,  
বস্তুর ভর,  $m = 0.5\text{kg}$   
সরণ,  $x = 0.1 \text{ m}$   
সাম্য ধ্রুবক,  $k = 100 \text{ N/m}$   
বিস্তার,  $A = 0.2\text{m}$

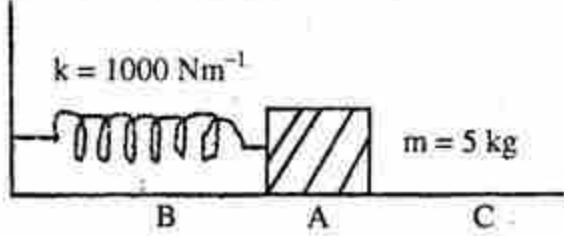
অতএব বস্তুটির আদি দশা  $\frac{\pi}{2}$  যার অর্থ হচ্ছে বস্তুটি গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে হতে যাত্রা শুরু করে।

অর্থাৎ,  $x = 0.2 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$

বা,  $x = 0.2 \cos \omega t$

অতএব, উদ্দীপক হতে বস্তুটির সরল ছন্দিত গতির সমীকরণ নির্ণয় সম্ভব এবং সেটি হলো  $x = 0.2 \cos \omega t$ ।

**প্রশ্ন ১৪** চিত্রে প্রদর্শিত স্প্রিং কে 2cm দূরত্বে টেনে নিয়ে ছেড়ে দিলে এটি x অক্ষ বরাবর সরল ছন্দিত হয়। স্টপ ওয়াচের সাহায্যে  $t = 0$  সময়ে তিনটি অবস্থান A (মধ্য অবস্থান), B (সর্বোচ্চ সংকুচিত), C (সর্বোচ্চ প্রসারিত) তে x এর সাপেক্ষে তিনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের সরণের সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করা হয়।



[নিচের ভেম কসেজ, ঢাকা]

- সরল ছন্দিত স্পন্দনের ব্যবকলনীয় সমীকরণটি লিখ। ১
- সরল দোলকের দোলনকাল T, কৌণিক বিস্তার  $\theta$  এর সাথে কীভাবে সম্পর্কযুক্ত— ব্যাখ্যা কর। ২
- বিস্তারের অর্ধেক দূরত্বে স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির তুলনা কর। ৩
- উদ্দীপক অনুসারে A, B ও C এর ক্ষেত্রে সমীকরণ তিনটিই আদি দশার উপর নির্ভরশীল—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সরল ছন্দিত গতির ব্যবকলনীয় সমীকরণটি হলো:  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ ।

**খ** কোনো সরল দোলকের দোলনকাল, T হলে  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$   
 $\therefore$  দোলনকাল কেবল কোনো স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ, g ও দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্যের ওপর নির্ভর করে।

সুতরাং কৌণিক বিস্তার অল্প হলে কৌণিক বিস্তারের উপর দোলনকাল নির্ভর করে না।

**গ** বিস্তারের অর্ধেক দূরত্বে স্থিতিশক্তি  $E_p$  হলে,

$$\begin{aligned} E_p &= \frac{1}{2} kx^2 \\ &= \frac{1}{2} k \left(\frac{A}{2}\right)^2; \text{ [এখানে, A = বিস্তার]} \\ &= \frac{1}{8} kA^2 \end{aligned}$$

বিস্তারের অর্ধেক দূরত্বে গতিশক্তি  $E_k$  হলে,

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{1}{2} k(A^2 - x^2) \\ &= \frac{1}{2} k \left[ A^2 - \left(\frac{A}{2}\right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{2} k \left( A^2 - \frac{A^2}{4} \right) \\ &= \frac{1}{2} k \left( \frac{3A^2}{4} \right) = \frac{3}{8} kA^2 \end{aligned}$$

$\therefore$  বিস্তারের অর্ধেক দূরত্বে  $E_k > E_p$  অর্থাৎ গতিশক্তি স্থিতিশক্তি অপেক্ষা বেশি

ও তা স্থিতিশক্তির  $\frac{E_k}{E_p} = \frac{\frac{3}{8} kA^2}{\frac{1}{8} kA^2} = 3$  গুণ (Ans.)

**ঘ** যেহেতু স্প্রিং এর সরল ছন্দিত স্পন্দনের বিস্তার 2cm।

$\therefore$  এটির সরল ছন্দিত গতির সাধারণ সমীকরণ,

$$x = 2 \sin(\omega t + \delta)$$

এখন,  $t = 0$  তে A অবস্থানে m ভরের বস্তুটি থাকলে,  $x_A = 0$

$\therefore$  উপরোক্ত সমীকরণ হতে,

$$0 = 2 \sin(\omega \times 0 + \delta_A)$$

$$\text{বা, } 0 = \sin \delta_A$$

$$\therefore \delta_A = \sin^{-1} 0 = 0^\circ$$

$$\therefore x_A = 2 \sin \omega t \text{ cm}$$

আবার,  $t = 0$  তে অবস্থানের জন্য,  $x_B = -2 \text{ cm}$

$$2 \sin(\omega t \times 0 + \delta_B) = -2$$

$$\text{বা, } -1 = \sin \delta_B$$

$$\text{বা, } \delta_B = \sin^{-1}(-1) = -\frac{\pi}{2}$$

$$\therefore x_B = 2 \sin\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$$

আবার,  $t = 0$  তে C অবস্থানের জন্য

$$x_C = 2$$

$$\therefore 2 \sin(\omega \times 0 + \delta_C) = 2$$

$$\text{বা, } 2 \sin \delta_C = 2$$

$$\text{বা, } \sin \delta_C = 1$$

$$\therefore \delta_C = \sin^{-1}(1)$$

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

$$\therefore x_C = 2 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right) \text{ cm}$$

$\therefore$  A, B, C তিনটি অবস্থানের জন্য তিনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের সমীকরণে কেবল আদিদশা ভিন্ন। তাই বলা যায় সমীকরণ তিনটিই আদি দশার উপর নির্ভরশীল।

**প্রশ্ন ১৫** সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন 21 kg ভরের একটি বস্তুর গতির সমীকরণ  $x = 10 \sin(\omega t + \delta)$  পর্যায়কাল এবং আদি সরণ যথাক্রমে 30s এবং 0.05m।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কী? ১

খ. সরল ছন্দিত সম্পন্দনে কম্পিত কোন কণার সর্বাধিক বিস্তারে এর গতিশক্তির বর্ণনা দাও। ২

গ. উদ্দীপকের বস্তুটির আদি দশা কত? ৩

ঘ. সমীকরণটি একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গতির সমীকরণ— বিশ্লেষণ করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে এবং ঐ তাপমাত্রায় ঐ আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন হয় তাদের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

**খ** আমরা জানি সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার x অবস্থানে গতিশক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 (A^2 - x^2) = \frac{1}{2} m \times \frac{k}{m} (A^2 - x^2)$$

$$\text{বা, } E_k = \frac{1}{2} k (A^2 - x^2)$$

এখন সমীকরণ থেকে দেখা যায়, সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার গতিশক্তি K এর মান কণার সরণ x এর নির্ভরশীল। যখন,  $x = A$  অর্থাৎ কণার অবস্থান বিস্তারের প্রাপ্তে হয়। তখন ঐ কণার গতি শক্তি  $E_k = 0$

$$\therefore E_{k_{\min}} = 0$$

প্রকৃতপক্ষে, সর্বোচ্চ বিস্তারে সাম্যাবস্থানে থেকে সরণ সর্বোচ্চ হয়, তাই বিভবশক্তিও সর্বোচ্চ হয়। মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকে বিধায় সেখানে গতিশক্তি ন্যূনতম (0) হয়।

অর্থাৎ সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বিস্তারের প্রাপ্তে গতিশক্তি সর্বনিম্ন হয়।

গ।  $x = 10 \sin(\omega t + \delta)$  গতির সমীকরণবিশিষ্ট কণাটির আদি সরণ  $0.05\text{m}$  অর্থাৎ,  $t = 0$  তে,  
 $x = 0.05$

বা,  $10 \sin(\omega \times 0 + \delta) = 0.05$

বা,  $\sin \delta = 0.005$

বা,  $\delta = \sin^{-1}(0.005)$

$\therefore \delta = 0.287^\circ$  (Ans.)

ঘ। উদ্দীপকে প্রদত্ত গতির সমীকরণ,  $x = 10 \sin(\omega t + \delta) \dots (i)$

একে  $t$  এর সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে পাই,

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(10 \sin(\omega t + \delta))$$

$$= 10 \cos(\omega t + \delta) \times \omega$$

$$= 10\omega \cos(\omega t + \delta)$$

$\frac{dx}{dt}$  কে পুনরায়  $t$  এর সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে,

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d}{dt}(10\omega \cos(\omega t + \delta))$$

$$\text{বা, } \frac{d^2x}{dt^2} = 10\omega[-\sin(\omega t + \delta)] \times \omega$$

$$= -10\omega^2 \sin(\omega t + \delta)$$

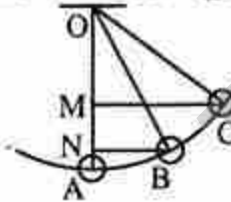
$$\text{বা, } \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2[10 \sin(\omega t + \delta)] = 0$$

$$\text{বা, } \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \text{ [(i) নং হতে]}$$

এটি একটি সরল ছন্দিত স্পন্দনযুক্ত কণার গতির ব্যববলনীয় সমীকরণ।

$\therefore$  উদ্দীপকের গতির সমীকরণটি একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গতির সমীকরণ।

প্রশ্ন ১৬ একটি সরল দোলকের ববের ভর  $0.02 \text{ kg}$ । এটিকে  $O$  বিন্দু থেকে  $0.98 \text{ m}$  সূতার সাহায্যে ঝুলানো হলো। ববের ব্যাসার্ধ  $2 \text{ cm}$ ।  $C$  বিন্দু সর্বোচ্চ বিস্তার নির্দেশ করে যা  $O$  বিন্দুতে  $30^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে।  $A$  বিন্দু থেকে  $C$  বিন্দু পর্যন্ত টেনে ছেড়ে দিলে এটি দুলতে শুরু করে।  $B$  বিন্দুতে যখন আসে তখন  $O$  বিন্দুতে  $15^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে।



[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. মেলডি কাকে বলে? ১

খ. দুই মুখ খোলা একটি অর্গান নলের এক মুখ হঠাৎ বন্ধ করলে কী ঘটবে? আলোচনা করো। ২

গ. উদ্দীপকের  $B$  বিন্দুতে দোলকটির মোট শক্তি নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের সরল দোলকটির  $A$ ,  $B$  এবং  $C$  বিন্দুতে কার্যকর বলের মানের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। যদি কয়েকটি শব্দ একের পর এক ধ্বনিত হয়ে একটি শ্রুতিমধুর শব্দের সৃষ্টি করে তবে তাকে মেলডি বলে।

খ। আমরা জানি দুই মুখ খোলা অর্গান নলের শব্দ অধিক শ্রুতিমধুর শোনায়। কারণ দুই মুখ খোলা নলে মূল সুরের জোড়-বিজোড় সকল প্রকার সমমেল বা হারমোনিক পাওয়া যায়। অপরদিকে এক মুখ খোলা নলে শুধুমাত্র মূল সুরের বিজোড় সমমেল বা হারমোনিক পাওয়া যায়। এ কারণে, দুই মুখ খোলা একটি অর্গান নলের এক মুখ হঠাৎ বন্ধ করলে শব্দের শ্রুতিমধুরতা কমে যাবে।

গ। দেওয়া আছে,

ববের ভর,  $m = 0.02 \text{ kg}$

কার্যকরী দৈর্ঘ্য,  $L = 0.98 + 0.02 = 1 \text{ m}$

$\theta = 30^\circ$

চিত্রানুসারে,

$$\cos \theta = \frac{OM}{OC}$$

$$\text{বা, } \cos 30^\circ = \frac{OM}{L}$$

$$\text{বা, } OM = L \cos 30^\circ = 0.866 \text{ m}$$

$C$  বিন্দুতে ববের বেগ,  $v = 0$

সুতরাং,  $C$  বিন্দুতে শুধুমাত্র বিভবশক্তি বিদ্যমান।

$B$  বিন্দুতে মোট শক্তি =  $C$  বিন্দুতে মোট শক্তি

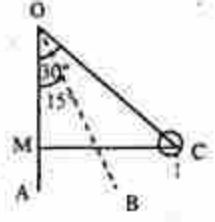
$$= C \text{ বিন্দুতে বিভব শক্তি}$$

$$= mg(OA - OM)$$

$$= 0.02 \times 9.8 (1 - 0.866)$$

$$= 0.02 \times 9.8 (1 - 0.866)$$

$$= 0.02630 \text{ J (Ans.)}$$



ঘ। ৫ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ১৭ উল্লম্বভাবে ঝুলন্ত একটি স্প্রিংয়ের ( $k = 25 \text{ Nm}^{-1}$ ) মূল প্রান্তে একটি ভর যুক্ত করায় এটি  $20 \text{ cm}$  প্রসারিত হলো। এরপর ভরটিকে একটু টেনে ছেড়ে দেওয়ায় এটি  $x = A \sin(\omega t + \delta)$  সম্পর্ক মেনে স্পন্দিত হতে থাকলো। [সরকারি বিজ্ঞান কলেজ, তেজগাঁও, ঢাকা]

ক. পর্যাবৃত্তিক গতি কাকে বলে? ১

খ. একটি স্প্রিংয়ের বিভব শক্তি  $10 \text{ J}$  বলতে কী বোঝ? ২

গ. স্পন্দনটির রৈখিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩

ঘ. স্পন্দনের বিস্তারের উপর উদ্দীপকের ভরটির সর্বোচ্চ দ্রুতির নির্ভরতার ধরন যাচাই করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক। যদি কোনো একটি বস্তু নির্দিষ্ট সময় পর পর একই বিন্দুতে ফিরে আসে অথবা একই বিন্দু দিয়ে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অতিক্রম করে তবে তাকে পর্যাবৃত্তিক গতি বলে।

খ। একটি স্প্রিং এর বিভবশক্তি  $10 \text{ J}$  বলতে বুঝায় এটি এখন সাম্যাবস্থান থেকে যত দূরে আছে সেখান থেকে সাম্যাবস্থায় যেতে যেতে  $10 \text{ J}$  কাজ সম্পন্ন করতে পারবে।

গ। কৌণিক কম্পাঙ্ক  $\omega$  হলে,

$$\therefore \omega = \sqrt{\frac{g}{e}}$$

$$\text{বা, } 2\pi f = \sqrt{\frac{9.8}{0.2}}$$

$$\therefore f = 0.352 \text{ Hz (Ans.)}$$

ঘ। কণাটির গতির সমীকরণ,

$$x = A \sin(\omega t + \delta)$$

$$\therefore \text{বেগ, } v = \frac{dx}{dt}$$

$$= \omega A \cos(\omega t + \delta)$$

$$= \omega A \sqrt{1 - \sin^2(\omega t + \delta)}$$

$$= \omega A \sqrt{1 - \frac{x^2}{A^2}}$$

যখন,  $x = 0$  হয়, তখন বেগ সর্বোচ্চ হয়।

$$\therefore v_{\max} = \omega A \sqrt{1 - \frac{0}{A^2}} = \omega A = 2\pi f A = 2\pi \times 0.352 \text{ A} = 2.21 \text{ A}$$

$$\therefore v_{\max} = 2.21 \text{ A}$$

এটিই বিস্তারের সাথে সর্বোচ্চ দ্রুতির সম্পর্ক।

দেওয়া আছে,

$$\text{রৈখিক সরণ, } e = 0.2 \text{ m.}$$

$$\text{রৈখিক কম্পাঙ্ক, } f = ?$$



$$\begin{aligned} T_h &= 2\pi\sqrt{\frac{L}{g_h}} \\ &= 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{GM}{(R+h)^2}}} \\ &= 2\pi(R+h)\sqrt{\frac{L}{GM}} \end{aligned}$$

এখন, ভূপৃষ্ঠে দোলনকাল,  $T$  হলে,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{\frac{GM}{R^2}}}$$

$$= 2\pi R \sqrt{\frac{L}{GM}}$$

$$\therefore \frac{T_h}{T} = \frac{2\pi(R+h) \sqrt{\frac{L}{GM}}}{2\pi R \sqrt{\frac{L}{GM}}} = \frac{(R+h)}{R}$$

$$\text{বা, } \frac{R+h}{R} = \frac{T_h}{T}$$

$$\text{বা, } \frac{R+h-R}{R} = \frac{T_h-T}{T} \quad (\text{বিয়োজন করে})$$

$$\text{বা, } \frac{h}{R} = \frac{T_h-T}{T}$$

$$\therefore h = \frac{T_h-T}{T} \times R$$

$$= \frac{5760}{2879} - 2 \times 6.4 \times 10^6$$

$$= 2.22 \times 10^3 \text{ km}$$

অর্থাৎ, পাহাড়ের উচ্চতা  $2.22 \times 10^3 \text{ km}$

অতএব, শিশিরের পক্ষে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় অসম্ভব নয় উক্তিটি যথার্থ।

**প্রশ্ন ২০** সরল দোল গতি সম্পন্ন  $0.1 \text{ kg}$  ভরের একটি বস্তু কণার গতির সমীকরণ,  $x = 10 \sin(12\pi t + \delta)$ । কণাটির আদি সরণ =  $0.5 \text{ m}$ ।

(সরকারি বেগম রোকেয়া কলেজ, রংপুর)

ক. স্থির তরঙ্গ কী?

খ. গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে কীভাবে বয়েলের সূত্র পাওয়া যায়? ব্যাখ্যা কর।

গ. কণাটির আদি দশা নির্ণয় কর।

ঘ.  $x = \frac{A}{2}$  ও  $x = A$  অবস্থানে কণাটির মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো মাধ্যমের একটি সীমিত অংশে সমান বিস্তার ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি অগ্রগামী তরঙ্গ একইমানের বেগে বিপরীত দিক থেকে অগ্রসর হয়ে একে অপরের উপর আপতিত হলে যে তরঙ্গের উদ্ভব হয় তাকে স্থির তরঙ্গ বলে।

**খ** গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে বয়েল-এর সূত্র প্রতিপাদন করা যায়। বয়েল-এর সূত্র অনুযায়ী সুষম তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

গতিতত্ত্ব অনুসারে গ্যাসের চাপ,

$$P = \frac{1}{3} \frac{mnc^2}{V}$$

$$\text{বা, } PV = \frac{1}{3} mnc^2 = \frac{1}{3} M.c^2 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{2} Mc^2 = \frac{2}{3} E$$

এখানে,  $E$  = গ্যাস অনুসমূহের মোট গতিশক্তি

অণুসমূহের গতিশীলতার দরুন কোনো বস্তু তাপ প্রাপ্ত হয় অর্থাৎ তাপ গতিরই একটি ভিন্ন রূপ। তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের তাপের পরিমাণ স্থির থাকে। ফলে মোট গতিশক্তিও স্থির থাকে। অতএব

স্থির তাপমাত্রা মোট গতিশক্তি  $K.E = \frac{1}{2} mnc^2 = \text{ধ্রুব সংখ্যা}$ ।

পুনঃ তাপমাত্রা স্থির থাকলে  $PV = \text{ধ্রুব সংখ্যা}$ । এটিই হলো বয়েল-এর সূত্র। গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে এটি প্রমাণিত হলো।

**গ**

$$x = 10 \sin(12\pi t + \delta)$$

উপরোক্ত সমীকরণে  $t = 0$  এবং

$$x = 0.5 \text{ m বসিয়ে পাই,}$$

$$0.5 = 10 \sin(12\pi \cdot 0 + \delta)$$

$$\text{বা, } \sin \delta = 0.05$$

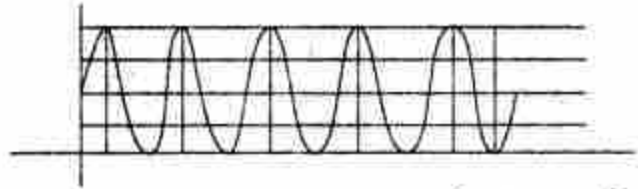
$$\text{বা, } \delta = \sin^{-1}(0.05)$$

$$\therefore \delta = 2.8659^\circ \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : মোট শক্তি সংরক্ষিত থাকে।

**প্রশ্ন ২১**  $0.01 \text{ gm}$  ভরের একটি কণা সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত হচ্ছে। সরণ সময় লেখচিত্র দেখানো হলো।



(বুদ্ধাবন সরকারি কলেজ, হবিগঞ্জ)

ক. পর্যায়বৃত্ত গতি কাকে বলে?

খ. শীতকালে দোলক ঘড়ি ধীরে না দ্রুত চলবে? ব্যাখ্যা কর।

গ. কণাটির সর্বোচ্চ বেগ নির্ণয় কর।

ঘ.  $1.35 \text{ s}$ -এ কণাটির গতিশক্তি ও বিভব শক্তির তুলনা কর।

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** গতিশীল কোনো কণা যদি তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তবে কণার ঐ গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।

**খ** শীতকালে দোলক ঘড়ির কার্যকরী দৈর্ঘ্য সংকুচিত হয় বলে দোলনকাল কমে যায়। ফলে শীতকালে দোলকঘড়ি দ্রুত চলে। আমরা জানি সরল দোলকের দোলনকাল,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ । কোনো নির্দিষ্ট স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$  নির্দিষ্ট। এ কারণে সরলদোলকের দোলনকাল, দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্যের সাথে পরিবর্তিত হয়। শীতকালে কার্যকরী দৈর্ঘ্য ( $L$ ) কমে যায় ফলে দোলনকাল ( $T$ ) হ্রাস পায়। এ কারণে শীতকালে দোলক ঘড়ি দ্রুত চলে।

**গ** লেখচিত্র হতে পাই,

$$\text{বিস্তার, } A = 1 \text{ m}$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = 2 \text{ s}$$

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ বেগ, } v_{\max} = \omega A$$

$$= \frac{2\pi}{T} A$$

$$= 3.14 \text{ m/s (Ans.)}$$

$$\text{বিভব শক্তি, } U = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2 \omega t$$

$$\text{গতিশক্তি, } K = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2 \omega t$$

$$\text{এখন, } k = \omega^2 m$$

$$= \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 m = \frac{4\pi^2}{4} \times 0.01 \times 10^{-3} = 9.87 \times 10^{-5}$$

$$\text{এবং } \omega = \frac{2\pi}{T} = 3.14 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore U = \frac{1}{2} \times 9.87 \times 10^{-5} \times \sin^2(3.14 \times 1.35)$$

$$= 39.18 \mu\text{J}$$

$$K = \frac{1}{2} \times 9.87 \times 10^{-5} \times \cos^2(3.14 \times 1.35)$$

$$= 10.17 \mu\text{J}$$

$$\therefore \frac{K}{U} = 0.26 \text{ (Ans.)}$$



**প্রশ্ন ২২২** A ও B দুটি গ্রহ। গ্রহ দুটির ব্যাসার্ধ 6400 km ও 7400 km। গ্রহ দুটির পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান  $9.4 \text{ ms}^{-2}$ । A গ্রহের  $65^\circ$  অক্ষাংশে এবং B গ্রহের  $35^\circ$  অক্ষাংশে একটি সরল দোলক রাখা হল। গ্রহ দুটি আঙ্গিক গতির পর্যায়কাল 25h।

[আবদুল টাকিন শাহ শিশু নিকেতন স্কুল ও কলেজ, গাইবান্ধা]

- প্রমাণ তীব্রতা কী? ১
- নির্দিষ্ট স্থানে ভূমির সাথে একই অনুভূমিক কোণে কোনো বস্তু কে উপরে নিক্ষেপ করলে ও কী বিচরণ কাল ভিন্ন হতে পারে— ব্যাখ্যা করো? ২
- A গ্রহের পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ডে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩
- কোন অক্ষাংশে সরল দোলকটি দ্রুত চলবে— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক**  $1000 \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের  $10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$  তীব্রতার শব্দকে প্রমাণ তীব্রতা বলে।

**খ** প্রাসের বিচরণকালের সমীকরণ,  $T = \frac{2\pi \sin \theta}{g}$  থেকে দেখা যায়, যে বিচরণকাল প্রাসের নিক্ষেপ বেগ, নিক্ষেপণ কোণ এবং অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের উপর নির্ভর করে। একই স্থানে একই কোণে ভিন্ন ভিন্ন বেগে প্রক্ষিপ্ত প্রাসের বিচরণ কাল আলাদা হবে। সমীকরণ থেকে দেখা যায়, যে এই বিচরণ কাল প্রক্ষেপণ বেগের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

**গ** ১ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ। উত্তর: 95.24 cm।

**ঘ**

$$\begin{aligned} A \text{ গ্রহের } 65^\circ \text{ অক্ষাংশে,} \\ g_{\lambda(A)} &= g - \omega^2 R_A \cos^2 \lambda_A \\ &= g - \frac{4\pi^2}{T^2} R_A \cos^2 \lambda_A \\ &= 9.4 - \frac{4\pi^2}{(25 \times 3600)^2} \times 6400 \times \\ &\quad 10^3 \times \cos^2 65^\circ \\ &= 9.3944 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

দেয়া আছে,  
A গ্রহের ব্যাসার্ধ,  $R_A = 6400 \text{ km}$   
অক্ষাংশ,  $\lambda_A = 65^\circ$   
B গ্রহের, ব্যাসার্ধ,  $R_B = 7400 \text{ km}$   
অক্ষাংশ,  $\lambda_B = 35^\circ$   
উভয় গ্রহে, পৃষ্ঠে  $g = 9.4 \text{ m/s}^2$   
" " পর্যায়কাল,  $T = 25 \text{ h} = 25 \times 3600 \text{ s}$

অনুরূপভাবে,

$$\begin{aligned} g_{\lambda(B)} &= g - \frac{4\pi^2}{T^2} R_B \cos^2 \lambda_B \\ &= 9.4 - \frac{4\pi^2}{(25 \times 3600)^2} \times 7400 \times 10^3 \times \cos^2 35^\circ \\ &= 9.375 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\therefore T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$$

$\therefore$  যেখানে  $g$  এর মান বেশি, সেখানে পর্যায়কাল কম হবে। ফলে সরলদোলকটি দ্রুত চলবে।

$\therefore g_{\lambda(A)} > g_{\lambda(B)}$ , সুতরাং A গ্রহে  $65^\circ$  অক্ষাংশে দোলকটি দ্রুত চলবে।

**প্রশ্ন ২২৩** মতিন একদিন একটি সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ের পাদদেশে নিয়ে গেলে সঠিক সময় পায় কিন্তু পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গিয়ে সে লক্ষ করল যে দোলকটি ঘণ্টায় 30 সেকেন্ড সময় হারায়।

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]

- সরল ছন্দিত গতি কী? ১
- একটি স্প্রিং এর ধ্রুবক  $2.5 \text{ Nm}^{-1}$  বলতে কী বোঝ? ২
- পাহাড়ের চূড়ায় সরল দোলকের দোলনকাল বের করো? ৩
- উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব কিনা— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

১০ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২২৪** A ও B দোলক দুটি যথাক্রমে পৃথিবী ও অপর একটি গ্রহে সেকেন্ড দোলকের মত আচরণ করে। গ্রহপৃষ্ঠে ও ভূ-পৃষ্ঠে ত্বরণের অনুপাত 1 : 5। A দোলকটির দৈর্ঘ্য 100cm।

[ডাঃ আব্দুর রাজ্জাক মিউনিসিপ্যাল কলেজ, যশোর]

- শূন্য কাজ কী? ১
- বাতাস প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয় কেন? ২
- B দোলকটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- A এর দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করার ফলে দোলকটি প্রতিদিন কত সেকেন্ড দ্রুত বা ধীরে চলবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোন বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে যদি বলের দিকে বস্তুর সরণ শূন্য হয় তবে বল এবং সরণের গুণফলই হল শূন্য কাজ।

**খ** বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে ব্যক্তির সাপেক্ষে বাতাসের আপেক্ষিক বেগ, বাতাসের প্রকৃত বেগ অপেক্ষা কম হয়। তাই তখন বাতাসের বেগ কমে গেছে বলে মনে হয়।

**গ** আমরা জানি,

$$\frac{L_B}{L_A} = \frac{g_B}{g_A}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } L_B &= \left(\frac{1}{5}\right) \times 100 \text{ cm} \\ &= 20 \text{ cm (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \frac{g_B}{g_A} &= \frac{1}{5} \\ L_A &= 100 \text{ cm} \end{aligned}$$

**ঘ** A এর দৈর্ঘ্য 1% বাড়লে এর পরিবর্তিত দোলনকাল হবে,

$$T' = T \sqrt{\frac{L'}{L}} = 2 \text{ sec} \times \sqrt{\frac{101}{100}} = 2.01 \text{ sec}$$

এক্ষেত্রে দোলক ঘড়িটি প্রতিদিন N সেকেন্ড কম সময় দিলে,

$$T \times 86400 = T' \times (86400 - N)$$

$$\text{বা, } \frac{86400 - N}{86400} = \frac{T}{T'} = \frac{2}{2.01} = 0.995$$

$$\text{বা, } 1 - \frac{N}{86400} = 0.995$$

$$\text{বা, } \frac{N}{86400} = 1 - 0.995 = 0.005$$

$$\therefore N = 0.005 \times 86400 = 432 \text{ sec} = 429 \text{ sec}$$

সুতরাং A এর দৈর্ঘ্য 1% বাড়ায় এটি প্রতিদিন 429 sec কম সময় দিবে।

**প্রশ্ন ২২৫** অনুভূমিকভাবে  $0.71 \text{ kg}$  ভরের একটি পাথর একটি স্প্রিং এর সাথে যুক্ত আছে। স্প্রিং ধ্রুবকের মান  $18 \text{ Nm}^{-1}$ । সর্বাধিক বিস্তার  $54 \text{ mm}$ । ব্যবস্থাটি সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে এবং পাথরটির যেকোন মুহূর্তের সরণ  $34 \text{ mm}$ । [কালকান্দি সরকারি কলেজ, ঝালকাঠি]

- দশা কি? ১
- সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে— ব্যাখ্যা করো। ২
- পাথরের বেগের মান কত? ৩
- অন্য একটি অবস্থানে গিয়ে পাথরের বেগের মান  $0.03 \text{ ms}^{-1}$  কমে গেলে সাম্যাবস্থার সাপেক্ষে সরণের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সম্যক অবস্থা (সরণ, বেগ, ত্বরণ) প্রকাশকারী রাশিকে দশা বলে।

খ. সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে। কণাটি যখন বিস্তারের প্রান্তবিন্দুতে থাকে, তখন এর বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ সর্বোচ্চ। (অর্থাৎ ত্বরণ অশূন্য মানের।)  
জানা আছে, বেগ,  $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$  এবং ত্বরণ,  $a = -\omega^2 x$   
যখন,  $x = A$  তখন বেগ,  $v = \omega \sqrt{A^2 - A^2} = 0$   
কিন্তু ত্বরণ,  $a = \omega^2 A$ ; যা অশূন্য।

গ. বেগ,

$$\begin{aligned} v &= \omega \sqrt{A^2 - x^2} \\ &= \sqrt{\frac{k}{m}} \sqrt{A^2 - x^2} \\ &= \sqrt{\frac{18}{0.71}} \sqrt{(54 \times 10^{-3})^2 - (34 \times 10^{-3})^2} \\ &= 0.21 \text{ m/s (Ans.)} \end{aligned}$$

দেওয়া আছে,  
ভর,  $m = 0.71 \text{ kg}$   
স্প্রিং ধ্রুবক,  
 $k = 18 \text{ N/m}$   
সর্বাধিক বিস্তার,  
 $A = 54 \text{ mm}$   
যে কোন মুহূর্তে  
সরণ,  $x = 34 \text{ mm}$   
বেগ  $v = ?$

ঘ. বেগ  $0.03 \text{ ms}^{-1}$  কমে যাওয়ার পর নতুন বেগ,

$$\begin{aligned} v &= (0.21 - 0.03) \text{ m/s} \\ &= 0.18 \text{ m/s} \\ \therefore v &= \omega \sqrt{A^2 - x^2}; x = \text{নতুন সরণ} \\ \text{বা, } \frac{v^2}{\omega^2} &= A^2 - x^2 \\ \text{বা, } x &= \sqrt{A^2 - \frac{v^2}{\omega^2}} \\ &= \sqrt{(54 \times 10^{-3})^2 - \frac{(0.18)^2}{\left(\frac{18}{0.71}\right)}} \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{সরণের পরিবর্তন} = (40 - 34) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

$\therefore$  ভরটি 6 mm দূরে সরে যাবে।

প্রশ্ন ২৬ একটি স্প্রিং এর অগ্রভাগে 0.30 kg ভরের বস্তু ঝুলানো হলে স্প্রিংটি 0.392 m লম্বা হয়। স্প্রিংটিকে এই সাম্যাবস্থা থেকে আরও  $8 \times 10^{-2} \text{ m}$  টেনে ছেড়ে দেওয়া হলো। [সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বগুড়া]

- আদর্শ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলতে কী বোঝ? ১
- একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের গড় গতিশক্তি ধ্রুব হয়— ব্যাখ্যা করো। ২
- ভারযুক্ত অবস্থায় স্প্রিং এ সঞ্চিত শক্তি কত? ৩
- 2sec সময়ে বস্তুটির সাম্যাবস্থান থেকে সরণ নির্ণয় করো। ৪

#### ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সমুদ্র পৃষ্ঠে  $45^\circ$  অক্ষাংশে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতা বিশিষ্ট শূন্য ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের চাপকে আদর্শ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলা হয়।

খ. কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের অণুগুলোর গতিশক্তির গড়কে গড় গতিশক্তি বলে।

$$\text{আমরা জানি, } T \text{ তাপমাত্রায় } 1 \text{ মোল গ্যাসের গতিশক্তি } K.E = \frac{3}{2} RT$$

$$\text{আবার, } T \text{ তাপমাত্রায় গ্যাসের যেকোনো একটি অণুর গতিশক্তি, } E = \frac{3}{2} kT$$

$kT$ : এখানে  $K$  হলো বোল্টজম্যানের ধ্রুবক।  $E$  দ্বারা অণুসমূহের গড় গতিশক্তি বুঝায়।

$\therefore$  দেখা যাচ্ছে যে, তাপমাত্রা একই হলে ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের জন্য গড় গতিশক্তি একই হবে।

গ. দেওয়া আছে, ঝুলানো ভর,  $m = 0.30 \text{ kg}$

স্প্রিংটির সম্প্রসারণ,  $x = 0.392 \text{ m}$

$$\text{ভারযুক্ত অবস্থায় স্প্রিং-এ সঞ্চিত শক্তি, } U = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} kx \cdot x \quad [kx =$$

স্প্রিং-এর বল ধ্রুবক]

আমরা জানি,  $kx = mg$

$$\therefore U = \frac{1}{2} mg \cdot x = \frac{1}{2} \times 0.30 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 0.392 \text{ m} = 0.576 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ. স্প্রিংটির নিম্নপ্রান্তে ভর ঝুলানোর পর একে সাম্যাবস্থান থেকে আরও  $8 \times 10^{-2} \text{ m}$  লম্বা করে ছেড়ে দেয়ার অর্থ হলো, সৃষ্ট সরল ছন্দিত স্পন্দনের বিস্তার,  $A = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{স্পন্দনের কৌণিক কম্পাঙ্ক, } \omega &= \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{g}{x}} \\ [x \text{ হলো ভর ঝুলানোর ফলে সৃষ্ট প্রসারণ}] \\ &= \sqrt{\frac{9.8 \text{ ms}^{-2}}{0.392 \text{ m}}} = 5 \text{ rad.s}^{-1} \end{aligned}$$

$t = 0$  মুহূর্তে সাম্যাবস্থান হতে সরণ,  $y = A$

$$\therefore \text{আদি দশা, } \delta = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

সাম্যাবস্থান হতে তাত্ক্ষণিক সরণের সমীকরণ:

$$y = A \sin(\omega t + \delta)$$

$$= A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$= A \cos \omega t$$

$\therefore t = 2 \text{ sec}$  মুহূর্তে সাম্যাবস্থান হতে বস্তুটির সরণ

$$y = (8 \times 10^{-2} \text{ m}) \cos(5 \text{ rad.s}^{-1} \times 2 \text{ sec})$$

$$= (8 \times 10^{-2} \text{ m}) \cos(10 \text{ rad})$$

$$= -0.067 \text{ m}$$

প্রশ্ন ২৭ একটি সেকেন্ড দোলক কোনো পাহাড়ের পাদদেশে সঠিক সময় দেয় কিন্তু দোলকটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে এটি ঘণ্টায় 30 সেকেন্ড সময় হারায়। [প্রাক্তন বাঙালী সরকারি কলেজ]

ক. স্পন্দন গতি কী? ১

খ. সকল হারমোনিক উপসুর কিন্তু সকল উপসুর হারমোনিক নয় কোনো ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পাহাড়ের চূড়ায় দোলকের দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব কি-না গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে।

খ. কোনো স্বরে বিভিন্ন কম্পাঙ্কের সুর থাকে। এদের মধ্যে যে সুরের কম্পাঙ্ক সবচেয়ে কম তাকে মূল সুর বলে। অন্যান্য সুর যাদের কম্পাঙ্ক মূল সুরের চেয়ে বেশি তাদেরকে উপসুর বলে। আবার উপসুরগুলোর কম্পাঙ্ক যদি মূল সুরের কম্পাঙ্কের সরল গুণিতক হয় তাহলে সেই সকল উপসুরকে বলে সমমেল বা হারমোনিক। সুতরাং ধরা যায়, সকল হারমোনিকই উপসুর কিন্তু সকল উপসুর হারমোনিক না।

গ. দেওয়া আছে,

পাহাড়ের পাদদেশে সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল,  $T_1 = 2 \text{ sec}$

পাহাড়ের পাদদেশে ঘণ্টায় টিক বা অর্ধদোলন দেয়,

$$N_1 = 60 \times 60 = 3600 \text{ টি } (\because 1 \text{ hr} = 3600 \text{ sec})$$

পাহাড়ের চূড়ায় ঘণ্টায় টিক দেয়,  $N_2 = 3600 - 30 = 3570 \text{ টি}$

বের করতে হবে, পাহাড়ের চূড়ায় সরল দোলকের দোলনকাল,  $T_2 = ?$



আমরা জানি, দোলনকাল  $T$  হলে এবং  $t$  সময়কালে  $N$  সংখ্যক অর্ধদোলন দিলে অর্ধদোলনকাল  $= \frac{T}{2} = \frac{t}{N}$

এ সমীকরণে  $t$  ধুবমানের হলে (যেমন, এক ঘণ্টা সময়কালের জন্য)

$TN = \text{ধুবক}$

$$\therefore T_1 N_1 = T_2 N_2$$

$$\therefore T_2 = \frac{T_1 N_1}{N_2} = \frac{2 \text{ sec} \times 3600}{3570} = 2.017 \text{ sec}$$

$\therefore$  পাহাড়ের চূড়ায় সরল দোলকের দোলনকাল 2.017 sec (Ans.)

**ঘ** পাহাড়ের পাদদেশে অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং পাহাড়ের শীর্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g'$  হলে,

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

এখানে,  $M$  = পৃথিবীর ভর,  $R$  = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং  $h$  = পাহাড়ের উচ্চতা।

পাহাড়ের পাদদেশ এবং চূড়ায় দোলকের দোলনকাল যথাক্রমে,

$$T \text{ ও } T' \text{ হলে, } \frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{g'}{g}} \text{ [সরল দোলকের ত্বরণের সূত্রানুসারে]} \dots (ii)$$

$$(i) \text{ ও } (ii) \text{ হতে পাই, } \frac{T}{T'} = \sqrt{\left(\frac{R}{R+h}\right)^2} = \frac{R}{R+h}$$

$$\text{বা, } \frac{R+h}{R} = \frac{T'}{T} = \frac{2.017 \text{ sec}}{2 \text{ sec}} = 1.0085$$

গ' হতে পাই পাহাড়ের উপর দোলনকাল  $T' = 2.017 \text{ s}$

$$\text{বা, } 1 + \frac{h}{R} = 1.0085$$

$$\text{বা, } \frac{h}{R} = 1.0085 - 1 = 0.085$$

$\therefore h = 0.085 R = 0.085 \times 6.4 \times 10^6$  (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ জানা আছে)

$$= 54400 \text{ m}$$

সুতরাং পাহাড়ের উচ্চতা 54400m।

অতএব উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব।

**প্রশ্ন ২৮** দৃঢ় অবলম্বন থেকে এক স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তে 0.8kg ভর ঝুলিয়ে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এটি 10sec এ 6টি দোলন দিতে থাকে। অতপর ভর সরিয়ে স্প্রিংটিকে পরিবর্তনশীল বল  $F(x)$  প্রয়োগ করে টেনে 20 cm প্রসারিত করা হলো।

[রানী ভবানী মহিলা কলেজ, নাটোর]

ক. সরল হ্রদিত গতি কি? ১

খ. স্প্রিং এর বল ধ্রুবক  $X \text{ Nm}^{-1}$  বলতে কি বুঝ? ২

গ.  $F(x)$  দ্বারা সম্পাদিত কাজ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সেকেন্ডে একটি দোলন দেওয়ার জন্য উদ্দীপকে প্রদত্ত ভরের কী পরিবর্তন করা প্রয়োজন হবে? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

**২৮ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** সম্পন্দনরত কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এর যেকোনো মুহূর্তের ত্বরণ, সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী হয়, তবে ঐ বস্তুকণার গতিকে সরল হ্রদিত গতি বলে।

**খ** স্প্রিং এর বল ধ্রুবক  $X \text{ Nm}^{-1}$  বলতে বোঝানো হয় যে, ঐ স্প্রিংটির উপর বাহ্যিক বলের প্রভাবে এর মুক্তপ্রান্তের 1m সরণ ঘটালে সাম্যাবস্থান অভিমুখে স্প্রিং এর অভ্যন্তরে  $XN$  প্রত্যয়নী বল উদ্ভূত হয়।

**গ** এখানে, কম্পাংক,  $f = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ s}^{-1}$

$$\therefore \omega = 2\pi f \\ = 2 \times 3.1416 \times 0.6 \\ = 3.769 \text{ rads}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$\text{বা, } k = \omega^2 m = (3.769)^2 \times 0.8 \\ = 11.3643 \text{ Nm}^{-1}$$

$$\therefore \text{কৃতকাজ, } W = \frac{1}{2} kx^2 \\ = \frac{1}{2} \times 11.3643 \times (0.2)^2 \\ = 0.2273 \text{ J (Ans.)}$$

**ঘ** সেকেন্ডে একটি দোলন দিলে দোলনকাল,  $T = 1 \text{ sec}$

স্প্রিং ধ্রুবক,  $k = 11.3643 \text{ Nm}^{-1}$  [গ' হতে]

বের করতে হবে, ভর,  $m = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{বা, } m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} \\ = \frac{1^2 \times 11.3643}{4 \times (3.1416)^2} \\ = 0.29 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{উদ্দীপকে ভর কমাতে হবে} = (0.8 - 0.29) \text{ kg} \\ = 0.51 \text{ kg}$$

**প্রশ্ন ২৯** একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। দোলকটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে যাওয়া হলো এর ফলে দোলকটির তাপের ফলে দৈর্ঘ্য এমনভাবে বৃদ্ধি পেল যে দোলকটি দিনে 30 সেকেন্ড ধীরে চলে। যেখানে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km।

[মদনমোহন কলেজ, দিলেট]

ক. সান্দ্রতা গুণাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা উচ্চবেগে প্রাপ্ত হয় না কেন? ২

গ. দোলকটির দৈর্ঘ্য 25% বাড়ালে পরিবর্তিত দোলনকাল কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যমতে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব কী না? তা গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

**২৯ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের নতি একক হলে তাদের একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বাধাদানকারী বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বলে।

**খ** অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পেয়ে উচ্চ বেগে প্রাপ্ত হওয়ার কথা কিন্তু তা হয় না। এর কারণ হল বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমন্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর ওপর বায়ুমন্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় ফোঁটাটির নিট বল শূন্য হয়, ফলে ফোঁটার ত্বরণ শূন্য হয়। ফোঁটাটি তখন ধ্রুববেগে নিয়ে পড়তে থাকে।

**গ** আমরা জানি,

$$T \propto \sqrt{L} \\ \therefore \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \\ \text{বা, } \frac{T_2}{2} = \sqrt{\frac{1.25L}{L}} \\ \therefore T_2 = 2.236 \text{ s (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

দোলকটির আদি দৈর্ঘ্য,  $L_1 = L$   
25% বৃদ্ধির পর দৈর্ঘ্য,  
 $L_2 = L + 0.25L = 1.25L$   
আদি দোলনকাল,  $T_1 = 2 \text{ s}$

ঘ. পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ =  $g$  হলে,  $h$  উচ্চতা বিশিষ্ট পাহাড়ের চূড়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

আবার, পৃথিবীতে দোলকটির দৈর্ঘ্য =  $L$  হলে পাহাড়ের চূড়ায় তাপের ফলে তা পরিবর্তিত হয়ে  $L'$  হয়ে যায়। (ধরি)

আবার, পৃথিবীতে দোলনকাল,  $T = 2s$

পাহাড়ের চূড়ায় যেহেতু দোলকটি 30s ধীরে চলে। তাই সেখানে

$$\text{পর্যায়কাল, } T' = \frac{86400}{86370} \times 2 = 2.0007 \text{ s.}$$

আমরা জানি,  $T \propto \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{g'} \times \frac{g}{L}}$$

$$\Rightarrow \frac{2.007}{2} = \sqrt{\frac{L'}{L} \times \frac{g}{g \left( \frac{R}{R+h} \right)^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{2.007}{2} = \frac{R+h}{R} \sqrt{\frac{L'}{L}}$$

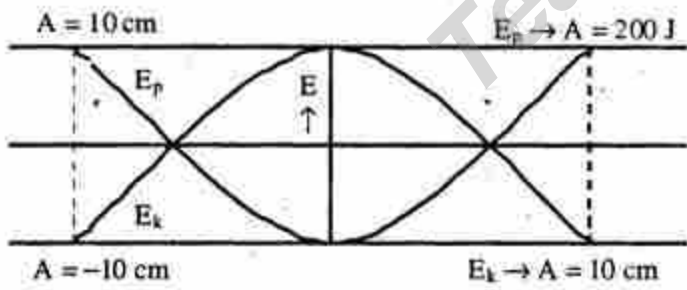
$$\Rightarrow \frac{2.007}{2} = 1 + \frac{h}{R} \sqrt{\frac{L'}{L}}$$

$$\Rightarrow h = 3.5 \times 10^{-4} R \sqrt{\frac{L'}{L}}$$

$$= 2240 \sqrt{\frac{L'}{L}} \text{ [R = 6400 km]}$$

অতএব, পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকালটি নিয়ে যাবার পর তাপের কারণে তার দৈর্ঘ্য কীরূপ পরিবর্তিত হয়েছে তা জানা না থাকায় উদ্দীপক হতে পাহাড়ের উচ্চতা বের করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ৩০ চিত্রের একটি সরল ছন্দিত স্পন্দকের অবস্থান পরিবর্তনে শক্তির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।



(এম সি কলেজ, সিলেট)

ক. বীট কাকে বলে? ১

খ. গ্যাসের ক্ষেত্রে অনুসমূহের বেগের গড় বর্গমূল নিতে হয় কেন? ২

গ. সাম্যাবস্থানে হতে 5cm অবস্থানে বিভব শক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. অর্ধপর্যায়কাল পরে স্পন্দনটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তির মানের পুনরাবৃত্তি ঘটে উদ্দীপকের আলোকে সত্যতা যাচাই কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সমান বা প্রায় সমান বিস্তারের কিন্তু কম্পাঙ্কের সামান্য পার্থক্য বিশিষ্ট দুটি শব্দ তরঙ্গ একই সময় একই সরল রেখায় একই দিকে সঞ্চারিত হলে এদের উপরিপাতনের ফলে শব্দের তীব্রতার যে পর্যায়ক্রমিক হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে তাকে বীট বা স্বরকম্প বলে।

খ. পরীক্ষায় দেখা গেছে, দেওয়ালের গায়ে অণুগুলোর ধাক্কা ফলে চাপের সৃষ্টি হয় এবং গ্যাসের এই চাপ অণুগুলোর গড় বর্গবেগের ওপর নির্ভর করে। গ্যাসের গতি নির্ণয়ের জন্য অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল বা মূল গড় বর্গবেগকে বিবেচনা করা হয়। কারণ গড় বেগ অপেক্ষা মূল গড় বর্গবেগ পরীক্ষালব্ধ ফলাফলের সঙ্গে অধিক সঙ্গতিপূর্ণ।

গ. আমরা জানি, বিস্তার  $A$  এবং কৌণিক বেগ  $\omega$  হলে,

$$\text{সরল ছন্দিত স্পন্দনরত বস্তুর মোট যান্ত্রিক শক্তি} = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

$$\text{উদ্দীপক মতে, } \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 200 \text{ J}$$

$$\therefore \frac{1}{2} m \omega^2 = \frac{200 \text{ J}}{A^2} = \frac{200 \text{ J}}{(0.1 \text{ m})^2} = 2 \times 10^4 \text{ kg/s}^2$$

$$\therefore x = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m অবস্থানে বিভবশক্তি} = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2 = 2 \times 10^4 \text{ kg/s}^2 \times (0.05 \text{ m})^2 = 50 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ.  $E_p = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$  এবং  $E_k = \frac{1}{2} m \omega^2 (A^2 - x^2)$  রাশিদ্বয় হতে স্পষ্ট যে, তাৎক্ষণিক বিভবশক্তি এবং গতিশক্তির মান কেবল সাম্যাবস্থানে হতে তাৎক্ষণিক সরণ  $x$  এর মানের ওপর নির্ভর করে।

আমরা জানি, সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিসম্পন্ন কোনো কণার চলন গতির সমীকরণ:  $x = A \sin(\omega t + \delta)$

অর্থাৎ যেকোনো  $t = t$  মুহূর্তে সাম্যাবস্থানে হতে সরণ,  $x = A \sin(\omega t + \delta)$

যদি  $t_1$  ও  $t_2$  সময়ে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি উভয়ই সমান হয়, তবে,

$$E_p(t_1) = \frac{1}{2} m \omega^2 [a^2 - x^2(t_1)]; E_k(t_2) = \frac{1}{2} m \omega^2 [A^2 - x^2(t_2)]$$

$$\text{অতএব, } x^2(t_1) = x^2(t_2)$$

$$\text{বা, } A^2 \sin^2(\omega t_1 + \delta) = A^2 \sin^2(\omega t_2 + \delta)$$

$$\text{বা, } \sin(\omega t_1 + \delta) = \pm \sin(\omega t_2 + \delta)$$

$$\text{বা, } (\omega t_1 + \delta) \pm (\omega t_2 + \delta) = \pi$$

$$\text{বা, } \omega(t_1 - t_2) = \pi; \text{ [কেবল সাম্যাবস্থানে অভিমুখী বা বিস্তার}$$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T} (t_1 - t_2) = \pi \text{ অভিমুখী সরণের ক্ষেত্রে}]$$

$$\text{বা, } t_1 - t_2 = \frac{T}{2}$$

$$\therefore t_1 = t_2 + \frac{T}{2}$$

অতএব, অর্ধপর্যায়কাল সময় পরে স্পন্দকটির গতি শক্তি ও বিভবশক্তির পুনরাবৃত্তি ঘটে।

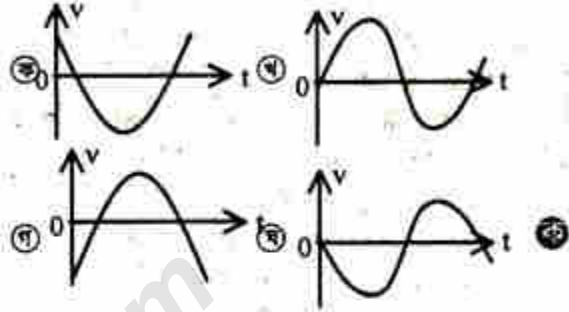


## পদার্থবিজ্ঞান

### অষ্টম অধ্যায় : পর্যাবৃত্ত গতি

২৮০. আমাদের দেশের বিদ্যুৎ প্রবাহ প্রতি কত সেকেন্ড পরপর একই মান গ্রহণ করে? (জান)
- ক) 2s                      ঘ) 0.2s  
গ) 0.02s                ঙ) 0.002s                      ৩১
২৮১. ঘড়ির কাঁটার গতি কোন গতির উদাহরণ? (অনুধাবন)
- ক) পর্যাবৃত্ত গতি            ঘ) স্পন্দন গতি  
গ) সরলরৈখিক গতি        ঙ) ঘূর্ণন গতি                      ৩২
২৮২. কম্পমান সুরশলাকার গতি কী ধরনের গতি? (অনুধাবন)
- ক) ঘূর্ণন গতি                ঘ) স্পন্দন গতি  
গ) রৈখিক গতি            ঙ) ছন্দিত গতি                      ৩৩
২৮৩. সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে প্রত্যয়নী বল  $F$  এবং সরণ  $x$  হলে এ সম্পর্ক নির্দেশক সমীকরণ কোনটি? (জান)
- ক)  $F \propto -x$                 ঘ)  $F \propto x$   
গ)  $F = x^2$                 ঙ)  $F \propto \sqrt{x}$                       ৩৪
২৮৪. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার সরণ ও ত্বরণের দশা পার্থক্য কত? (জান) /ডার্মিট পুসিষ ব্যাটামিয়ন পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বাগুড়া/
- ক)  $0^\circ$                       ঘ)  $45^\circ$   
গ)  $90^\circ$                       ঙ)  $180^\circ$                       ৩৫
২৮৫. দোলনরত কোনো বস্তুর ক্ষেত্রে সাধারণত কত রকমের বিস্তার হতে পারে? (জান)
- ক) দুই                      ঘ) তিন  
গ) চার                      ঙ) পাঁচ                      ৩৬
২৮৬. একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে তাকে কী বলে? (জান)
- ক) কম্পাঙ্ক                ঘ) বিস্তার  
গ) দোলনকাল            ঙ) পর্যায়কাল                      ৩৭
২৮৭. একটি সরল ছন্দিত স্পন্দনরত বস্তুকণার কম্পাঙ্ক  $f$ । এটির গতিশক্তির কম্পাঙ্ক— (জান) /সরকারি বিজ্ঞান কলেজ, ঢাকা/
- ক)  $f/2$                       ঘ)  $f$   
গ)  $2\pi fT$                       ঙ)  $2f$                       ৩৮

২৮৮. সরলছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণের সমীকরণ  $x = A \sin \omega t$  হলে বেগ-সময় লেখচিত্র হবে—



২৮৯. একটি সরল ছন্দিত বস্তু কণার পর্যায়কাল দ্বিগুণ করলে এর কৌণিক কম্পাঙ্ক কত গুণ বৃদ্ধি পাবে? (প্রয়োগ)

- ক) ২ গুণ                      ঘ) ২ গুণ  
গ)  $\frac{1}{2}$  গুণ                      ঙ)  $2\sqrt{2}$  গুণ                      ৪১

২৯০. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার বিস্তার  $a$  এবং দোলনকাল  $T$  হলে সর্বোচ্চ বেগ কত হবে? /নটর ডেম কলেজ, ঢাকা/

- ক)  $\frac{4a}{T}$                       ঘ)  $\frac{2a}{T}$   
গ)  $\frac{2\pi a}{T}$                       ঙ)  $\frac{2\pi\sqrt{a}}{T}$                       ৪২

২৯১. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত একটি কণার পর্যায়কাল 20s হলে এর কৌণিক কম্পাঙ্ক— (প্রয়োগ) /রাজশাহী সরকারি কলেজ, রাজশাহী/

- ক)  $\omega = \frac{\pi}{20} \text{ rads}^{-1}$             ঘ)  $\omega = \frac{\pi}{10} \text{ rads}^{-1}$   
গ)  $\omega = \frac{\pi}{5} \text{ rads}^{-1}$             ঙ)  $\omega = \frac{\pi}{15} \text{ rads}^{-1}$                       ৪৩

২৯২. সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার সর্বোচ্চ বেগ কত হবে? (অনুধাবন)

- ক)  $v_{\max} = \frac{\omega}{A}$                       ঘ)  $v_{\max} = \frac{4}{\omega}$   
গ)  $v_{\max} = \omega A$                       ঙ)  $v_{\max} = \omega^2 A$                       ৪৪

২৯৩. স্থিৎ সংযুক্ত একটি কণা সরল ছন্দিত স্পন্দিত হচ্ছে,  $x = \frac{A}{2}$  অবস্থানে বেগ হবে—(অনুধাবন)

[সরকারি কে.সি. কলেজ, বিনাইদহ]

(ক)  $\frac{2}{3}v_{\max}$  (খ)  $\frac{3}{2}v_{\max}$

(গ)  $\frac{v_{\max}}{\sqrt{2}}$  (ঘ)  $\frac{\sqrt{3}}{2}v_{\max}$

২৯৪.  $v = \omega \sqrt{A^2 - x^2}$  সমীকরণ অনুসারে  $x$  এর কোন মানের জন্য বেগের মান সর্বোচ্চ হবে? (উচ্চতর দক্ষতা)

(ক)  $x = A/2$  (খ)  $x = A$

(গ)  $x = 2A$  (ঘ)  $x = 0$

২৯৫.  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$  সমীকরণটিকে সমাধান করলে সরণ  $x$  ও সময়  $t$ -এর মধ্যকার কোন্ সম্পর্কটি পাওয়া যায়? (অনুধাবন)

(ক)  $x = A \cos \omega t$  (খ)  $x = A \sin(\omega t + \delta)$

(গ)  $y = A \cos \omega t$  (ঘ)  $y = A \sin(\omega t + \delta)$

২৯৬.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$  সমীকরণটির  $T$  বনাম  $L$  লেখচিত্র— (অনুধাবন) [পশ্চিম লাইনস স্কুল এন্ড কলেজ, কুষ্টিয়া]

(ক) একটি সরলরেখা

(খ) মূলবিন্দুগামী সরলরেখা

(গ) অধিবৃত্ত (ঘ) বৃত্ত

২৯৭. সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক—(প্রয়োগ)

(ক) 0.5 Hz (খ) 1 Hz

(গ) 2 Hz (ঘ) 4 Hz

২৯৮. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য হ্রাস পাওয়ার ফলে এটি দিনে 10s ফাস্ট যায়। পরিবর্তিত দোলনকাল কত হবে?

(ক)  $\frac{86400}{86410}$  (খ)  $\frac{2 \times 86400}{86410} s$

(গ)  $\frac{86410}{86400} s$  (ঘ)  $\frac{2 \times 86410}{86400}$

২৯৯. উল্লম্বভাবে ঝুলন্ত স্থিৎ-এর মুক্তপ্রান্তে  $m$  ভর ঝুলালে যদি এর দৈর্ঘ্য  $l$  পরিমাণে বৃদ্ধি পায় তবে এর বল ধ্রুবক কত? ( $g =$  অভিকর্ষজ ত্বরণ) (অনুধাবন)

(ক)  $\frac{mg}{l}$  (খ)  $\frac{m}{g}$

(গ)  $\frac{g}{ml}$  (ঘ)  $\frac{m}{gl}$

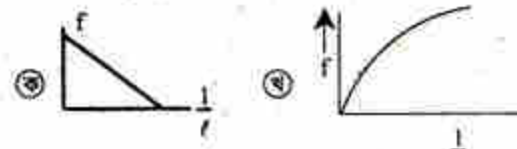
৩০০. কোনো নির্দিষ্ট স্থিৎ-এর বিস্তারের মান দ্বিগুণ করলে এর গতিশক্তি কতগুণ বৃদ্ধি পাবে? (অনুধাবন)

(ক)  $\sqrt{2}$  গুণ (খ) 2 গুণ

(গ) 4 গুণ (ঘ)  $2\sqrt{2}$  গুণ

৩০১. অভিকর্ষজ ত্বরণ যদি ধ্রুবক থাকে, তবে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্যের সাথে কম্পাঙ্কের

সম্পর্ক— সরকারি এম এম কলেজ, যশোর



৩০২. স্থিৎ এর মাধ্যমে বিভিন্ন বস্তুর ভর ও দোলন কালের মধ্যকার সম্পর্ক কোনটি? (জ্ঞান)

(ক)  $m_1 : m_2 = T_1 : T_2$

(খ)  $m_1 : m_2 = \sqrt{T_1} : \sqrt{T_2}$

(গ)  $m_1 : m_2 = T_1^2 : T_2^2$

(ঘ)  $m_1 : m_2 = T_1^{-1} : T_2^{-1}$

৩০৩. দশা হলো— (অনুধাবন)

i. যে রাশি দ্বারা স্পন্দনশীল কণার গতির সম্যক অবস্থা বুঝায়

ii. স্পন্দনশীল কণার সরণ, বেগ, ত্বরণ, গতির অভিমুখ ইত্যাদির সম্মিলিত বিবেচনা

iii. মানবৃতে উৎপাদক বিন্দুর কৌণিক সরণ

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩০৪.  $\frac{2\pi}{\omega}$  হচ্ছে সরল ছন্দিত স্পন্দনের পর্যায়কাল, কারণ— (উচ্চতর দক্ষতা)

i.  $\frac{2\pi}{\omega}$  সময় পর সরণের মান একই হয়

ii.  $\frac{2\pi}{\omega}$  সময় পরপর সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন একটি রাশির পুনরাবৃত্তি ঘটে

iii.  $x = A \sin(\omega t + \delta)$  সমীকরণে  $t$  এর বদলে  $(t + \frac{2\pi}{\omega})$  বসালে একই সমীকরণ পাওয়া যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

৩০৫. সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কণার তাৎক্ষণিক বেগ তার— (অনুধাবন)

i. সরণ  $x$  এর ওপর নির্ভরশীল

ii. কৌণিক কম্পাঙ্ক  $\omega$  এর ওপর নির্ভরশীল

iii. বিস্তার  $A$ -এর ওপর নির্ভরশীল

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii



৩০৬. সরল ছন্দিত বস্তুকণা মধ্যাবস্থান অতিক্রমকালে

এর— (অনুধাবন)

- সরণ শূন্য হয়
- বেগ সর্বোচ্চ হয়
- ত্বরণ সর্বনিম্ন হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

৩০৭.  $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$  এবং  $x = A \sin(\omega t + \delta)$

সমীকরণদ্বয়ের ক্ষেত্রে— (উচ্চতর দক্ষতা)

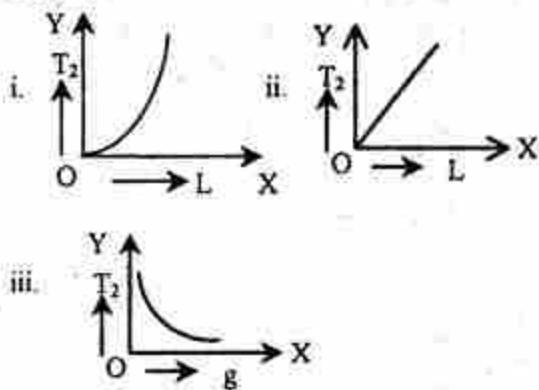
- দ্বিতীয়োক্ত সমীকরণটি প্রথমটির একমাত্র সমাধান
- দ্বিতীয়টি হতে প্রথমটি প্রতিপাদন করা সম্ভব
- উভয়েই সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন বস্তুকণার সরণের সমীকরণ

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

৩০৮. সরলদোলকের ক্ষেত্রে লেখচিত্র হচ্ছে— (অনুধাবন)



নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

৩০৯. সরল ছন্দিত বস্তুকণার ক্ষেত্রে— (অনুধাবন)

- নির্দিষ্ট বিস্তারের জন্য মোট শক্তি ধ্রুব থাকে
- মোট শক্তি বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক
- মোট শক্তি বল ধ্রুবকের সমানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

৩১০. একটি আদর্শ সরল দোলকের বৈশিষ্ট্য হলো— (উচ্চতর দক্ষতা)

- ববটি ক্ষুদ্র এবং কিছুটা ভারী হবে যাতে সূতা টান টান থাকে
- সূতার ভর নগণ্য হবে
- দোলকের গতি হবে বৃত্তাকার গতি

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

৩১১. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো কণার আদিদশা ০ হলে— (প্রয়োগ)

- $t = T/4$  মুহূর্তের দশা  $\pi/2$
- $t = 3T/4$  মুহূর্তের সরণ  $-A$
- $t = T$  মুহূর্তের দশা  $2\pi$

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

৩১২. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো কণার সাম্যাবস্থান হতে সরণ  $x = A \sin \omega t$  হলে এর

— (প্রয়োগ)

- তাত্ক্ষণিক বেগ  $v = \omega A \cos \omega t$
- ত্বরণ  $a = -\omega^2 x$
- বেগের সর্বোচ্চ মান  $\omega A$

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

উদীপকটি পড়ে ৩১৩ ও ৩১৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো বস্তুকণার ভর 100gm, বল ধ্রুবক 1000 Nm<sup>-1</sup>

৩১৩.  $t = 0$  মুহূর্তকালে সাম্যাবস্থান হতে সরণ 5 cm;

$t = \frac{2\pi}{100}$  s মুহূর্তকালে বস্তুকণাটির সরণ কত

হবে? (প্রয়োগ)

- ক) 2.5 cm      খ) 5 cm  
গ) 10 cm      ঘ) 15 cm

১৫

৩১৪. বস্তুকণাটির— (উচ্চতর দক্ষতা)

- কম্পাঙ্ক 15.924 Hz
- কৌণিক কম্পাঙ্ক 100 rad s<sup>-1</sup>
- পর্যায়কাল 0.0628 s

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

উদীপকটি পড়ে ৩১৫ ও ৩১৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

মাছেরের নিকট একটি সরল দোলক আছে যার কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1m. দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য 50% বৃদ্ধি করা হলো।

৩১৫. কার্যকরী দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিপ্রাপ্ত সরল দোলকের দোলনকাল কত? (প্রয়োগ) /জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট/

- ক) 2.46 sec      খ) 2.54 sec  
গ) 3 sec      ঘ) 3.12 sec

১৫

৩১৬. মাছেরের সরল দোলকের— (অনুধাবন) /জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট/

- কম্পাঙ্ক 0.5 Hz
- কৌণিক কম্পাঙ্ক 3.14 rad/sec
- কার্যকরী দৈর্ঘ্য 50% বাড়ালে দোলনকাল 22.3% বৃদ্ধি পায়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫

উদীপকটি পড়ে ৩১৭ ও ৩১৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

উন্নতভাবে ঝুলন্ত একটি স্প্রিং এর উপর প্রাপ্ত দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকানো। নিচ প্রাপ্তে 0.5 kg ভরের একটি ব্লক ঝুলালে স্প্রিংটির 0.04m দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে।

৩১৭. স্প্রিংটির বল ধ্রুবক কত? (প্রয়োগ)

- ক) 112.5 Nm<sup>-1</sup>      খ) 122.5 Nm<sup>-1</sup>  
গ) 132.5 Nm<sup>-1</sup>      ঘ) 142.5 Nm<sup>-1</sup>

১৫

৩১৮. স্প্রিং-এর ভর নগণ্য ধরলে, ব্লকসহ স্প্রিংটি যখন স্পন্দিত হতে থাকবে তখন এর— (উচ্চতর দক্ষতা)

- কৌণিক কম্পাঙ্ক 254 rad/sec
- পর্যায়কাল 0.4 sec
- কম্পাঙ্ক 2.5 Hz

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      খ) i ও iii  
গ) ii ও iii      ঘ) i, ii ও iii

১৫