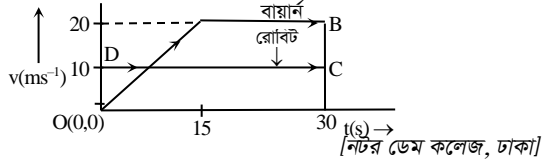


একটি গাড়ি রেসিং প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণকারী দুই জন প্রতিযোগী হলো বায়ার্ন ও রোবিট। তারা একই স্থান হতে একই সময়ে লেখচিত্রে যথাক্রমে OAB ও DC রেখার প্রদর্শিত গতিবেগের তথ্যানুযায়ী যাত্রা শুরু করল এবং B-বিন্দুর সময়ে প্রতিযোগিতা শেষ হলো। বায়ার্ন এর ত্বরণ 1 ms^{-2} ।



- আয়ত একক ভেক্টর কাকে বলে? ১
- দুটি সমান ভেক্টরের বিয়োগফল একটি শূন্য ভেক্টর— ব্যাখ্যা কর। ২
- কখন উভয় প্রতিযোগীর বেগ সমান হবে নির্ণয় কর। ৩
- গাড়ি রেসিং প্রতিযোগিতায় কে বিজয়ী হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দেখাও। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ত্রিমাত্রিক কার্টেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থার তিনটি ধনাত্মক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয় তাদেরকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

দুটি সমান ভেক্টরের (\vec{P}, \vec{P}) বিয়োগফল $\vec{P} - \vec{P} = \vec{P} + (-\vec{P})$

\vec{P} এবং $-\vec{P}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যকার কোণ, $\alpha = 180^\circ$

$$\therefore \text{ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধি} = \sqrt{|\vec{P}|^2 + |-\vec{P}|^2 + 2|\vec{P}||-\vec{P}|\cos\alpha}$$

$$= \sqrt{P^2 + P^2 + 2P^2 \cos 180^\circ} = \sqrt{2P^2 - 2P^2} = 0$$

সুতরাং, দুটি সমান ভেক্টরের বিয়োগফল একটি শূন্য ভেক্টর।

দেওয়া আছে, রোবিট-এর সমবেগ, $v = 10 \text{ ms}^{-1}$

বায়ার্ন এর আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{বা, } t = \frac{v - u}{a} = \frac{10 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{1 \text{ ms}^{-2}} = 10 \text{ sec (Ans.)}$$

রেসিং এর সময়কাল = 30 sec

30 sec সময় জুড়ে রোবিট-এর দ্রুতি, $v = 10 \text{ ms}^{-1}$

\therefore এই সময়কালে রোবিট কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব $= vt$

$$= 10 \text{ ms}^{-1} \times 30 \text{ sec} = 300 \text{ m}$$

প্রথম 15 sec সময়কালে বায়ার্নের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\therefore \text{পরবর্তী 15 sec-এ বায়ার্নের অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = v't_2$$

$$= 15 \text{ ms}^{-1} \times 15 \text{ sec} = 225 \text{ m}$$

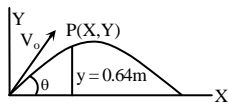
\therefore মোট 30 sec সময়কালে বায়ার্ন কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$= s_1 + s_2 = 112.5 \text{ m} + 225 \text{ m} = 337.5 \text{ m}$$

লক্ষ্য করি, $337.5 \text{ m} > 300 \text{ m}$

অর্থাৎ বায়ার্নের অতিক্রান্ত দূরত্ব $>$ রোবিট-এর অতিক্রান্ত দূরত্ব

সুতরাং, গাড়ি রেসিং প্রতিযোগিতায় বায়ার্ন বিজয়ী হবে।



[ভিকার'নিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- কৌণিক বেগের সংজ্ঞা দাও। ১

- ‘যদিও ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীতমুখী বল তবুও সাম্য প্রতিষ্ঠা করে না’— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে বস্তুকে কত কোণে নিক্ষেপ করলে প্রাসের অনুভূমিক পাল-এ সর্বোচ্চ উচ্চতা H হবে। ৩
- ঘ. যদি $\theta = 30^\circ$ হয় তবে P বিন্দুর প্রকৃত স্থানাঙ্ক কত হবে উদ্দীপক হতে নির্ণয় কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

সময়ের সাথে কোনো বস্তুর কৌণিক সরণের হারকে কৌণিক বেগ বলে।

যদিও ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীতমুখী বল তবুও এরা সাম্য প্রতিষ্ঠা করে না, এর কারণ হলো ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল একই বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে না। সাম্য প্রতিষ্ঠার শর্ত হলো, সংশ্লিষ্ট বস্তুগুলো একই বস্তুকণার ওপর প্রযুক্ত হতে হবে। বলের সাম্যাবস্থায় বস্তুর গতির অবস্থার পরিবর্তন ঘটে না। ক্রিয়াও প্রতিক্রিয়া বল দুটি ভিন্ন বস্তুর ওপর ক্রিয়া করায় উভয় বস্তুর গতির অবস্থার পরিবর্তন ঘটে।

মনে করি, নিক্ষেপণ v_0 এবং নিক্ষেপণ কোণ θ_0 যেহেতু অনুভূমিক পাল-এ সর্বোচ্চ উচ্চতা

$$\text{বা, } \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g}$$

$$\therefore \theta_0 = \tan^{-1} 4 = 75.96^\circ$$

সুতরাং, উদ্দীপকের বস্তুটিকে 75.96° কোণে নিক্ষেপ করলে প্রাসের অনুভূমিক পাল-এ সর্বোচ্চ উচ্চতা, H হবে।

দেওয়া আছে, নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

নিক্ষেপণ বেগ v_0 -এর মান দেয়া নেই। ধরি, মান 20 ms^{-1}

নিক্ষেপণ বিন্দু হতে P বিন্দুতে যেতে t পরিমাণ সময় লাগলে, P বিন্দুর

$$\text{তাৎক্ষণিক উচ্চতা, } y = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= \frac{10 \pm \sqrt{(10)^2 - 4 \times 4.9(0.64)}}{2 \times 4.9}$$

$$\therefore t = 1.9747 \text{ sec, } 0.066 \text{ sec}$$

\therefore নিক্ষেপণ বিন্দু হতে P বিন্দুর অনুভূমিক দূরত্ব,

$$x = v_0 \cos \theta_0 t = 20 \text{ ms}^{-1} \times \cos 30^\circ \times 1.9747 \text{ sec} = 34.2 \text{ m}$$

অথবা, (34.2m, 0.64m)

- এস.আই. পদ্ধতিতে দীপন তীব্রতার একক কি? ১
- খ. অনুকল্প ও তত্ত্বের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
- গ. অনুকল্প সম্পর্কে আলোচনা কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের লেখচিত্র থেকে $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ সমীকরণটি প্রতিপাদন করা যাবে কিনা যাচাই কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

এস.আই. পদ্ধতিতে দীপন তীব্রতার একক ক্যান্ডেলা।

অনুকল্প ও তত্ত্বের মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ:

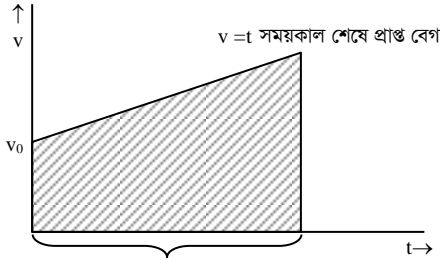
অনুকল্প	তত্ত্ব
i. অনুকল্প হলো কোনো	i. প্রকল্প ও প্রচলিত প্রাকৃতিক

বৈজ্ঞানিক ঘটনার প্রস্তুতি ব্যাখ্যা।	নিয়মের সমন্বয়ে গৃহীত বৈজ্ঞানিক সিদ্ধান্তকে তত্ত্ব বলে।
ii. সঠিক কোনো বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যার প্রেক্ষিতে এটি ভবিষ্যতে পরিবর্তিত হতে পারে।	ii. তত্ত্ব মূলত অনুকল্পেরই উন্নত রূপ।

উদ্দীপকের লেখচিত্র বেগ (v) বনাম সময় (t) লেখচিত্র ধন্বক
চালযুক্ত সরলরেখিক। সুতরাং এর দ্বারা ধন্বক মানের সমত্বরণ বুঝানো
হয়েছে। এক্ষেত্রে, $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$ অনুপাতটির মান প্রসূত।

$$\therefore x = 5\text{ms}^{-1} \times \frac{5\text{ sec}}{3\text{ sec}} = 8.33\text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

$s = v_0t + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণে s দ্বারা সরণ, v_0 দ্বারা আদিবেগ, a দ্বারা
ত্বরণ এবং t দ্বারা সময়কাল বুঝায়। উদ্দীপকের লেখচিত্র থেকে $s = v_0t$
 $+ \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটি প্রতিপাদন করা সম্ভব। নিচে তা করা হলো:



v - t লেখচিত্রে লেখ এবং সময় অক্ষের মধ্যবর্তী আবদ্ধ অঞ্চলের (যা
উপরের চিত্রে shade বা দাগাক্ষিত অঞ্চল দ্বারা বুঝানো হয়েছে)
ক্ষেত্রফল দ্বারা সরণ (s) নির্দেশিত হয়।

তাহলে এক্ষেত্রে, সরণ, s = উক্ত ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল

$$= \frac{1}{2} \times \text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দৈর্ঘ্যের সমষ্টি} \times \text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দূরত্ব}$$

$$= \frac{1}{2} (2v_0 + at)t = \frac{1}{2} 2v_0t + \frac{1}{2} at^2 = v_0t + \frac{1}{2} at^2 \text{ [প্রতিপাদন করা হলো]}$$

এক ব্যক্তি 40m দূরে একটি গাছের ডালে ঝুলে থাকা একটি
বানরকে লক্ষ্য করে অনুভূমিকের সাথে 18° কোণে 32ms^{-1} বেগে
একটি আপেল ছুড়ে মারল। আপেলটি ধরার জন্য একই সময়ে বানরটি
তার অবস্থান থেকে মুক্তভাবে নিচের দিকে পড়তে থাকল।

[ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ]

- সংরক্ষণশীল বল কী? ১
- ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $1 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বুঝায়? ২
- নিষ্ক্ষেপের 1sec পর আপেলটির বেগ কত? ৩
- ভূমি থেকে গাছের ডালটির উচ্চতা 13m হলে বানরের পক্ষে
আপেলটি ধরা সম্ভব হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

যে বল কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথে
ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কাজ শূন্য হয়
তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে বুঝায়,
স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ইস্পাতের কোনো বস্তুতে দৈর্ঘ্য বরাবর বল
প্রয়োগ করলে উদ্ভূত পীড়ন এবং বিকৃতির অনুপাত $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ ।

দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 32\text{ms}^{-1}$
নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 18^\circ$

$$\text{সময়কাল, } t = 1\text{s}$$

$$= 0.09\text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় তাৎক্ষণিক বেগ, } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{30.43^2 + 0.09^2}\text{ ms}^{-1}$$

$$= 30.43\text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

প্রথমে নির্ণয় করি, 40m অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করতে কত
সময় লাগে। এক্ষেত্রে $x = 40\text{m}$ অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রমে t সময়
লাগলে।

$$\therefore \text{ভূমি থেকে বানরটির উচ্চতা } h_1 = 13 - y_1 = 13 - 8.46$$

$$= 4.54\text{ m} \approx 4.43\text{m}$$

অর্থাৎ ভূমি থেকে আপেলের উচ্চতা এবং বানরের উচ্চতা প্রায় সমান।
অতএব বানরের পক্ষে আপেলটি ধরা সম্ভব

নেইমার একটি ফুটবলকে ভূমির সাথে 30° কোণে 30ms^{-1}
বেগে কিক করল। নেইমার কিক করার স্থান হতে 10 মিটার দূরে
একটি দেয়াল রয়েছে। দেয়ালের উচ্চতা 6m।

[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- প্রাস কী? ১
- “কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ ব্যাখ্যা কর। ২
- 2sec পর বলটির বেগ কত? ৩
- নেইমার যদি বলটিকে 60° কোণে একই বেগে কিক করত
তাহলে কোন ক্ষেত্রে তিনি বলটিকে দেয়াল পার করতে
পারবেন? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

অনুভূমিকের সাথে তির্যক নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুকে প্রাস বলে।

কোনো বস্তু যখন বৃত্তপথে ঘুরতে থাকে, তখন এর ওপর বৃত্তের
কেন্দ্রের দিকে কেন্দ্রমুখী বল (F_c) ক্রিয়া করে। প্রতিটি মুহূর্তে যে ক্ষুদ্র
সরণ ($d\vec{s}$) হয় তার দিক বৃত্তের স্পর্শক বরাবর অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী বলের
লম্ব দিকে। ফলে এ ক্ষুদ্র সরণে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ, $dW =$
 $F_c \cdot d\vec{s} = F_c ds \cos 90^\circ = 0$; ফলে বস্তুটি সম্পূর্ণ একবার ঘুরে
আসলেও এমনকি বারবার ঘুরতে থাকলেও কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা
কৃতকাজ শূন্য।

দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 30\text{ ms}^{-1}$
নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

বের করতে হবে, বলটির তাৎক্ষণিক বেগ, $v = ?$

$$t = 2\text{ sec} \text{ মুহূর্তে বলটির বেগের অনুভূমিক উপাংশ } v_x = v_{x0}$$

$$= \sqrt{(25.98\text{ms}^{-2})^2 + (-4.6\text{ms}^{-1})^2} = 26.384\text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে, দেয়ালের উচ্চতা $h = 6\text{m}$

অনুভূমিক দূরত্ব, $x = 10\text{m}$

১ম ক্ষেত্রে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 30\text{ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_1 = 30^\circ$

তাহলে অনুভূমিক দূরত্ব $x = 10\text{m}$ যেতে t_1 সময় লাগলে,

$$x = v_0 \cos \theta_1 t_1$$

$$= 30 \sin 45^\circ \times 0.47 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (0.47)^2$$

$$= 8.88\text{m} > 6\text{m}$$

অর্থাৎ, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে 45° কোণে নিষ্ক্ষেপ করলে
নেইমার বলটিকে দেয়াল পার করতে পারবে।

[শহীদ বীর উত্তম লেঃ আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

- আয়ত একক ভেক্টর কি? ১
- বৃত্তাকার পথে সুষম গতিতে গতিশীল বস্তুর ত্বরণ থাকে—
ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের প্রক্ষেপকটি কত কোণে নিষ্ক্ষেপ করা হয়েছিল? ৩

ঘ. যদি পাল-১ সর্বাধিক উচ্চতার চারগুণ হতে হয় তাহলে প্রক্ষেপটির নিষ্ক্ষেপণ কোণের কিরূপ পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

■ ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় X, Y ও Z অক্ষ বরাবর ত্রিয়ারত $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ একক ভেক্টরগুলোকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

■ বৃত্তাকার পথে সুস্থম দ্রুতিতে গতিশীল বস্তুর বেগ অবিরত পরিবর্তিত হয়। কারণ বেগ একটি ভেক্টর রাশি, তাই শুধু মান বা শুধু দিক বা উভয়ের পরিবর্তনের দ্বারা বেগের পরিবর্তন সম্ভব। এক্ষেত্রে বেগের মানের (দ্রুতি) পরিবর্তন না ঘটলেও দিকের পরিবর্তন ঘটে। ফলে বেগের পরিবর্তন, $\Delta v \neq 0$, হয় এ কারণে ত্বরণের সংজ্ঞানুসারে $\left(a = \frac{\Delta v}{\Delta t}\right)$ ত্বরণ অশূন্য মানের হয়। অর্থাৎ, বৃত্তাকার পথে সুস্থম দ্রুতিতে গতিশীল বস্তুর ত্বরণ থাকে।

■ দেওয়া আছে, প্রাসটির বিচরণকাল, $T = 5 \text{ sec}$

এবং অনুভূমিক পাল-১, $R = 75 \text{ m}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বের করতে হবে, নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = ?$

ধরি, প্রাসটির নিষ্ক্ষেপণ বেগ v_0

$$\text{বা, } \frac{(2\sin\theta_0 \cos\theta_0)g}{4 \sin^2\theta_0} = \frac{75 \text{ m}}{25 \text{ sec}^2} = 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } \frac{g}{2 \tan \theta_0} = 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } \tan \theta_0 = \frac{g}{6 \text{ ms}^{-2}} = \frac{9.8 \text{ ms}^{-2}}{6 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \left(\frac{9.8}{6} \right) = 58.52^\circ \text{ (Ans.)}$$

■ যদি পাল-১ সর্বাধিক উচ্চতার চারগুণ হয় তাহলে নিষ্ক্ষেপণ বেগ v_0 এবং ধরি নিষ্ক্ষেপণ কোণ θ_0 তাহলে, অনুভূমিক পাল-১,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{এবং সর্বাধিক উচ্চতা, } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \dots\dots\dots (ii)$$

$$\therefore \theta_0 = \tan^{-1} 1 = 45^\circ$$

সুতরাং যদি পাল-১ সর্বাধিক উচ্চতার চারগুণ হতে হয় তাহলে প্রক্ষেপকটির নিষ্ক্ষেপণ কোণের পরিবর্তন (হ্রাস) ঘটাতে হবে $= 58.52^\circ - 45^\circ = 13.52^\circ$

■ সাকিব আল হাসান ব্যাটিং করার সময় ব্যাট দিয়ে বলকে 45° কোণে এমনভাবে আঘাত করল যেন বলটি 25 ms^{-1} বেগে প্রাণ্ড হয়। সঙ্গে সঙ্গে অস্ট্রেলিয়ান একজন ফিল্ডার ক্যাচ ধরার জন্য সাকিবের কাছাকাছি অবস্থান থেকে গড়ে 8 ms^{-1} বেগে দৌড় শুরু করে এবং 31 m দূরত্ব অতিক্রম করেন। [ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

ক. 'ঘাত বল' এর সংজ্ঞা দাও। ১

খ. সমমন্দনে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি আঁক এবং ঢাল ব্যাখ্যা কর। ২

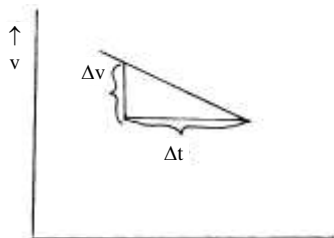
গ. 2 s পর বলটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সাকিব ক্যাচ আউট হয়েছিল কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

■ বিশাল মানের কোনো বল অতি ক্ষুদ্র সময়কাল ধরে ক্রিয়া করলে তাকে ঘাত বল বলে।

■ সমমন্দনে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি নিরূপণ:



$$\text{এর ঢাল} = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন, } \Delta v}{\text{সময়ের পরিবর্তন, } \Delta t}$$

Δt ধনাত্মক এবং Δv ঋণাত্মক হওয়ায় উক্ত লেখচিত্রের ঢাল ঋণাত্মক।

■ দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 25 \text{ ms}^{-1}$

এবং নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 45^\circ$

সময় কাল, $t = 2 \text{ sec}$

$$= \sqrt{(17.67 \text{ ms}^{-1})^2 + (-1.922 \text{ ms}^{-1})^2}$$

$$= 17.78 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

$$\text{■ বলটির বিচরণকাল, } T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$= \frac{2 \times 25 \text{ ms}^{-1} \times \sin 45^\circ}{9.8 \text{ ms}^{-2}} = 3.608 \text{ sec}$$

$$= 63.77 \text{ m} \approx 31 \text{ m} \text{ (ফিল্ডারের অতিক্রান্ত দূরত্ব)}$$

দূরত্ব)

তদুপরি, উক্ত দূরত্ব অতিক্রমে ফিল্ডারের সময় লাগে,

$$t = \frac{x}{v} = \frac{31 \text{ m}}{8 \text{ ms}^{-1}} = 3.875 \text{ sec} \approx 3.608 \text{ sec} \text{ (বলের বিচরণকাল)}।$$

সুতরাং ফিল্ডার ক্যাচটি ধরতে পারবে না, অর্থাৎ সাকিব ক্যাচ আউট হয় নি।

■ ২৭০ম পরিধির বৃত্তাকার মাঠের কেন্দ্রে পিলারের উপর দাড়িয়ে সবুজ আংগুলে 0.5 m দৈর্ঘ্যের একটি সুতার একপ্রান্তে বেধে অপরপ্রান্তে 5 gm ভরের বস্তু সংযুক্ত করে 30 m/s বেগে অনুভূমিকভাবে এবং ভূমি থেকে 10 m উচ্চতায় ঘুরাতে লাগলো। [সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বগুড়া]

ক. বিভব শক্তি কাকে বলে? ১

খ. স্থিৎ এ দম দিলে স্থিৎ নির্মিত খেলনা গাড়ী চলে কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বস্তুটির কেন্দ্রমুখী বল বের কর। ৩

ঘ. সুত গেলে বস্তুটি বৃত্তাকার মাঠের ভিতরে পড়বে কিনা—গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

■ কোনো বস্তুর ভৌত অবস্থা বা অবস্থান পরিবর্তনের দরুন এর মধ্যে যে শক্তি সঞ্চিত হয়, তাকে বিভব শক্তি বলে।

■ স্থিৎ এ দম দিলে হাতের আঙ্গুল কর্তৃক প্রয়োগকৃত যান্ত্রিক শক্তি স্থিৎ-এর কুঞ্জন বা সংকোচনের মাধ্যমে এর মধ্যকার বিভব শক্তিতে পরিণত হয়। এই বিভব শক্তি পরবর্তিতে অবমুক্ত হলে অর্থাৎ স্থিৎ এর পূর্ণাবস্থায় ফিরে আসার মাধ্যমে) তা প্রায় সমপরিমাণ যান্ত্রিক শক্তি বা গাড়ির গতি শক্তিতে পরিণত হয় (উক্ত বিভবশক্তির কিছু অংশ ঘর্ষণ অতিক্রমে ব্যবহৃত হয়)। একারণে স্থিৎ এ দম দিলে স্থিৎ নির্মিত খেলনা গাড়ী চলে।

■ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 5 \text{ gm} = 0.005 \text{ kg}$$

$$\text{বস্তুর রৈখিক দ্রুতি, } v = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{0.005 \text{ kg} \times (30 \text{ ms}^{-1})^2}{0.5 \text{ m}} = 9 \text{ N} \text{ (Ans.)}$$

■ সুতাটি ছিঁড়ে গেলে বস্তুটি প্রাসরূপে আচরণ করবে। এর নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 30 \text{ ms}^{-1}$ এবং নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 0^\circ$, এটি t সময়ান্বে ভূমিতে নেমে আসলে, $h = 10 \text{ m}$ (ভূমি হতে প্রাসের নিষ্ক্ষেপণ বিন্দুর উচ্চতা)

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

∴ এ সময়কালে বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব, সুতরাং, সুতরাং ছিঁড়ে গেলে বস্তুটি কোনোমতে বৃত্তাকার মাঠের ভিতরে পড়বে।

■ একজন বন্দুকধারী 300m দূরে 50m উচ্চতায় একটি টার্গেটে আঘাত করার জন্য 60ms⁻¹ বেগে এবং 50° নিষ্ক্ষেপণ কোণে একটি গুলি ছুঁড়ল। [বি. এন. কলেজ, ঢাকা]

- ক. প্রাসের বিচরণ কাল কাকে বলে? ১
- খ. একটি ক্ষেপণাস্ত্রের সর্বাধিক পাল-1 1000km এর অর্থ কী? ২
- গ. বর্ণনা মোতাবেক গুলিটির সর্বাধিক উচ্চতা কত? ৩
- ঘ. গুলিটি টার্গেটে আঘাত করবে কী? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

■ একটি প্রাসকে নিষ্ক্ষেপের মুহূর্ত হতে শুরু করে ভূমিতে পতিত হওয়া পর্যন্ত সময় ব্যবধানকে প্রাসের বিচরণকাল বলে।

■ একটি ক্ষেপণাস্ত্রের সর্বাধিক পাল-1 1000km এর অর্থ হলো ক্ষেপণাস্ত্রটিকে ভূমির সাথে 45° কোণে নিষ্ক্ষেপ করা হলে এটি অনুভূমিক বরাবর 1000km দূরত্ব অতিক্রম করবে এবং অপর কোনো কোণে নিষ্ক্ষেপ করলে অনুভূমিক বরাবর 1000km অপেক্ষা কম দূরত্ব অতিক্রম করবে।

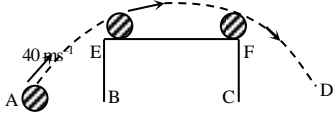
■ দেওয়া আছে, গুলির নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 50 \text{ ms}^{-1}$ এবং নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 50^\circ$

$$\text{আমরা জানি, } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} = \frac{(50 \text{ ms}^{-1})^2 (\sin 50^\circ)^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 74.85 \text{ m (Ans)}$$

■ মনে করি, গুলিটি t সময়ে x = 200m অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করবে।

$$\therefore x = v_0 \cos \theta_0 t = 48.67 \text{ m} \neq 50 \text{ m}$$

সুতরাং গুলিটি টার্গেটে আঘাত করবেনা।



চিত্রে A থেকে E পর্যন্ত যাওয়ার সময় 2s, EF পর্যন্ত যেতে সময় 2s, F থেকে D পর্যন্ত আসতে সময় 2s। [ঢাকা মহানগর মহিলা কলেজ]

- ক. প্রাস এর গতিপথ কি ধরনের জ্যামিতিক আকার? ১
- খ. দুটি ভেক্টর একটি সামান্দ্রিকের দুটি সন্নিহিত বাহু হলে ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ পরিবর্তনে সামান্দ্রিকের ক্ষেত্রফল পরিবর্তিত হবে। গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও। ২
- গ. চিত্রে EF এর মান কত হবে? ৩
- ঘ. চিত্র হতে CF এবং ED এর মান নির্ণয় কর। এবং পতনের সময় বাড়লে FD এর মান বাড়ত সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

■ প্রাস এর গতিপথ প্যারাবোলা বা পরাবৃত্ত আকৃতির।

■ দুটি ভেক্টর $\vec{P} \times \vec{Q} = PQ \sin \alpha \hat{n}$

P, Q, \hat{n} অপরিবর্তিত থাকায় অবস্থায়, ক্ষেত্রফল α , $\sin \alpha$ অর্থাৎ ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ পরিবর্তনে সামান্দ্রিকের ক্ষেত্রফল পরিবর্তিত হবে।

■ দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 40 \text{ ms}^{-1}$ এবং নিষ্ক্ষেপণ কোণ, α উড্ডয়নকাল, $T = 2s + 2s + 2s = 6 \text{ sec}$ বা, $\alpha = \sin^{-1} (0.735) = 47.3^\circ$

∴ EF = পরবর্তী 2 sec-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব = প্রথম 2 sec-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব = 54.25m কারণ অনুভূমিক বরাবর বেগের উপাংশের পরিবর্তন ঘটে না। (Ans.)

$$CF = (t = 4s) \text{ সময়কালে অতিক্রান্ত উচ্চতা, } h = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$= 40 \text{ ms}^{-1} \times \sin 47.3^\circ \times 4s - \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (4s)^2$$

$$= 39.19 \text{ m}$$

CD = 2 sec সময়কালে অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব = 54.25m

পতনের সময় বাড়লে, যেমন F হতে D তে আসলে $t = 3 \text{ sec}$ সময় লাগলে $CD = v_0 \cos \theta_0 \times 3 \text{ sec} = 40 \text{ ms}^{-1} \times \cos 47.3^\circ \times 3 \text{ sec} = 81.38 \text{ m}$

সুতরাং পতনের সময় বাড়লে CD এর মান বাড়তো।

■ একটি ফুটবলকে 30m উঁচু বিল্ডিং এর ছাদ থেকে 24.5ms⁻¹ বেগে ভূমির সাথে 30° কোণে কিক দেওয়া হলো। [ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

- ক. বলের ঘাত কী? ১
- খ. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য কেন? ২
- গ. 2s পরে ফুটবলটির বেগের মান কত? ৩
- ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, ফুটবলটি ভূমিতে আঘাত করার পূর্বে অতিক্রান্ত দূরত্ব এর অনুভূমিক পাল-1 অপেক্ষা বড়। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

■ কোন বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ঐ বলের ঘাত বলে।

■ যখন কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন যে বল সর্বদা বস্তুর ওপর বৃত্তের কেন্দ্র অভিমুখে ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল রাখে তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে। আবার, আমরা জানি বল ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত বস্তুর সরণের অভিমুখ বৃত্তের পরিধির উপর স্পর্শক বরাবর। সুতরাং এক্ষেত্রে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° অর্থাৎ বলের দিকে সরণের কোন উপাংশ থাকে না। তাই কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

■ 2 sec পরে অনুভূমিক বেগ,

$$v_x = u \cos \alpha = (24.5 \text{ ms}^{-1}) \cos 30^\circ = 20.78 \text{ ms}^{-1}$$

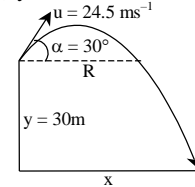
2 sec পরে উল-স্র বেগ,

$$v_y = u \sin \alpha - g t = 22.04 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

■ এখানে, আদি বেগ, $u = 24.5 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\alpha = 30^\circ$

উচ্চতা, $y = 30 \text{ m}$



$$\text{আমরা জানি, অনুভূমিক পাল-1, } R = \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{g} = \frac{(24.5 \text{ ms}^{-1})^2 \times (\sin 30^\circ)^2}{9.8 \text{ ms}^{-2}} = 15.3125 \text{ m.}$$

∴ ভূমিতে আঘাত করার পূর্বে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$x = u \cos \alpha t = (24.5 \text{ ms}^{-1}) \cdot (\cos 30^\circ) \cdot (4.022 \text{ sec}) = 85.34 \text{ m}$$

অর্থাৎ, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, $x > R$

টঙ্গন নদীতে স্রোতের বেগ 50.0kmh^{-1} । এপার থেকে সোজা ওপারে যেতে ইচ্ছুক একজন মাঝি 60.0kmh^{-1} বেগে নৌকা চালিয়ে ওপারে যেতে চাইলেন কিন্তু তিনি কাস্তিত লক্ষ্য হতে 0.5km দূরে সরে গিয়ে— কোনাকুনি নদীপার হলেন।

[ঠাকুরগাঁও সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে? ১
খ. ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়ার হাতটাকে পিছনে টেনে নেয় কেন? ২
গ. উদ্দীপকে নদীটির প্রস্থ কত? ৩
ঘ. উল্লেখিত বেগে মাঝির পক্ষে কি আড়াআড়ি নদীর অপর পাড়ে পৌছা সম্ভব? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

যখন কোন বস্তু একটি বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন ঐ বৃত্তের কেন্দ্র অভিমুখে যে নিট বল ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল রাখে তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।

গতিশীল বলকে থামাতে হলে বলের গতি জড়তার কারণে বলটি তার গতির দিকেই চলতে থাকবে। সেই গতি জড়তা কাটানোর জন্য খেলোয়ার হাতকে পিছনে টেনে নিয়ে যায়। তাছাড়া হাত পিছনে টেনে নেয়ার কারণে বল ও হাতের মধ্যে সংঘর্ষের সময় অনেক বেড়ে যায়। ফলে বলের ঘাত বৃদ্ধি পায়। ফলে ভরবেগের পরিবর্তনও অনেক বেশি হয়। ফলশ্রুতিতে বলটি গতিশীল থেকে সহজেই স্থির হয় এবং ক্যাচ মিস হবার সুযোগ কম থাকে। এ কারণেই ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়ার হাতটাকে পিছনে টেনে নেয়।

নদীর পাড় বরাবর 0.5 km যায়।

নদীর পাড় বরাবর বেগ 3 kmh^{-1}
 $= 0.833\text{ km (Ans.)}$

ধরি, আড়াআড়ি নদী পাড় হবার জন্য স্রোতের সাথে α কোণে রওনা দেওয়া লাগবে।

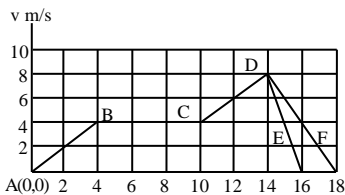
এক্ষেত্রে, স্রোতের সাথে লব্ধির কোণ $90^\circ =$ হবে।

$$\text{সুতরাং, } \tan 90^\circ = \frac{5 \sin \alpha}{3 + 5 \cos \alpha}$$

$$= 126.87^\circ$$

সুতরাং, যদি সে 126.87° কোণে রওনা দেয়, তবে আড়াআড়িভাবে পৌছাতে পারবে।

অভি ও আরিক 1000kg একটি গাড়ীতে চড়ে ভ্রমণ করছিল। গাড়ীর গতিবেগ সময়ের সাথে কিভাবে পরিবর্তিত হচ্ছিল তা নিচের লেখচিত্রে দেখানো হলো এখানে ঘর্ষণ বল উপেক্ষীয়। অভি আরিককে বলছিল লেখচিত্রে DE রেখা অপেক্ষা DF পথে কম ব্রেক করতে হবে।



[ঠাকুরগাঁও সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? ১
খ. প্রাসের ক্ষেত্রে 45° কোণে নিক্ষেপ করলে পাল-১ সর্বোচ্চ হয় কেন? ২
গ. গাড়ীটি 12 তম সেকেন্ডে কত পথ যাবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে আরিকের কথার সত্যতা গাণিতিকভাবে প্রমাণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোন বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টর দিয়ে নির্দেশ করা হয় তাকে ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর বলে।

আমরা জানি, প্রাসের পাল-১, $R = \frac{v_o^2 \sin 2\theta}{g}$,
যেখানে θ নিক্ষেপণ কোণ। R এর মান সর্বাধিক হবে যদি $\sin 2\theta$ এর মান সর্বাধিক হয়। যদি নিক্ষেপণ কোণ 45° হয় তবে $\sin 2\theta$ এর মান হয় $\sin (2 \times 45^\circ) = \sin 90^\circ = 1$, যা $\sin 2\theta$ এর সর্বাধিক মান। এ কারণেই পাল-১ সর্বাধিক হয়।

আমরা জানি, t তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_t = u + \frac{1}{2} a (2t - 1)$$

এখানে, চিত্র হতে পাই,

আদিবেগ, $u = 0$

সময়, $t = 12\text{s}$

অর্থাৎ, 12 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_{12} = 0 + \frac{1}{2} \times 1 \text{ ms}^{-2} \times (2 \times 12 - 1)$$

$$= 11.5 \text{ m (Ans.)}$$

আমরা জানি, ব্রেক কষতে প্রযুক্ত বল, $F = ma$

এখানে, ভর, $m = 1000\text{ kg}$

DE পথের ত্বরণ, $a_{DE} = DE$ রেখাংশের ঢাল

$$= \frac{8}{16 - 14}$$

$$= -4 \text{ ms}^{-2}$$

[ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা মন্দন বুঝানো হয়েছে]

DF পথের ত্বরণ, $a_{DF} = DF$ রেখাংশের ঢাল

$$= -\frac{8}{18 - 14}$$

$$= -2 \text{ ms}^{-2}$$

[ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা মন্দন বুঝানো হয়েছে]

যেহেতু, $F_{DF} < F_{DE}$

অতএব, DE রেখা অপেক্ষা DF পথে কম ব্রেক কষতে হবে এবং অভির কথা সত্য ছিল।

বিশ্বকাপে অস্ট্রেলিয়ার এক ব্যাটসম্যান 40° কোণে 30ms^{-1} বেগে একটি বলকে সীমানার বাইরে পাঠানোর জন্য সজোরে ব্যাট চালানো। একটু পরে একই স্থান হতে ইংল্যান্ডের এক ব্যাটসম্যান 30° কোণে ও 40ms^{-1} বেগে ব্যাট দ্বারা বলকে আঘাত করলো। বৃত্তাকার মাঠের সীমানা সর্বদিকে 70m এবং উভয়ক্ষেত্রে বলটি সীমানার প্রান্তে দাঁড়ানো বিপক্ষ দলের ফিল্ডারের দিকেই ছুটে গেল। কিন্তু উভয় ফিল্ডারই মাটি হতে সর্বোচ্চ 3m উচ্চতার ক্যাচ ধরতে পারে।

[সরকারি পাইওনিয়ার মহিলা কলেজ, খুলনা]

- ক. কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? ১
খ. কোন ক্ষেত্রে শূন্য কাজ হয়- ব্যাখ্যা কর। ২
গ. অস্ট্রেলীয় ব্যাটসম্যানের নিক্ষেপ্ত বলটি সর্বাধিক কত উচ্চতায় উঠেছিল? ৩
ঘ. কোন ব্যাটসম্যান সফলভাবে ওভার বাউন্ডারি মেরেছিলেন তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ভর এবং কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

■ কাজ হচ্ছে বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। সুতরাং, বলের দিকে সরণের উপাংশ শূন্য হলে কাজ শূন্য হবে।

■ আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{সর্বোচ্চ উচ্চতা, } H &= \frac{u^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ &= \frac{(30 \text{ ms}^{-1})^2 \times (\sin 40^\circ)^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 18.97 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

অস্ট্রেলিয়া ব্যাটসম্যানের ক্ষেত্রে,
নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\alpha = 40^\circ$
নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $u = 30 \text{ ms}^{-1}$
সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = ?$

■ এখানে, অস্ট্রেলীয় খেলোয়াড়ের ক্ষেত্রে, $\alpha_1 = 40^\circ$

$$u_1 = 30 \text{ ms}^{-1}$$

অস্ট্রেলীয় খেলোয়াড়ের ক্ষেত্রে,

$$= 20.41 \text{ m}$$

যেহেতু উভয়ক্ষেত্রেই 70m দূরে বলের উচ্চতা মাটি থেকে 3m এর বেশি,

সুতরাং, দুজন খেলোয়াড়ের বলটি বাউন্ডারীতে পরিণত হবে।

■ ইরাক যুদ্ধে 500m উঁচু দিয়ে 98.8 ms^{-1} বেগে ফরাসী জাওয়ার বিমান উড়তে থাকে। 890m সামনে 100 m উঁচু একটি অর্যারলেস সেন্টারের শীর্ষে আঘাত করার লক্ষ্যে চালক একটি বোমা ছেড়ে দেয় এবং তা লক্ষ্যভ্রষ্ট হয়।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, জাহানাবাদ, খুলনা]

- ক. মহাকর্ষ প্রবলের মাত্রা লিখ। ১
- খ. ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তি বেগ 22.5405 kms^{-1} বলতে কি বুঝ? ২
- গ. 4 sec পর বোমার বেগ কত ছিল? তা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. লক্ষ্য অর্জনের জন্য কি ব্যবস্থা গ্রহণের ছিল গাণিতিক ভাবে মতামত দাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

■ মহাকর্ষ প্রবলের মাত্রা $L^3 M^{-1} T^{-2}$ ।

■ ভূপৃষ্ঠে মুক্তি বেগ 11.25 kms^{-1} বলতে বুঝায় ভূপৃষ্ঠ হতে 11.25 kms^{-1} বেগে কোনো বস্তুকে নিষ্ক্ষেপ করা হলে এটি পৃথিবীর অভিকর্ষজনিত আকর্ষণ বল কাটিয়ে মহাশূন্যে চলে যাবে এবং আর কখনোই ফিরে আসবে না।

■ দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 98.8 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 0^\circ$

$$= \sqrt{(98.8 \text{ ms}^{-1})^2 + (19.6 \text{ ms}^{-1})^2} = 100.73 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

■ অতিক্রান্ত উচ্চতা, $h = 500 \text{ m} - 100 \text{ m} = 400 \text{ m}$

অনুভূমিকভাবে নিষ্ক্ষেপের ফলে এই উচ্চতা অতিক্রমে t পরিমাণ সময়

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

কিন্তু লক্ষ্য অর্জনের জন্য অতীষ্ট পতনকাল,

অতীষ্ট অনুভূমিক দূরত্ব

$$t' = \frac{\text{নিষ্ক্ষেপণ বেগের অনুভূমিক উপাংশ}}{g} =$$

$$\begin{aligned} &= \frac{890 \text{ m}}{98.8 \text{ ms}^{-1} \times \cos 0^\circ} \\ &= 9.00 \text{ s} \end{aligned}$$

লক্ষ্য করি, t' এর মান t এর মান অপেক্ষা সামান্য কম।

সুতরাং বোমাটিকে অনুভূমিকভাবে নয়, বরং অনুভূমিকের সাথে সামান্য কোণ (θ_0) উৎপন্ন করে নিচের দিকে ছুঁড়তে হবে।

$$\text{তাহলে, } h = v_0 \sin \theta_0 t' + \frac{1}{2} g t'^2$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } 400 \text{ m} &= 98.8 \text{ ms}^{-1} \times \sin \theta_0 \times 9.00 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (9.00 \text{ s})^2 \\ &= 400 \text{ m} = 890 \text{ m} \times \sin \theta_0 + 397.606 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{বা, } 890 \text{ m} \times \sin \theta_0 = 400 \text{ m} - 397.606 \text{ m} = 2.394 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_0 = \frac{2.394 \text{ m}}{890 \text{ m}} = 2.69 \times 10^{-3}$$

$$\therefore \theta_0 = \sin^{-1} (2.69 \times 10^{-3}) = 0.154^\circ$$

সুতরাং লক্ষ্য অর্জনের জন্য বোমাটি অনুভূমিকের সাথে 0.154° কোণ উৎপন্ন করে নিচের দিকে ছুঁড়তে হবে।

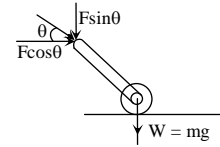
■ আপন তাদের আম গাছ থেকে আম পাড়ার উদ্দেশ্যে ভূমি থেকে 40 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 41° কোণে একটি টিল ছুড়ল। কিন্তু টিলটি লক্ষ্যভ্রষ্ট হয়ে 60 cm দূরে তাদের বাসার জানালায় নিচের কাছে গিয়ে আঘাত করল। [সরকারি এম. এম. কলেজ, যশোর]

- ক. কার্ল কী? ১
- খ. রোলার ঠেলার সময় আপাত ওজন বেড়ে যায় কেন? ২
- গ. আপনদের বাসার জানালাটির আঘাতপ্রাপ্ত স্থানটি কত উচ্চতায় অবস্থিত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের টিলটির গতিপথ অংকন করে উহার বিশেষ-মণ কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

■ অপারেটর \vec{v} এবং \vec{v} এর ক্রস বা ভেক্টর গুণন দ্বারা তাৎক্ষণিকভাবে ঘূর্ণন অক্ষের দিকে একটি ভেক্টর পাওয়া যায়। এ জাতীয় গুণকে কার্ল বলে।

■ ঠেলার সময় :



ধরি, লন রোলারের ভর = m

$$\therefore \text{লন রোলারের ওজন} = mg$$

লন রোলারের ঠেলার সময় F বল প্রয়োগ করা হলে θ কোণে ভূমির সাথে, তা দুইটি উপাংশে বিভক্ত হয় যার একটি $F \sin \theta$ ওজন বরাবর কাজ করে।

$$\therefore \text{আপতিত ওজন} = w + F \sin \theta$$

এজন্য লন রোলার ঠেলার সময় ওজন বেড়ে যায়।

■ আমরা জানি

$$y = x \tan \theta_0 - \frac{1}{2} \frac{g x^2}{(v_0 \cos \theta_0)^2}$$

$$= 0.6 \times \tan 30^\circ - \frac{1}{2}$$

$$\begin{aligned} &\frac{9.8 \text{ ms}^{-2} \times (.6 \text{ m})^2}{(30 \text{ ms}^{-1} \cdot \cos 30^\circ)^2} \\ &= 0.35 \text{ m} - 2.61 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &= 0.34 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{দেয়ালের উচ্চতা} = 34 \text{ cm.}$$

জানালাটির আঘাত প্রাপ্ত স্থানটি 34 cm উচ্চতায় অবস্থিত।

■ এখানে,

$$\text{নিষ্ক্ষেপণ বেগ, } v_0 = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{নিষ্ক্ষেপণ কোণ, } \theta_0 = 30^\circ$$

টিলটির গতিপথ অংকন করতে সর্বাধিক উচ্চতা H , অনুভূমিক পাল- R এবং উড্ডয়নকাল T প্রয়োজন।

$$\therefore H = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g}$$

এখানে,

$$\text{নিষ্ক্ষেপণ বেগ, } v_0 = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{নিষ্ক্ষেপণ কোণ, } \theta_0 = 30^\circ$$

$$\text{অনুভূমিক দূরত্ব, } x = 60 \text{ cm} \\ = 0.6 \text{ m}$$

$$\therefore \text{উচ্চতা, } y = ?$$

$$= \frac{(30 \times \sin 30^\circ)^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 11.48 \text{ m}$$

আবাহনী মোহামেডান ম্যাচে একদিন আসলাম ভূমির সাথে 45° কোণে 84 ms⁻¹ বেগে গোলপোস্টের দিকে বল কিক করে। বল হতে গোলপোস্টের দূরত্ব ছিল 82 m এবং গোলবারের উচ্চতা ছিল 2 m। গোলকিপার যে দিকে হেলে পড়ে বলটি তার বিপরীত দিক দিয়ে যায়। [সরকারি সুন্দরবন আদর্শ কলেজ, খুলনা]

- ক. টর্ক কী? ১
খ. ভূমি হতে তীর্যকভাবে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর অনুভূমিক ত্বরণ থাকে না কেন? ২
গ. কিক করার ১ সেকেন্ড পরে বলটির বেগ কত ছিল? ৩
ঘ. আসলামের কিক হতে গোল হয়েছিল কিনা-গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ঘূর্ণায়মান কোন কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং কণার ওপর প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে।

ভূমি হতে তীর্যকভাবে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে কেবলমাত্র উল্লম্ব দিক বরাবর ত্বরণ থাকে কেননা অভিকর্ষজ ত্বরণ খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে। অন্যদিকে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর অনুভূমিক বরাবর কোন উপাংশ থাকে না বলে ভূমি হতে তীর্যকভাবে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর অনুভূমিক ত্বরণ থাকে না।

এখানে, ভূমির সাথে উৎপন্ন কোণ, $\alpha = 45^\circ$

আদিবেগ, $u = 13 \text{ ms}^{-1}$

সময়, $t = 1 \text{ s}$

কিক করার 1s পরে বলটির বেগের অনুভূমিক উপাংশ,

$$v_x = u \cos \alpha$$

$$= (13 \text{ ms}^{-1}) \times \cos 45^\circ$$

$$= 9.21 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে, ভূমির সাথে উৎপন্ন কোণ, $\alpha = 45^\circ$

আদি বেগ, $u = 13 \text{ ms}^{-1}$

গোলপোস্টের দূরত্ব, $x = 15 \text{ m}$

গোলবারের উচ্চতা, $y = 2 \text{ m}$

আমরা জানি,

$$x = u \cos \alpha t$$

$$\text{বা, } 15 \text{ m} = (13 \text{ ms}^{-1}) \times \cos 45^\circ \times t$$

$$\therefore 1.63 \text{ s পরে বলটির ভূমি থেকে } 1.965 \text{ m উচ্চতায় থাকে এবং গোলবারের উচ্চতা } 2 \text{ m।}$$

অর্থাৎ, বলা যায়, আসলামের কিক হতে গোল হয়েছিল। (Ans.)

ক্রিকেট খেলায় T-20 ম্যাচের এক শ্বাসরুদ্ধকর ইনিংসে জয়ের জন্য শেষ বলে প্রয়োজন ছিল 6 রান। ব্যাটসম্যান বলটিকে 45° কোণে 29 ms⁻¹ বেগে আঘাত করলেন। স্ট্রাইকিং প্রান্ড থেকে বাউন্সারী লাইনের দূরত্ব 85 m। 82 m দূরে অবস্থান নেয়া ফিল্ডার বলটিকে ধরার জন্য 3 m উচ্চতায় লাফ দিলেন। [সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

- ক. প্রক্ষেপক কী? ১
খ. ক্রিকেট ব্যাট ও বলের সংঘর্ষ কোন ধরনের সংঘর্ষ? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. 2sec. পর ক্রিকেট বলটি কত উচ্চতায় উঠবে? ৩
ঘ. ম্যাচের ফলাফল মূল্যায়ন কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

কোন বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে তীর্যকভাবে কোন স্থানে নিষ্ক্ষেপ করা হলে তাকে প্রাস বা প্রক্ষেপক বলে।

খুব অল্প সময়ের জন্য যে বল প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে। ক্রিকেট ব্যাট ও বলের সংঘর্ষ ঘাত বলের বাস্ফর উদাহরণ। কেননা ব্যাট দ্বারা বলের উপর বল খুব অল্প সময়ের জন্য প্রযুক্ত হয়। যে সময় ধরে ক্রিকেট ব্যাট বলটির সংস্পর্শে থাকে, সে সময়ে ব্যাট কর্তৃক প্রযুক্ত বল ঐ বলটির উপর ক্রিয়াশীল অন্যান্য সব বলের তুলনায় বড় হয়। ক্রিকেট ব্যাট কর্তৃক প্রযুক্ত এরূপ বলকে ঘাত বল বলা হয়।

আমরা জানি,

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

$$= 21.42 \text{ m}$$

এখানে,

সময়, $t = 2 \text{ sec}$

আদিবেগ, $v_0 = 29 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপ কোণ, $\theta_0 = 45^\circ$

উচ্চতা $h = ?$

$$\therefore 2 \text{ sec পর বলটির উচ্চতা} = 21.42 \text{ m (Ans)}$$

আমরা জানি নির্দিষ্ট দূরত্বে উচ্চতার জন্য

$$\frac{1}{2} \times \frac{9.8 \text{ ms}^{-2} \times (82)^2}{(29 \text{ ms}^{-1} \times \cos 45^\circ)^2}$$

$$= 3.64 \text{ m}$$

$$\therefore \text{ফিল্ডার বলটি ধরার জন্য } 3 \text{ m উচ্চতা পর্যন্ত লাফ দিয়েছিল।}$$

অতএব ফিল্ডার ধরতে ক্যাচ ধরতে পাবে না।

যেহেতু স্ট্রাইকিং প্রান্ড থেকে বাউন্সারীর দূরত্ব 85 m, অতএব বলটি বাউন্সারী লাইন পার করবে অর্থাৎ 6 রান হবে।

ফলশ্রুতিতে ব্যাটিং দল জয়লাভ করবে।

একটি রাইফেল 520 m/s এবং একটি রিভলবার 480 m/s বেগে গুলি ছুড়তে পারে। দেখা গেল, রাইফেলের ছোড়া গুলি 4 cm পুরস্কেতের একটি কাঠের তক্তার ভিতর 3 cm প্রবেশ করে অর্ধেক বেগ হারালে। [বরিশাল সরকারি কলেজ]

ক. সমবেগ কাকে বলে? ১

খ. মন্দনের সাথে বেগের সম্পর্কের সমীকরণটি লিখ। ২

গ. কাঠের তক্তার ভিতর রাইফেল হতে ছোড়া গুলি বেগ হার কত ছিল? ৩

ঘ. কাঠের তক্তার ভিতর রিভলবারের গুলি একই হারে বেগ হারালে রিভলবারের গুলি কি রাইফেলের গুলির সমান সংখ্যক একই পুরস্কেতের তক্তা ভেদ করবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

সময়ের পরিবর্তনের সাথে কোন বস্তুর বেগ যদি অপরিবর্তিত থাকে তাহলে তার বেগকে সমবেগ বলে।

কোন বস্তুর বেগ-হাসের হারকে মন্দন বলে। অর্থাৎ, মন্দন $a = -\frac{dv}{dt}$ ।

কোন বস্তুর আদিবেগ u , শেষবেগ v ও সময় t হলে, মন্দন $a = -\left(\frac{v-u}{t}\right)$ ।

দেওয়া আছে,

রাইফেলের গুলির আদিবেগ, $u = 300 \text{ m/s}$

$$\therefore a = 1125000 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

রাইফেলের গুলির ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u = 300 \text{ m/s}$

শেষবেগ, $v = 0$

ত্বরণ, $a = -1.125 \times 10^6 \text{ m/s}^2$

সরণ, $s = ?$

$$\therefore v^2 = u^2 + 2as$$

$$\text{বা, } s = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{0 - (300)^2}{2 \times (-1.125 \times 10^6)} \text{ m} = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$$

$$\text{এখানে, } \frac{10.24 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 2.56$$

অর্থাৎ, রিভলবারের গুলি, দুটি তক্তাকে ভেদ করে তৃতীয় তক্তাতে প্রবেশ করবে।

সুতরাং, রাইফেল ও রিভলবারের গুলি সমান সংখ্যক তক্তা অতিক্রম করবে না।

কৌশিক ও সৌমিক কলেজের ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় 1.4m উচ্চতা 82ms⁻¹ বেগে গোলক নিক্ষেপ করে। কৌশিকের গোলক অনুভূমিকের সাথে 52° কোণে আর সৌমিকের গোলক অনুভূমিকের সাথে 50° কোণে নিক্ষিপ্ত হয়। ইম্পাহানি পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, কুমিল-৷

- ক. প্রাস কাকে বলে? ১
খ. প্রাসের বিচরণকাল বলতে কী বুঝ? ২
গ. সৌমিকের গোলকের সর্বাধিক উচ্চতা কত? ৩
ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও, কৌশিক ও সৌমিকের গোলকের মধ্যে কোনটি বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

অনুভূমিকের সাথে 90° ভিন্ন অপর কোনো কোণে নিক্ষিপ্ত বস্তু বাধাহীনভাবে চলতে থাকলে তাকে প্রাস বলে।

নিষ্ক্ষেপণের পর যতক্ষণ সময় ধরে একটি প্রাস স্বাধীনভাবে চলতে থাকে, তাকে প্রাসের বিচরণকাল বলে।

অনুভূমিকের সাথে 0° এবং 90° বাদে অপর কোনো কোণে নিক্ষিপ্ত প্রাসের বিচরণকাল, $T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$; এখানে θ_0 হলো নিষ্ক্ষেপণ কোণ এবং g হলো সংশ্লিষ্ট স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ।

দেওয়া আছে, সৌমিকের গোলকের নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 10 \text{ ms}^{-1}$ এবং নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 50^\circ$

$$= 1.4\text{m} + 2.99\text{m} = 4.394\text{m} \text{ (Ans.)}$$

কৌশিকের গোলক ভূমিতে নেমে আসতে t পরিমাণ সময় নিলে,

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

$$\therefore t = 1.5 \text{ sec}$$

এই সময়কালে কৌশিকের গোলক কর্তৃক অনুভূমিকভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব $= v_0 \cos \theta_0 t = 10 \cos 40^\circ \times 1.5 = 11.49 \text{ m}$

সৌমিকের গোলক ভূমিতে নেমে আসতে t' পরিমাণ সময় নিলে,

$$\therefore \text{এই সময়কালে সৌমিকের গোলক কর্তৃক অনুভূমিকভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব} = v_0 \cos \theta_0 t' = 10 \cos 50^\circ \times 1.73 = 11.12 \text{ m}$$

$$\text{যেহেতু } 11.49 \text{ m} > 11.12 \text{ m}$$

সুতরাং কৌশিকের গোলকটি বেশি দূরত্ব অতিক্রান্ত করবে।

জামিল Airgun হতে 40ms⁻¹ বেগে 45° কোণে 140m দূরে একটি ভবনের দিকে গুলি চালানো। ভবনের উচ্চতা 20 m নিম্নের প্রশ্নের উত্তর কর: ($g = 10\text{ms}^{-2}$) ইম্পাহানি পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, চট্টগ্রাম/

- ক. প্রাস কি? ১
খ. প্রাসের গতিপথের প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ২
গ. গুলি পাল-৷ কত? ৩
ঘ. গুলিটি কি ভবনে আঘাত করবে? গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

অনুভূমিকের সাথে 90° ভিন্ন অপর কোনো কোণে নিক্ষিপ্ত বস্তু বাধাহীনভাবে চলতে থাকলে একে প্রাস বলে।

মনে করি, একটি প্রাসের নিষ্ক্ষেপণ বেগ v_0 এবং নিষ্ক্ষেপণ কোণ θ_0 নিষ্ক্ষেপণের t sec পর এর অনুভূমিক দূরত্ব $x = v_0 \sin \theta_0 t$

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

দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 40\text{ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 45^\circ$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 10\text{ms}^{-2}$

(Ans.)

$x = 140 \text{ m}$ পরিমাণ অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করতে গুলিটির

$$\text{সময় লাগবে, } t = \frac{x}{v_0 \cos \theta_0} = 4.95 \text{ sec}$$

$$= 17.5 \text{ m} < 20 \text{ m} \text{ (ভবনের উচ্চতা)}$$

$t = 4.95 \text{ sec}$ মুহূর্তে গুলিটির উচ্চতা ভবনের উচ্চতা হতে কম হওয়ায় ইহা সুস্পষ্ট যে, গুলিটি ভবনে আঘাত করবে।

বন্যা দূর্গত এলাকায় ত্রাণ পৌঁছে দেয়ার জন্য একজন পাইলট ভূমি থেকে 490m উপর দিয়ে 250ms⁻¹ বেগে অনুভূমিক ভাবে উড়োজাহাজ চালিয়ে যাচ্ছে। হঠাৎ 2km দূরে একটি উচ্চ ত্রাণ শিবির দেখে কিছু খাবারের প্যাকেট ছেড়ে দিল। (বাতাসের বাধা গ্রহণযোগ্য নয়)। [বরিশাল সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? ১
খ. গ্রেডিয়েন্ট ও ডাইভারজেন্সের মধ্যে পার্থক্য কর। ২
গ. 1.25s পরে খাবার প্যাকেটের বেগ কত হবে? ৩
ঘ. প্যাকেটটি ত্রাণ শিবিরে পৌঁছাবে কিনা ব্যাখ্যা কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

যে ভেক্টরের সাহায্যে কোন বিন্দু অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

গ্রেডিয়েন্ট ও ডাইভারজেন্সের মধ্যে পার্থক্য:

গ্রেডিয়েন্ট	ডাইভারজেন্স
i) গ্রেডিয়েন্ট একটি স্কেলার রাশি।	i) ডাইভারজেন্স একটি ভেক্টর রাশি।
ii) স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্রে উত্তরনের কৌশলই হচ্ছে স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় করা।	ii) ডাইভারজেন্সের মাধ্যমে একটি ভেক্টর ক্ষেত্রকে স্কেলারে ক্ষেত্রে রূপান্তর করা যায়।

দেওয়া আছে,

খাবারের প্যাকেটের আদিবেগ, $v_0 = 250 \text{ ms}^{-1}$

উচ্চতা, $h = 490 \text{ m}$

সময়, $t = 1.253$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 0^\circ$

1.25 sec পর বেগ, $v = ?$

x অক্ষ বরাবর ত্বরণ, $a_x = 0 \text{ ms}^{-2}$

y অক্ষ বরাবর ত্বরণ, $a_y = g \text{ ms}^{-2}$

আবার, $v_y = v_{y0} + a_y t$

$$\text{বা, } v_y = v_0 \times \sin \theta_0 + g t$$

$$\text{বা, } v_y = v_0 \times \sin 0^\circ + 9.8 \times 1.25$$

$$\therefore v_y = 12.25 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 1.25 \text{ s পর খাবারের প্যাকেটের বেগ } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(250)^2 + (12.25)^2} \therefore v = 250.2999 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে, উড়োজাহাজের উচ্চতা, $h = 490 \text{ m}$

উড়োজাহাজের/প্যাকেটের আদিবেগ, $v_0 = 250\text{ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 0^\circ$

ত্রাণ শিবিরের অনুভূমিক দূরত্ব, $s = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$

মনে করি, খাবারের প্যাকেট t sec পর ভূমিতে পতিত হয়।

আমরা জানি,

$$h = v_{y0} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$\text{বা, } 490 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\therefore t = 10 \text{ sec.}$$

$\therefore t = 10 \text{ sec}$ এ খাবারের প্যাকেটের অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব

$$\begin{aligned} s &= v_{x0} t \\ &= v_0 \cos \theta_0 t \\ &= 250 \times \cos 0^\circ \times 10 \\ &= 2500 \text{ m} \\ &= 2.5 \text{ km} > 2 \text{ km} \end{aligned}$$

সুতরাং, খাবারের প্যাকেট ত্রাণ শিবির অতিক্রম করে ভূমিতে পতিত হবে। তাই খাবারের প্যাকেট ত্রাণ শিবিরে পৌঁছবে না।

55kg ভরের এক ব্যক্তি 1000kg একটি গাড়ি স্থির অবস্থান হতে 10s সমত্বরণে চালান। অতঃপর 10min সমবেগে চালানোর পর ব্রেক চেপে 3 সেকেন্ড সময়ের মধ্য গাড়ি থামান। যাত্রা শুরু 3 সেকেন্ড পর গাড়িটির বেগ 5ms⁻¹ হয়। গাইবান্ধা সরকারি কলেজ/

ক. জটিল গতির সংজ্ঞা দাও। ১

খ. সরণ বনাম সময় লেখচিত্র হতে কিভাবে বেগ পাওয়া যায়। ২

- গ. সমবেগে গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩
 ঘ. যাত্রাশ্রল হতে 14km দূরে একটি দেয়াল থাকলে গাড়িটি দেয়ালের সাথে ধাক্কা খাবে কিনা? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

■ যদি কোনো বস্তু একই সাথে চলন গতি এবং ঘূর্ণন গতি সম্পন্ন হয় তাকে এর গতিকে জটিল গতি বলে।

■ বেগ হলো সময়ের সাপেক্ষে সরণের হার। সুতরাং সরণ বনাম সময় লেখের যেকোনো বিন্দুতে ঢাল নির্ণয় করলে ঐ বিন্দুতে বেগের মান পাওয়া যায়। সমবেগের ক্ষেত্রে নির্ণীত এ ঢাল যেকোনো বিন্দুর তথা যেকোনো মুহূর্তের বেগ নির্দেশ করে।

■ গাড়িটির আদিবেগ, $u = 0$

যাত্রা শুরু 3 sec পর গাড়িটির বেগ 5ms^{-1} হলে এর ত্বরণ, $a = \frac{5}{3} \text{ms}^{-2}$

∴ প্রথম 10 sec সময়াল্পে বেগ, $v = u + at = 0 + \frac{5}{3} \text{ms}^{-2} \times 10 \text{ sec}$
 $= 16.67\text{ms}^{-1}$

$= 16.67\text{ms}^{-1} \times 600 \text{ sec} = 10002 \text{ m} \approx 10000 \text{ m (Ans)}$

■ প্রথম 10 sec-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times \frac{5}{3} \times (10)^2 = 83.3\text{m}$

শেষ 3 sec-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_3 = \frac{u+v}{2}t$
 $= \frac{16.67\text{ms}^{-1} + 0\text{ms}^{-1}}{2} \times 3 \text{ sec}$
 $= 25 \text{ m}$

অতএব, যাত্রাশ্রল হতে 14km দূরে একটি দেয়াল থাকলে গাড়িটি দেয়ালের সাথে ধাক্কা খাবেনা।

■ ময়মনসিংহের টাউন হল থেকে থেমে থাকা একটি বাস চলতে শুরু করেছে দেখে একজন যাত্রী বাসটি ধরার উদ্দেশ্যে 25 m পিছন থেকে 10ms^{-1} বেগে দৌড় দিলেন। বাসটির সমত্বরণ ছিল 2ms^{-2}
 [সরকারি আশেক মাহমুদ কলেজ, জামালপুর]

- ক. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে? ১
 খ. বাঁকের মুখে রাস্তা কাত করে হেলানো থাকে - ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. 10sec পরে বাসটির বেগ কত হবে? ৩
 ঘ. যাত্রীটি বাসে উঠতে পেরেছিল কিনা- গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামত দাও। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

■ যে সংঘর্ষের ফলে সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ বস্তুসমূহের মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় তাকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

■ বাঁকের মুখে রাস্তা কাত করে হেলানো থাকে - যানবাহনকে প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল যোগান দেবার উদ্দেশ্যে।

যেকোনো বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে চাইলে বৃত্তের ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রের দিকে এর ওপর নির্দিষ্ট মানের বল প্রয়োগ করার প্রয়োজন হয় যা কেন্দ্রমুখী বল নামে পরিচিত। বাঁকের মুখে রাস্তা কাত করে হেলানো থাকলে ঐ স্থানে যানবাহন ভূমির ওপর তীর্থকভাবে বল প্রয়োগ করে। ফলে প্রতিক্রিয়া বলের দিকও হয় তীর্থকভাবে (বিপরীত দিকে)। প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক উপাংশ কেন্দ্রমুখী বলরূপে আচরণ করে।

■ দেওয়া আছে, বাসটির আদিবেগ, $u = 0 \text{ms}^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a = 2\text{ms}^{-2}$

সময়কাল, $t = 10 \text{ sec}$

$= 20 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans)}$

■ মনে করি, দৌড়ানো শুরুর করার t সময় পরে যাত্রীটি বাসটি ধরতে পেরেছিল।

সমাধানে t-এর বাস্তুজ মান পাওয়া গেলে বুঝা যাবে যে, যাত্রীটি বাসে উঠতে পেরেছিল।

t সময়ে যাত্রী কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = 10\text{ms}^{-1} \times t \text{ sec} = 10 t \text{ m}$

এবং বাস কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব $s_2 = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2 \text{ms}^{-2} \times (t \text{ sec})^2 = t^2 \text{ m}$$

যাত্রী বাসটিতে উঠতে হলে,

যাত্রীর অতিক্রান্ত দূরত্ব = বাসের অতিক্রান্ত দূরত্ব + 25 m
 সুতরাং যাত্রীটি বাসে উঠতে পেরেছিল।

■ কোন একটি বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে একটি নির্দিষ্ট কোণে ও নির্দিষ্ট বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। এর ফলে বস্তুটি 6.3 সেকেন্ড সময় ধরে বিচরণ করে এবং 49.53 m অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করে। [লায়ল স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

- ক. ব্যাসার্ধ ভেক্টর কাকে বলে। ১
 খ. বাঁকা পথে দ্রুতগামী গাড়ী উল্টে যায় কেন? ২
 গ. বস্তুটিকে কত কোণে নিক্ষেপ করা হয়েছিল? ৩
 ঘ. 4 সেকেন্ড পর বস্তুটির বেগ নির্ণয় করা সম্ভব কিনা গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

■ দ্বিমাত্রিক বা ত্রিমাত্রিক কার্টিসীয় স্থানাংক কাঠামোতে মূল বিন্দু হতে কোনো বিন্দুর অবস্থানের দূরত্বকে ব্যাসার্ধ ভেক্টর বলে।

■ বাঁকা পথে দ্রুত গতিতে মোড় নিতে চাইলে গাড়ীর ওপর বৃত্ত পথের কেন্দ্র বরাবর যথেষ্ট উচ্চমানের কেন্দ্রমুখী বল প্রয়োগ করা প্রয়োজন। এ বল যোগান দেয়ার উদ্দেশ্যে বাঁকা পথের রাস্তা বক্রাকারে করা হয়, অর্থাৎ রাস্তার ভেতরের প্রান্ত হতে বাইরের প্রান্ত কিছুটা উঁচু রাখা হয়। রাস্তার ব্যর্থকিং এর ওপর নির্ভর করে যানবাহনের সর্বোচ্চ গতিসীমা। কিন্তু কোনো ক্ষেত্রে রাস্তার ব্যর্থকিং কম হওয়া সত্ত্বেও যানবাহন দ্রুতগতিতে মোড় নিতে চাইলে অপর্যাপ্ত কেন্দ্রমুখী বলের দরশন তা মোড় নিতে না পেরে উল্টে যায়।

■ দেওয়া আছে, প্রাসের বিচরণকাল, $T = 6.3 \text{ sec}$

এবং অনুভূমিক পাল-1, $R = 89.53 \text{ m}$

বের করতে হবে, নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = ?$

নিক্ষেপণ বেগ v_0 হলে, $T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$ এবং $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$

$$\therefore \tan \theta_0 = \frac{T^2 g}{2R} = \frac{(6.3 \text{ sec})^2 \times 9.8 \text{ms}^{-2}}{2 \times 89.53 \text{ m}} = 2.17$$

$$\therefore \theta_0 = \tan^{-1}(2.17) = 65.3^\circ \text{ (Ans.)}$$

■ θ_0 এর মান T-এর সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$$T = \frac{2v_0 \sin 65.3^\circ}{g}$$

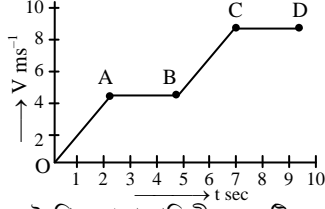
$$= 33.98\text{ms}^{-1} \times \cos 65.3^\circ = 14.2\text{ms}^{-1}$$

∴ নিক্ষেপণের 2 sec পর বস্তুটির বেগ নির্ণয় করা সম্ভব এবং উক্ত

বেগের মান, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

$$= \sqrt{(14.2 \text{ms}^{-1})^2 + (11.27 \text{ms}^{-1})^2}$$

$$= 18.13\text{ms}^{-1}$$



উপরের চিত্রে সরলরৈখিক পথে গতিশীল একটি বস্তুর সময়ের সাথে বেগের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

[আব্দুল কাদির মোল-১ সিটি কলেজ, নরসিংদী]

- ক. টর্ক কী? ১
- খ. ব্যাংকিং কোণের মান বাড়ালে রাস্তার বাঁকে গাড়ি চালানোর গতিসীমা বাড়ে কেন-ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্যানুযায়ী 7 sec সময়ে বস্তুর সরণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. OABCD লেখটি বর্ণনা কর এবং এই লেখচিত্রে প্রদত্ত তথ্য অনুযায়ী অবস্থান-সময় লেখচিত্র অঙ্কন কর। ৪

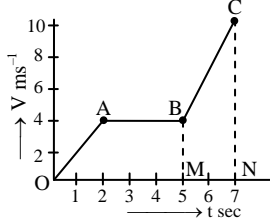
২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

■ ঘূর্ণায়মান কোন কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং কণার ওপর প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে।

■ আমরা জানি, গাড়ির গতিবেগ v , বাঁকের ব্যাসার্ধ r , অভিকর্ষজ ত্বরণ g এবং ব্যাংকিং কোণ θ হলে, $\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$

অর্থাৎ গাড়ির বেগ এবং ব্যাংকিং কোণের মধ্যে এই বর্গমূলের সমানুপাতিক সম্পর্কের জন্যই ব্যাংকিং কোণ বাড়লে রাস্তার বাঁকে গাড়ি চালানোর গতিসীমা বাড়ে।

■ প্রদত্ত চিত্র হতে 7 sec সময়ের জন্য পাই।



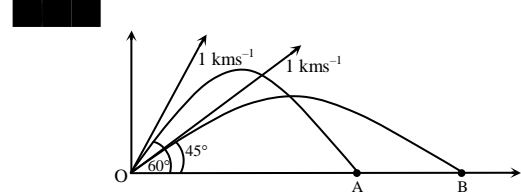
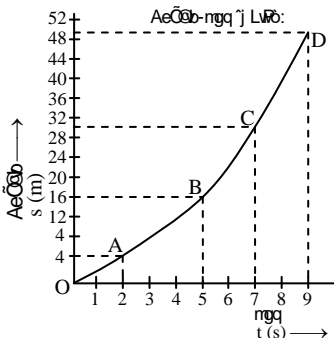
এখানে, 7 sec সময়ের জন্য বস্তুর সরণ হবে OABCNMO অংশের ক্ষেত্রফল।

∴ সরণ, $s = \text{OABCNMO এর ক্ষেত্রফল}$
 $= \text{OABM ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল} +$
 $\text{MBCN ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল}$

$= 30 \text{ m (Ans.)}$

■ এখানে,

OA অংশের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_{OA} = \frac{1}{2} \times 2 \times 4$
 $= 20 \text{ m (সমবেগ)}$



চিত্রে, O বিন্দু হতে দুটি বস্তুকে 1 km s^{-1} বেগে যথাক্রমে 45° ও 60° কোণে A ও B বিন্দুতে অঙ্কিত বস্তুকে লক্ষ্য করে নিক্ষেপ করা হল।

[মকবুলার রহমান সরকারি কলেজ, পঞ্চগড়]

- ক. কেন্দ্রমুখী ত্বরণ কাকে বলে? ১
- খ. রাস্তার বাঁকের মুখে রাস্তার এক পাশ উঁচু ও এক পাশ নিচু করে তৈরি করা হয় কেন? - ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতা কত? ৩
- ঘ. A ও B বিন্দুর মধ্যকার দূরত্ব 1000 m হলে, নিক্ষেপিত বস্তুগুলো উভয় লক্ষ্য বস্তুকে আঘাত করার সম্ভাবনা কিরূপ গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

■ কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরলে ঐ বৃত্তের কেন্দ্র বরাবর যে ত্বরণ অনুভব করে তাকে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ বলে।

■ কোন গাড়ি বৃত্তাকার পথে বাঁক নেবার সময় গতি জড়তার কারণে গাড়ি বক্রপথের স্পর্শক বরাবর চলে যাওয়ার প্রবণতা দেখায়, যা দূর্ঘটনা ঘটাতে পারে। এ দূর্ঘটনা এড়ানোর জন্য কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন হয় যা গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল যোগান দেয়। এ ঘর্ষণ বলের মান বাড়ানোর জন্য রাস্তার বাইরের প্রান্ত ভেতরের প্রান্তের চেয়ে কিছুটা কোণে তথা উঁচুতে থাকে। এই কারণে রাস্তার এক পাশ উঁচু ও এক পাশ নিচু করে তৈরি করা হয়।

■ এখানে ১ম বস্তুর নিক্ষেপণ বেগ, $u_1 = 1 \text{ km s}^{-1}$
 $= 1000 \text{ ms}^{-1}$
 এবং নিক্ষেপণ কোণ, $\theta = 60^\circ$
 ২য় নিক্ষেপণ বেগ, $u_2 = 1 \text{ km s}^{-1}$
 $= 1000 \text{ ms}^{-1}$
 এবং নিক্ষেপণ কোণ, $\theta = 45^\circ$

তাহলে, ১ম বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$= 38265.3 \text{ m}$$

আবার, ২য় বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$= \frac{(1000 \text{ ms}^{-1} \times \sin 45^\circ)^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$= 25510.2 \text{ m (Ans.)}$$

■ এখানে,

প্রথম বস্তুর নিক্ষেপণ বেগ, $u_1 = 1 \text{ km s}^{-1} = 1000 \text{ ms}^{-1}$

এবং নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_1 = 60^\circ$

২য় বস্তুর নিক্ষেপণ বেগ, $u_2 = 1 \text{ km s}^{-1} = 1000 \text{ ms}^{-1}$

এবং নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_2 = 45^\circ$

১ম বস্তুর পাল-১, $R_1 = \frac{u_1^2 \sin 2\theta_1}{g}$

$$= 88369.94 \text{ m}$$

$$= 102040.8 \text{ m} - 88369.94 \text{ m}$$

$$= 13670.88 \text{ m}$$

অর্থাৎ, গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায় যে, A ও B বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 1000 m সম্ভব নয়। (Ans.)

■ নিচের লেখ চিত্রটি একটি গতিশীল গাড়ির বেগ বনাম সময় নির্দেশ করছে [চিত্র ১]।

- ক. তাৎক্ষণিক ত্বরণ কাকে বলে? ১
- খ. কোন পর্যায়ে নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রটি প্রথম সূত্রে পরিণত। ২
- গ. OA অংশে ত্বরণ কত? ৩

ঘ. লেখচিত্র থেকে গতিশীল বস্তুর দূরত্ব নির্ণয় কর।

8

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

■ সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে সময়ের সাথে বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে তাৎক্ষণিক ত্বরণ বলে।

■ নিউটনের ২য় সূত্র থেকে আমরা পাই,

$$F = ma$$

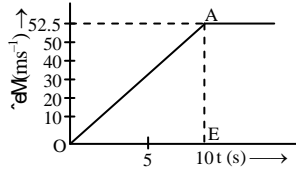
$$\therefore v = \text{প্রবেশ}$$

অর্থাৎ, স্থির বস্তু চিরকাল স্থির এবং গতিশীল বস্তুর গতি চিরকাল সুসম থাকবে। যা নিউটনের গতির ১ম সূত্র।

অর্থাৎ বাহ্যিক বল ক্রিয়া না করলে নিউটনের ২য় সূত্র

১ম সূত্রে পরিণত হয়।

■

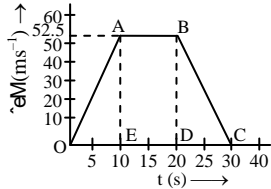


চিত্রে,

OA অংশে ত্বরণের মান = OA অংশের ঢাল

$$= 5.25 \text{ ms}^{-2}. (\text{Ans.})$$

■



এখানে, গতিশীল বস্তুর দূরত্ব, $s = \text{OABC ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল}$

$$= 1050 \text{ m} (\text{Ans.})$$

■ A ও B দুটি গাড়ি একইস্থান হতে যাত্রা শুরু করল। A গাড়ি 72 kmh^{-1} সমবেগে এবং B গাড়ি স্থির অবস্থান হতে 4 ms^{-2} সমত্বরণে যাত্রা শুরু করে চলতি পথে তারা 200m সামনে 160m ব্যাসার্ধ এবং 30° ব্যাংকিং কোণ বিশিষ্ট বাঁকের সম্মুখীন হল।

[পঞ্চগড় সরকারি মহিলা কলেজ, পঞ্চগড়]

ক. কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে? ১

খ. ঘূর্ণনরত কোন বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.2m এর অর্থ ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কখন 'A' গাড়িটিকে 'B' গাড়িটি অতিক্রম করবে? ৩

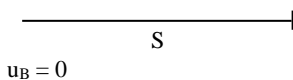
ঘ. যদি গাড়িগুলোর গতির ধরনের পরিবর্তন না হয় তাহলে কোন গাড়িটি দুর্ঘটনার শিকার হতে পারে-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

■ কেন্দ্রমুখী বল : কোন বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘুরাতে হলে ঐ বস্তুর উপর যে বল প্রয়োগ করা হয়, তাই হচ্ছে কেন্দ্রমুখী বল।

■ ঘূর্ণনরত কোন বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.2m বলতে বুঝায়। ঐ অক্ষ থেকে 0.2m দূরে একটি বিন্দুতে বস্তুর সমগ্র ভর পুঞ্জীভূত আছে ধরে জড়তার ভ্রামক হিসাব করলেই সমগ্র বস্তুর জড়তার ভ্রামক পাওয়া যাবে।

$$\text{■ } v_A = 72 \text{ kmh}^{-1} = \frac{72 \times 100}{3600} \text{ ms}^{-1} = 20 \text{ ms}^{-1}$$



$$a_B = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$B \text{ গাড়ির ক্ষেত্রে, } s = 0 \times t + \frac{1}{2} \times a_B t^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \times t^2$$

$$= 2t^2$$

$$\text{সুতরাং, } 2t^2 = 20t \therefore t = 10 \text{ sec}$$

সুতরাং, 10 sec পর A গাড়িটিকে B গাড়ি অতিক্রম করবে।

■ এখানে, বাকের ব্যাসার্ধ, $r = 160 \text{ m}$

$$\text{ব্যাংকিং কোণ, } \theta = 30^\circ$$

$$\text{সর্বোচ্চ বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\text{বা, } \tan 30^\circ = \frac{v^2}{160 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

যেহেতু, 200 m সামনে বাঁক এর অবস্থান

200 m সামনে A গাড়ির বেগ = 20 ms^{-1}

এবং 200 m সামনে B গাড়ির বেগ v_B হলে, $v_B^2 = 0^2 + 2 \times a_B \times 200$

$$v_B = \sqrt{2 \times 4 \times 200}$$

$$= 40 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং, B গাড়িটি দুর্ঘটনার শিকার হতে পারে।

■ একটি প্রাসের পাল-1 79.5m এবং বিচরণকাল 5.3sec.

[লালমনিরহাট সরকারি কলেজ]

ক. টর্ক কাকে বলে? ১

খ. বেগ দ্বিমাত্রিক হলেও ত্বরণ একমাত্রিক হতে পারে কি? - ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রাসটির নিক্ষেপণ কোণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. প্রাসটি নিক্ষেপণ বিন্দু হতে 30m দূরে অবস্থিত 32m উঁচু দেওয়ালকে অতিক্রম করতে পারবে কি? - গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

■ যে ভৌত রাশি কোনো বস্তুতে ঘূর্ণন প্রবণতা সৃষ্টি করে তাকে টর্ক বলে। প্রযুক্ত বলের মান এবং ঘূর্ণন অক্ষ হতে বলের ক্রিয়ারেখার লম্ব দূরত্বের গুণফল দ্বারা টর্ক পরিমাপ করা হয়।

■ একটি প্রাসের বেগ দ্বিমাত্রিক এবং ত্বরণ একমাত্রিক। বেগ দ্বিমাত্রিক -এরূপ বিবেচনার কারণ হলো, যেকোনো মুহূর্তে প্রাসের বেগের দুটি উপাংশ থাকে - অনুভূমিক উপাংশ ও উল্লম্ব উপাংশ। ত্বরণ একমাত্রিক-এর কারণ হলো, প্রাসের বেগের অনুভূমিক উপাংশের কোনো পরিবর্তন বা ত্বরণ ঘটে না, কিন্তু উল্লম্ব উপাংশের ত্বরণ টু এর সমান। অর্থাৎ একটি দিক বা মাত্রা বরাবর প্রাসের গতির ত্বরণ ঘটে।

■ দেওয়া আছে, প্রাসের পাল-1, $R = 79.53 \text{ m}$

$$\text{এবং বিচরণকাল, } T = 5.3 \text{ sec}$$

বের করতে হবে, নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = ?$

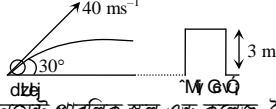
$$\text{নিক্ষেপণ বেগ } v_0 \text{ হলে আমরা জানি, } R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \text{ এবং } T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$\therefore \theta_0 = \tan^{-1} (1.73) = 60^\circ (\text{Ans.})$$

$$\text{■ } T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g} \text{ সমীকরণে } \theta_0 \text{ এর মান বসিয়ে } v_0 \text{ এর মান নির্ণয় করি।}$$

$\therefore x = 30 \text{ m}$ অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় t হলে

সুতরাং প্রাসটি নিক্ষেপণ বিন্দু হতে 30m দূরে অবস্থিত 32 m উঁচু দেওয়ালকে অতিক্রম করতে পারবে।



[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর, নীলফামারী]

- ক. চক্রগতির ব্যাসার্ধ কি? ১
খ. প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট বলতে কি বুঝে? ২
গ. উদ্দীপকের ফুটবলটির 2sce পর বেগের মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের বলটি যদি গোল হয় তাহলে গোলপোস্টের দূরত্ব গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামক, ঐ নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে।

আমরা জানি, সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একই দিকে অগ্রগামী দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে শব্দের লব্ধি প্রাবল্যের হ্রাস-বৃদ্ধির ঘটনাকে বীট বলে।

সুতরাং প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট বলতে বুঝায়, সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একই দিকে অগ্রগামী শব্দ তরঙ্গদ্বয়ের উপরিপাতনের ফলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি তীব্র শব্দ এবং ৫টি নিঃশব্দ উৎপন্ন হয়।

দেওয়া আছে, নিক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 40 \text{ ms}^{-1}$

নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

সময়কাল $t = 2 \text{ sec}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বের করতে হবে, তাৎক্ষণিক বেগ, $v = ?$

$$= \sqrt{(34.64 \text{ ms}^{-1})^2 + (0.4 \text{ ms}^{-1})^2}$$

$$= 34.64 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

উদ্দীপকের বলটি যদি গোল হয় তাহলে গোল হওয়ার মুহূর্তে বলটির তাৎক্ষণিক উচ্চতা 3m -এর সমান বা এর চেয়ে কম। হিসাবের সুবিধার্থে, $h = 3 \text{ m}$ ধরি

$$\text{তাহলে, } h = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

গোল হওয়ার সময় বলটি নিচের দিকে নামছিল। তাই $t \neq 0.156 \text{ sec}$, বরং $t = 3.92 \text{ sec}$ মানটি গ্রহণযোগ্য।

$$\therefore \text{গোলপোস্টের দূরত্ব } x = v_0 \cos \theta_0 t$$

$$= 40 \text{ ms}^{-1} \times \cos 30^\circ \times 3.92 \text{ sec}$$

$$= 135.8 \text{ m}$$

অতএব ফুটবলটি কিক নেওয়ার স্থান হতে গোলপোস্টের দূরত্ব 135.8m।

একটি বস্তুকে 180m উঁচু একটি মিনারের চূড়া হতে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময়ে একটি বস্তুকে 60 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। নিম্নগত বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে আবার ভূমিতে পতিত হয়। [ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, চাঁংগাইল]

- ক. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রটি লিখ। ১
খ. বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান- ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বস্তু দুটি কখন কোথায় মিলিত হবে? ৩
ঘ. নিম্নগত বস্তুটির সর্বাধিক উচ্চতার সাথে বস্তুটিকে যদি 30° কোণে নিক্ষেপ করা হতো তাহলে এর সর্বাধিক উচ্চতার গাণিতিক তুলনা কর। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রটি হলো— প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

নিউটনের গতির ২য় সূত্রের গাণিতিক রূপ হলো, $F = ma$

$$\text{বা, } F = m \frac{v - u}{t} \text{ বা, } F \times t = mv - mu$$

কিন্তু $F \times t =$ বলের মান \times বলের ক্রিয়া কাল = বলের ঘাত

$mv - mu =$ শেষ ভরবেগ - আদি ভরবেগ = ভরবেগের পরিবর্তন

সুতরাং, বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন।

মনে করি, বস্তু দুটি নিক্ষেপের t সময় পরে ভূমি হতে h উচ্চতায় মিলিত হবে।

$$\text{প্রথম বস্তুর ক্ষেত্রে, } 180 - h = 0. t + \frac{1}{2} g t^2 \text{ --- (i)}$$

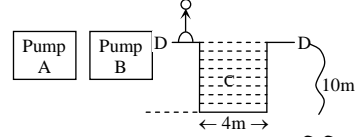
সুতরাং বস্তুদ্বয় ভূমি হতে 135.9m উচ্চতায় নিক্ষেপের 3 sec পর মিলিত হবে।

উদ্দীপকের বর্ণনা মতে,

$$\text{নিম্নগত বস্তুটির সর্বাধিক উচ্চতা, } H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(60 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} = 183.7 \text{ m}$$

$$= 45.92 \text{ m}$$

অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে নিক্ষেপ করা হলে সর্বোচ্চ উচ্চতা পূর্বের তুলনায় এক - চতুর্থাংশ হতো।



A ও B দুটি পাম্প। A পাম্পের সাহায্যে C সিলিন্ডারের পানি 30 মিনিটে শূন্য করতে পারে। কিন্তু অর্ধেক পানি শূন্য করার পর A পাম্পটি নষ্ট হয়ে যাওয়ায় B পাম্পটি ব্যবহার করা হয় যা দ্বারা অবশিষ্ট পানি 15 মিনিটে শূন্য করা যায়। [সরকারি সিটি কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. বলের ভ্রামক কাকে বলে? ১
খ. বাস/ট্রাকের চাকার নাট-বলু খোলার সময় লম্বা হাতল ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. 50kg ভরের কোন ব্যক্তি 10 কেজি ভরের A নষ্ট পাম্পটি নিয়ে D বিন্দু থেকে লাফ দিয়ে নিচে পড়লে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি কত? ৩
ঘ. A ও B পাম্পের ক্ষমতা কি একই-যুক্তি সহকারে তোমার মতামত দাও। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টির জন্য প্রযুক্ত বল এবং ঘূর্ণন বিন্দু হতে বলের ক্রিয়া রেখার ওপর লম্ব দূরত্বের গুণফলকে বলের ভ্রামক বলে।

বাস/ট্রাকের চাকার নাট-বলু খোলার নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি ব্যয় করতে হয়। এ ব্যয়িত শক্তি বা কৃতকাজ = বল \times বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণ $= F_1 x_1 = F_2 x_2$

টর্ক প্রয়োগের জন্য লম্বা হাতল ব্যবহারের মাধ্যমে প্রযুক্ত বলের মান বহুলাংশে কমিয়ে আনা হয়।

দেওয়া আছে, মোট ভর, $m = 50 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 60 \text{ kg}$

উচ্চতা, $h = 10 \text{ m}$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি = D বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব শক্তি [পড়ন্ত বস্তুর শক্তির নিত্যতা সূত্রানুযায়ী]

$$= mgh = 60 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ m}$$

$$= 5880 \text{ J (Ans).}$$

■ সিলিভারের পানির আয়তন, $V = \frac{1}{4} \pi D^2 h$

$$= 0.25 \times 3.1416 \times (4\text{m})^2 \times 10\text{m}$$

$$= 125.664 \text{ m}^3$$

$$\text{এবং পানির ভর, } m = V\rho_w = 125.664 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ kgm}^{-3}$$

$$= 125664 \text{ kg}$$

$$\text{উক্ত পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, } h = \frac{10\text{m}}{2} = 5\text{m}$$

A পাম্পটি সম্পূর্ণ সিলিভারের পানি 30 মিনিটে তুলতে পারলে এর

$$\therefore B \text{ পাম্পের ক্ষমতা, } P_B = \frac{mgh}{t}$$

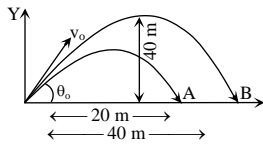
$$= \frac{62832 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 7.5 \text{ m}}{15 \times 60 \text{ sec}}$$

$$= 5131.3 \text{ Watt} \approx 3420.85 \text{ Watt}$$

সুতরাং A ও B পাম্পের ক্ষমতা একই নয়।



[চিটাগাং ইউরিয়া ফার্টাইজার কলেজ]



- ক. প্রাস কী? ১
- খ. হাইওয়ের মোড়ে রাস্তা ঢালু রাখা হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপক অনুসারে B বিন্দুতে পতিত প্রাসের নিক্ষেপণ কোণ কত? ৩
- ঘ. নিক্ষেপণ কোণ একই হলে A ও B বিন্দুতে পতিত প্রাসের নিক্ষেপণ বেগের তুলনা কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

■ অনুভূমিকের সাথে তির্যকভাবে নিক্ষেপ্ত বস্তুকে প্রক্ষেপক বা প্রাস বলে।

■ হাইওয়ের মোড়ে বৃত্তাকার পথে যখন যানবাহন মোড় নেয় তখন যথেষ্ট পরিমাণ কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দিতে হয়। নয়তো সরলরেখায় চলার প্রবণতাজনিত কারণে অর্থাৎ গতি জড়তার কারণে গাড়িটি উল্টে যেতে পারে। মোড়ে রাস্তা ঢালু করার মাধ্যমে গাড়িটির ওপর প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক উপাংশ উক্ত কেন্দ্রমুখী বলের যোগান দেয়।

■ দেওয়া আছে, B বিন্দুতে পতিত প্রাসের অনুভূমিক পাল-া, $R = 40 \text{ m}$

$$\text{এবং সর্বোচ্চ উচ্চতা, } H = 40 \text{ m}$$

বের করতে হবে, নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = ?$

$$\text{নিক্ষেপণ বেগ } v_0 \text{ হলে, } R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \text{ এবং } H = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g}$$

$$\text{বা, } \theta_0 = \tan^{-1}(4) = 75.96^\circ \text{ (Ans).}$$

■ A বিন্দুতে পতিত প্রাসের ক্ষেত্রে, $R_A = 20\text{m} = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$ -- (i)

$$\therefore v_{0A} \sin 2\theta_{0B} = 1 \sin 2\theta_0$$

ইহাই প্রাসদ্বয়ের নিক্ষেপণ বেগের তুলনামূলক অনুপাত।

■ এক লোক 30m দূরে অবস্থিত 10m উচ্চতায় একটি দেয়ালকে লক্ষ করে গুলি ছুঁড়ল। গুলিটি অনুভূমিকের সাথে 30ms^{-1} বেগে ছুটছিল। [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, শহীদ মাহবুব সেনানিবাস, দিনাজপুর]

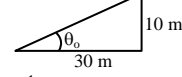
- ক. ভেক্টর বিভাজন কাকে বলে? ১
- খ. লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজতর কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. 1 সেকেন্ড পর বুলেটটির বেগ কত হবে নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. অনুভূমিক পাল-া ও সর্বাধিক উচ্চতা সমান হওয়ার জন্য গুলিটির কোণের মানের কীরূপ পরিবর্তন প্রয়োজন—গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

■ একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক সমজাতীয় ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার পদ্ধতিতে ভেক্টর বিভাজন বলে।

■ লন রোলার ঠেলায় প্রযুক্ত বলের উল-ম উপাংশ নিচের দিকে হয়, এতে বস্তুটির আপাত ওজন এবং ঘর্ষণ বেড়ে যায়। তাই একে ঠেলে নিতে কষ্ট বেশি হয়। কিন্তু একই বলে একে টানা হলে প্রযুক্ত বলের উল-ম উপাংশ ওপরের দিকে ক্রিয়া করে। এতে বস্তুটির আপাত ওজন এবং ঘর্ষণ কমে যায়। তাই রোলারটিকে টেনে নেওয়া সহজতর প্রক্রিয়া।

■ প্রশ্নমতে, নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = \tan^{-1} \frac{10\text{m}}{30\text{m}} = 18.435^\circ$



নিক্ষেপণবেগ, $v_0 = 30\text{ms}^{-1}$

সময়কাল, $t = 1 \text{ sec}$

$$\therefore \text{wbGPcGYi 1sec ci eyGj wUi ^eM, } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{28.46^2 + 0.313^2}$$

$$= 28.46 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

■ অনুভূমিক পাল্লা ও সর্বাধিক উচ্চতা সমান হলে, $R = H$

$$\therefore \theta_0 = \tan^{-1} 4 = 75.96^\circ$$

সুতরাং অনুভূমিক পাল্লা ও সর্বাধিক উচ্চতা সমান হওয়ার জন্য গুলিটির কোণের মানের পরিবর্তন প্রয়োজন = $75.96^\circ - 18.435^\circ = 57.525^\circ$ (বৃদ্ধি)

■ বাংলাদেশ-ভারত ক্রিকেট খেলায় সাকিব আল হাসান 25 ms^{-1} বেগে ও 30° কোণে একটি বলকে ব্যাট দ্বারা আঘাত করল। 30m দূরে বিরাট কোহলি ভূমি থেকে 3m লাফিয়ে ক্যাচটি লুফে নেয়ার চেষ্টা করল আবার 75m দূরে দাঁড়িয়ে থাকা রোহিত শর্মা 7ms^{-1} সমবেগে ক্যাচটি নেয়ার জন্য দৌড় দিল। [জয়পুরহাট সরকারি কলেজ, জয়পুরহাট]

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কী? ১
- খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে অবস্থান সময় লেখচিত্র কেমন হবে ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বিরাট কোহলি আর কত উচ্চতা লাফিয়ে উঠতে পারলে ক্যাচটি নিতে পারত? ৩
- ঘ. রোহিত শর্মা ক্যাচটি নিতে পেরে ছিল কিনা—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

■ সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে কোন বস্তু একক সময়ে নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ বস্তুর তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

■ সমবেগে চলমান বস্তুর অবস্থান ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক হল $s = vt$, যাকে আমরা $y = mx$ এর সাথে তুলনা করতে পারি। সুতরাং সমবেগে চলমান বস্তুর অবস্থান বনাম সময়ের লেখচিত্র একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

■ দেওয়া আছে, বলের আদিবেগ, $v_0 = 25\text{ms}^{-1}$

$$\text{নিক্ষেপণ কোণ, } \theta_0 = 30^\circ$$

$$\text{নিক্ষেপণ স্থান হতে কোহলির দূরত্ব, } s = 30 \text{ m}$$

মনে করি, বলটির 30 m অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় t এবং এই সময় পরে বলের উচ্চতা h .

$$\text{আমরা জানি, } s = (v_0 \cos \theta) t$$

$$\text{বা, } 30 = 25 \times \cos 30^\circ \times t$$

$$\therefore t = 1.386 \text{ sec.}$$

$$\text{আবার, } h = v_0 t \sin \theta - \frac{1}{2} a t^2$$

$$\text{বা, } h = v_0 \sin \theta_0 t - \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } h = 25 \times \sin 30 \times 1.386 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (1.386)^2$$

$$= 7.91 \text{ m}$$

সুতরাং, বিরাট কোহলি ভূমি হতে আরও = (7.91 - 3)m = 4.91m
উচ্চতায় লাফিয়ে উঠতে পারলে ক্যাচটি নিতে পারত।

■ দেওয়া আছে, বলের আদিবেগ, $v_0 = 25 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

মনে করি, বলটির আবর্তন কাল = T sec

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{2 v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$\text{বা, } T = \frac{2 \times 25 \times \sin 30}{9.8}$$

$$\therefore T = 2.55 \text{ sec}$$

সুতরাং, T = 2.55 sec পর বলটি ভূমিতে ফিরে আসবে।

$$2.55 \text{ sec এ অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব, } s = v_0 \cos \theta_0 T$$

$$= 25 \times \cos 30 \times 2.55$$

$$= 55.21 \text{ m}$$

$$= 2.83 \text{ sec}$$

$$\square T < t$$

সুতরাং, রোহিত শর্মা পৌছানোর পূর্বেই বলটি ভূমিতে পতিত হয়।

অতএব, রোহিত শর্মা ক্যাচটি নিতে পারেনি।

■ অর্ধ-কিলোমিটার প্রশস্ত একটি স্রোতহীন নদী পার হওয়ার জন্য একটি জেব্রা নদীর প্রস্থ বরাবর 5 ms^{-1} বেগে যাত্রা শুরু করে। জেব্রার উপস্থিতি টের পেয়ে নদীর একই দিক থেকে 20m দূর হতে একটি কুমির জেব্রার যাত্রা শুরুর 54 পরে 6 ms^{-1} বেগে অগ্রসর হয়।

[জয়পুরহাট সরকারি কলেজ, জয়পুরহাট]

- ক. স্কেলার গুণন কাকে বলে? ১
- খ. লন রোলার টানার সময় আপাত ওজন কমে যায় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকে কুমিরটি জেব্রাকে ধরতো পারবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৩
- ঘ. যদি নদীতে স্রোতের বেগ 10 ms^{-1} থাকতে তাহলে জেব্রাটি কত সময় আগে/পরে স্রোতহীন অবস্থায় চেয়ে নদীর অপর তীরে পৌছাতে পারত? ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

■ দুটি ভেক্টর রাশিকে যে নিয়মে গুণ করলে গুণফল একটি স্কেলার রাশি পাওয়া যায়, গুণনের সেই নিয়মকে স্কেলার গুণন বলে।

■

এখানে, লন রোলার টানার সময় টান বল F এর উল্লম্ব উপাংশ ওজনের বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে। ফলে এর লব্ধি ওজন হয় $W - F \sin \theta$ । এজন্য লন রোলার টানার সময় আপাত ওজন কমে যায়।

■ দেওয়া আছে, নদীর প্রস্থ $s = \frac{1}{2} \text{ km} = 500 \text{ m}$

জেব্রার বেগ $u = 5 \text{ ms}^{-1}$

কুমিরের বেগ $v = 6 \text{ ms}^{-1}$

আবার, কুমিরের জন্য দূরত্ব = (500 + 20) m = 520 m

350 m অতিক্রম করতে জেব্রার প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = \frac{350}{5} = 70 \text{ sec}$

সুতরাং, কুমির জেব্রাকে ধরার পূর্বেই জেব্রাটি নদী পার হয়ে চলে যাবে।

অতএব, কুমির জেব্রাকে ধরতে পারবে না।

■ দেওয়া আছে, স্রোতের বেগ, $u = 10 \text{ m/s}$

জেব্রার বেগ, $v = 5 \text{ ms}^{-1}$

নদীর প্রস্থ, $s = 500 \text{ m}$

স্রোত ও জেব্রার বেগের মধ্যবর্তী কোণ $\alpha = 90^\circ$

জেব্রার লব্ধি বেগ, $R = \sqrt{u^2 + v^2}$

$$\text{আবার, } \frac{s}{s'} = \cos \theta$$

$$= \frac{1117.84}{11.18} \text{ sec}$$

$$= 99.99 \text{ sec}$$

$$\therefore t' \approx 100 \text{ sec}$$

সুতরাং, দ্বিতীয় ক্ষেত্রেও স্রোতহীন অবস্থার সমান সময় লাগবে।

■ একজন বালক এক মিটার দীর্ঘ একটি সুতার অন্তর্ভাগে 100g ভরের একটি বস্তু বেধে 50 ms^{-1} বেগে অনুভূমিক ভাবে ঘুরায়। বস্তুটি ভূমি হতে 3m উচুতে অবস্থিত। হঠাৎ বস্তুটি ছুটে গিয়ে 50m দূরে দাঁড়ানো বালকের দিকে ছুটে গেলে।

[হাজীগঞ্জ মডেল ইউনিভার্সিটি কলেজ, হাজীগঞ্জ, চাঁদপুর]

ক. স্থিৎ ধ্রুবক কী? ১

খ. কাঁচের সাথে পারদের স্পর্শ কোণ 140° হয় কেন? ২

গ. বস্তুটির কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তুটি ছুটে গিয়ে বালককে আঘাত করেছিল কি? বিশ্লেষণ পূর্বক মতামত দাও। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

■ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্থিৎ এর উপর প্রযুক্ত বল ও দৈর্ঘ্য পরিবর্তনের অনুপাতকে স্থিৎ ধ্রুবক বলে।

■ পারদের ঘনত্ব কাঁচের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি হওয়ায় পারদ কাঁচকে ভেজায় না। এজন্য ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণের মান 90° অপেক্ষা বড় হয় এবং এই স্পর্শ কোণের মান 140° হয়।

■ দেওয়া আছে, সুতার দৈর্ঘ্য, $r = 1 \text{ m}$

$$\text{আমরা জানি, } F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{0.1 \times (50)^2}{1}$$

$$\therefore F = 250 \text{ N (Ans).}$$

■ দেওয়া আছে, বস্তুর আদিবেগ, $v_0 = 50 \text{ ms}^{-1}$

বস্তুর বেগ ও অনুভূমিক মধ্যবর্তী কোণ, $\theta_0 = 0^\circ$

বস্তুর উচ্চতা, $h = 3 \text{ m}$

মনে করি, বস্তুটি t সময় পর ভূমিতে পতিত হয়।

$$\text{আমরা জানি, } h = v_{y0} + \frac{1}{2} a_y t^2$$

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

$$t \text{ সময়ের বস্তুর অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব, } s = v_0 \cos \theta_0 t$$

$$= (50 \times \cos 0.782) \text{ m}$$

$$\therefore s = 39.1 \text{ m} < 50 \text{ m}$$

সুতরাং, বলটি বালকের নিকট পৌছানোর পূর্বেই ভূমিতে পতিত হবে।

অতএব, বলটি বালকটিকে আঘাত করতে পারেনি।

■ নাসিম ও সুমন বর্ষা নিষ্ক্ষেপ প্রতিযোগিতায় অংশ গ্রহণ করেছিল। নাসিম অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে ভূপৃষ্ঠ থেকে 40 ms^{-1} বেগে বর্ষা নিষ্ক্ষেপ করল। নিষ্ক্ষেপের স্থান থেকে 30m দূরে 15m উঁচু একটি দেয়াল ছিল।

[গাংনী ডিগ্রী কলেজ, মেহেরপুর]

ক. স্পর্শ কোণ কি? ১

খ. তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কি বুঝ? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 1 s পর বর্ষার বেগ কত হবে? ৩

ঘ. বর্ষাটি দেয়ালকে টপকাতে পারবে কিনা-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

■ কঠিন ও তরলের স্পর্শ বিন্দু হতে বক্র তরল তলে অঙ্কিত স্পর্শক কঠিন বস্তুর সাথে তরলের মধ্যে যে কোণ উৎপন্ন তবে তাকে উত্ত কঠিন ও তরলের মধ্যকার স্পর্শ কোণ বলে।

■ সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে সময়ের সাথে বস্তুর দূরত্বের পরিবর্তনের হারকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বা দ্রুতি বলে।
মনে করি, সরল পথে গতিশীল একটি বস্তু t সময়ে x দূরত্বে অবস্থান করে। $t + \Delta t$ সময়ে উক্ত বস্তু $x + \Delta x$ দূরত্বে অবস্থান করে। Δt আরও ক্ষুদ্র হলে Δs ও ক্ষুদ্র হবে।

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{(x + \Delta x) - x}{(t + \Delta t) - t}$$

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

এখানে v তাৎক্ষণিক দ্রুতি নির্দেশ করে।

■ এখানে, নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

$$\text{বেগ, } v_0 = 40 \text{ ms}^{-1}$$

$$1 \text{ sec পর, } v = ?$$

$$a_x = 0$$

$$\therefore a_y = -g$$

$$= 36.11 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 1 \text{ sec পর বেগ} = 36.11 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans).}$$

■ এখানে $v_0 = 40 \text{ ms}^{-1}$

$$\theta_0 = 30^\circ$$

$$x = 30 \text{ m}$$

$$y = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } y = x \tan \theta_0 - \frac{1}{2} \frac{gx^2}{(v_0 \cos \theta_0)^2}$$

$$= 13.645$$

যেহেতু বর্ষা কর্তৃক 30 m দূরে অতিক্রান্ত উচ্চতা $13.645 \text{ m} < 15 \text{ m}$ ।
অতএব বর্ষাটি দেওয়াল উপকালে পারবে না।

■ ■ ■ খুলনা থেকে একটি ট্রেন যশোরের উদ্দেশ্যে ছেড়ে যায়।
ট্রেনটি খুলনা থেকে 2km দূরে অবস্থিত দৌলতপুর স্টেশনটি প্রথমে অতিক্রম করে। যাত্রা শুরু প্রথম 30 মিনিট পর নওয়াপাড়া অতিক্রমের সময় ট্রেনটি 0.02 ms^{-2} সুষম ত্বরণে ছিল। এরপর ট্রেনটি সুষম বেগে যশোরে এসে পৌঁছায়। [সরকারি নুরুন্নাহার মহিলা কলেজ, ঝিনাইদহ]

ক. বেগ কাকে বলে? 1

খ. কোন গাড়ী হঠাৎ যাত্রা শুরু করলে যাত্রীরা পিছনের দিকে ঝুঁকে পড়ে কেন-ব্যাখ্যা কর। 2

গ. দৌলতপুর স্টেশন অতিক্রমকালে ট্রেনটির বেগ নির্ণয় কর। 3

ঘ. নওয়াপাড়া থেকে যশোর পর্যন্ত ট্রেনটির ত্বরণ কেমন ছিল -
গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। 8

80 নং প্রশ্নের উত্তর

■ সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে কোন বস্তু নির্দিষ্ট দিকে নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে বেগ বা তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

■ কোন গাড়ী হঠাৎ যাত্রা শুরু করলে যাত্রীরা পিছনের দিকে ঝুঁকে পড়ে স্থির জড়তার কারণে। যাত্রা শুরুর আগে গাড়িটি স্থির থাকার দরুন যাত্রীরা স্থির জড়তা প্রাপ্ত হয় তথা চিরকাল স্থির থাকতে চায়। ফলে গাড়ী চলা শুরু করলেও যাত্রীরা স্থির থাকতে চায় তথা পিছনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

■ এখানে, দূরত্ব, $s = 2 \text{ km}$

$$= 2000 \text{ m}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 0.02 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আদিবেগ, } v_0 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{দৌলতপুর অতিক্রম করার সময় বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } s = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

$$\therefore \text{দৌলতপুর স্টেশন অতিক্রমকালে ট্রেনটির বেগ} = 8.944 \text{ ms}^{-1}.$$

(Ans.)

■ এখানে, সময়, $t = 30 \text{ min} = 1800 \text{ sec}$

$$\text{ত্বরণ, } a = 0.02 \text{ ms}^{-2}$$

আদিবেগ, $v_0 = 0$

নওয়াপাড়া স্টেশন অতিক্রমকালে

$$\text{বেগ, } v = v_0 + at$$

$$= 0 + 0.02 \text{ ms}^{-2} \times 1800 \text{ sec}$$

$$= 36 \text{ ms}^{-1}$$

নওয়াপাড়া স্টেশন থেকে

যশোর পর্যন্ত ট্রেনটি সমবেগে গতিশীল ছিল

$$\text{অর্থাৎ এক্ষেত্রে } v_0 = v = 36 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{36 \text{ ms}^{-1} - 36 \text{ ms}^{-1}}{t} = 0$$

অর্থাৎ নওয়াপাড়া থেকে যশোর পর্যন্ত ট্রেনটির ত্বরণ শূন্য ছিল।

■ ■ ■ সালেহা ও সাবিহা ২৬ মার্চ ২০১৫ এর মহান স্বাধীনতা দিবস ক্রিয়া প্রতিযোগিতায় বর্ষা নিষ্ক্ষেপ ইভেন্টে অনুভূমিকের সাথে যথাক্রমে 41° ও 43° কোণে এবং 37 ms^{-1} ও 35 ms^{-1} বেগে বর্ষা নিষ্ক্ষেপ করে। [কেশবপুর কলেজ, কেশবপুর, যশোর]

ক. একক ভেক্টর বলতে কী বুঝ? 1

খ. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে কোন বিন্দুর প্রাবল্য 10 Nkg^{-1} বলতে কি বুঝ? 2

গ. সালেহার বর্ষা সর্বাধিক কত উচ্চতায় উঠেছিল? 3

ঘ. প্রতিযোগিতায় কে বিজয়ী হয়েছিল? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই কর। 8

81 নং প্রশ্নের উত্তর

■ যে ভেক্টরের মান এক তাকে একক ভেক্টর বলে।

■ মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোন বিন্দুর প্রাবল্য 10 Nkg^{-1} বলতে বোঝায় ঐ বিন্দুতে স্থাপিত 1 kg ভরের বস্তু $1 \text{ kg} \times 10 \text{ Nkg}^{-1} = 10 \text{ N}$ বল লাভ করবে।

অথবা ঐ বিন্দুতে 3 kg ভরের বস্তু স্থাপন করলে তার উপর প্রযুক্ত বল হবে $3 \text{ kg} \times 10 \text{ Nkg}^{-1} = 30 \text{ N}$.

■ দেয়া আছে, সালেহার বর্ষার বেগ, $v_0 = 37 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{সালেহার বর্ষার নিষ্ক্ষেপণ কোণ, } \alpha = 41^\circ$$

$$\text{এবং বর্ষার সর্বোচ্চ উচ্চতা, } H = ?$$

$$= 30.06 \text{ m. (Ans.)}$$

■ সালেহা ও সাবিহার মধ্যে যার অনুভূমিক পাল্লা বেশি হবে সে বিজয়ী হবে।

দেয়া আছে, সালেহার বর্ষার বেগ, $v_0 = 37 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{সালেহার বর্ষার নিষ্ক্ষেপণ কোণ, } \alpha = 41^\circ$$

$$\text{বর্ষার অনুভূমিক পাল্লা, } R_1 = ?$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বর্ষার অনুভূমিক পাল্লা, } R_2 = ?$$

$$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore R_2 < R_1 \text{ অর্থাৎ, সালেহা বিজয়ী হবে।}$$



চিত্রে প্রক্ষিপ্ত বিন্দু, O হতে একটি বস্তু 5.35 s সময়ে OAC পথ অতিক্রম করে। [বরগুনা সরকারি কলেজ, বরগুনা]

ক. কেন্দ্রীমুখী ত্বরণ কি? 1

খ. “বৃত্তাকার পথে সুষম দ্রুতিতে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ থাকে - ব্যাখ্যা কর। 2

গ. উদ্দীপকের α এর নির্ণয় কর। 3

ঘ. উদ্দীপকের প্রক্ষিপ্ত বস্তুটির সর্বাধিক উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

■ বৃত্তপথে ঘূর্ণনরত কণা বা বস্তুর কেন্দ্রের অভিমুখে যে ত্বরণ থাকে, তাকে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ বলে।

■ বৃত্তাকার পথে সুসম দ্রুতিতে ঘূর্ণনরত কোন বস্তুকে, ঐ বৃত্তপথে আবর্তনরত রাখতে হলে একটি কেন্দ্রমুখী বল প্রয়োগ করতে হয়। আর বল থাকলে অবশ্যই ত্বরণ থাকবে। সুতরাং বৃত্তাকার পথে সুসম দ্রুতিতে ঘূর্ণনরত কোন বস্তুর কেন্দ্রমুখী ত্বরণ থাকে।

■ এখানে, বিচরণকাল, $T = 5.35s$
পাল্লা, $R = 79.53m$
নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\alpha = ?$

আমরা জানি, $T = \frac{2\pi R \sin \alpha}{g}$

বা, $\tan \alpha = \frac{T^2 g}{2R}$
 $= 60.44^\circ$ (Ans.)

■ আমরা জানি, সর্বাধিক উচ্চতা, $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ ----- (iii)

যেহেতু বিচরণকাল, T এবং α এর মান জানা আছে সুতরাং α এবং T

এর মান $T = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$ এই সমীকরণে, বসালে নিষ্ক্ষেপণ বেগ v_0 পাওয়া যাবে।

v_0 এবং α এর মান উপরিউক্ত (iii) নং সমীকরণে বসালে সর্বাধিক উচ্চতা পাওয়া যাবে।

বাংলাদেশ-ইংল্যান্ড ওয়ার্ল্ড কাপ ক্রিকেট ম্যাচে মুশফিকুর রহিম ব্যাট দিয়ে বলকে আঘাত করায় 30 m/sec বেগে ভূমির সাথে 20° কোণে বলটি প্রক্ষিপ্ত হলো। বলটি যে দিকে যাচ্ছিল সেদিকে বাউন্ডারির দূরত্ব ছিল 70 m এবং বাউন্ডারি থেকে 11 m ভেতরে ফিল্ডিং করছিল ক্রিস জর্ডান। [ভোলা সরকারি কলেজ, ভোলা]

- ক. প্রাস কী? 1
খ. প্রাসের গতি দ্বিমাত্রিক হলেও ত্বরণ একমাত্রিক-ব্যাখ্যা কর। 2
গ. বলটির সর্বাধিক উচ্চতা নির্ণয় কর। 3
ঘ. ক্রিস জর্ডানের বলটির ক্যাচ ধরার সম্ভাবনা গাণিতিক ভাবে যাচাই কর। 8

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

■ কোন বস্তুকে অনুভূমিকের সাপেক্ষে তির্যক ভাবে নিষ্ক্ষেপ করা হলে তাকে প্রাস বলে।

■ প্রাসের মধ্যে একই সাথে বেগের অনুভূমিক ও উলম্ব উপাংশ থাকে। কিন্তু এর ত্বরণ শুধু উলম্ব দিকে কাজ করে এবং অনুভূমিক বরাবর ত্বরণ শূন্য হয়। তাই প্রাসের বেগ দ্বিমাত্রিক হলেও ত্বরণ একমাত্রিক।

■ দেওয়া আছে, বলের আদিবেগ $v_0 = 30 \text{ m/s}$

প্রক্ষেপণ কোণ $\theta_0 = 20^\circ$

বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা $h_{\max} = ?$

আমরা জানি, $h_{\max} = \frac{(v_0 \sin \theta_0)^2}{2g}$

$\therefore h_{\max} = 5.37 \text{ m}$ (Ans.)

■ দেওয়া আছে, বলের আদিবেগ $v_0 = 30 \text{ m/s}$

প্রক্ষেপণ কোণ $\theta_0 = 20^\circ$

বলের প্রক্ষেপণ স্থান হতে ফিল্ডারের দূরত্ব $s = (70 - 11) \text{ m}$
 $= 59 \text{ m}$

মনেকরি, বলটি t সময় পার ভূমিতে পতিত হয়।

এখানে,

$$v_{y0} = -v_0 \sin \theta_0 \text{ ms}^{-1}$$

$$a_y = g \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 30 \times \sin 20}{9.8}$$

$$\therefore t = 2.094 \text{ sec.}$$

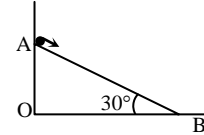
$$\therefore t \text{ সময়ে বলটির অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব } s' = v_0 \cos \theta_0 t$$

$$= 30 \times \cos 20^\circ \times 2.094$$

$$= 59 \text{ m}$$

\therefore ফিল্ডার 59 m দূরত্বে দাড়িয়ে ছিল, তাই সে বলটি পতনের পূর্বেই ক্যাচ ধরে ফেলবে।

■ নিচের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ করে উত্তর দাও—



[গুরুদয়াল সরকারি কলেজ, কিশোরগঞ্জ]

- ক. প্রাস কী? 1
খ. গড়বেগ থেকে কীভাবে তাৎক্ষণিক বেগ পাওয়া যায়? 2
গ. উদ্দীপকে $AB = 9.8 \text{ m}$ হলে A থেকে B তে মার্বেল যেতে কত সময় লাগবে? এবং B তে বেগ কত হবে? 3
ঘ. উদ্দীপকে বস্তুটি যদি খাড়া AO পথে পড়ত তবে সময় ও বেগ অভিন্ন থাকবে কিনা-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। 8

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

■ অনুভূমিকের সাথে 90° ভিন্ন অপর কোনো কোণে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তু যদি বাধাহীনভাবে গতিশীল হয়ে কেবল অভিকর্ষের প্রভাবে থেকে পরাবৃত্তাকার পথে চলতে থাকে তবে ঐ বস্তুকে একটি প্রাস বলে।

■ Δt সময় ব্যবধানে কোনো বস্তুর সরণ Δs হলে ঐ সময় ব্যবধানে গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ ----- (i)

কিন্তু আমরা জানি, কোনো মুহূর্তকে ঘিরে অতি অল্প সময় ব্যবধানে সময়ের সাপেক্ষে সরণের হারকে তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

সুতরাং কোনো মুহূর্তকে ঘিরে অত্যল্প সময় ব্যবধানে গড়বেগের সীমাস্তিক মান নিলেই তাৎক্ষণিক বেগ পাওয়া যায়।

■ দেওয়া আছে, হেলানো তলের দৈর্ঘ্য, $s = 9.8 \text{ m}$

এবং হেলানো তলের আনতি, $\theta = 30^\circ$

আদিবেগ, $u = 0$

বের করতে হবে, সময়, $t = ?$

এবং শেষবেগ, $v = ?$

হেলানো তল বরাবর কার্যকর ত্বরণ, $a = g \cos(90^\circ - 30^\circ)$

$$= 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \frac{1}{2}$$

$$= 4.9 \text{ ms}^{-2}$$

আবার, $v = u + at = 0 + 4.9 \text{ m/s}^2 \times 2 \text{ sec} = 9.8 \text{ m/s}$

Ans: 2 sec, 9.8 m/s

■ AO পথের দৈর্ঘ্য, $h = AB \sin 30^\circ = 9.8 \text{ m} \times \frac{1}{2} = 4.9 \text{ m}$

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

আদিবেগ, $u = 0$

বস্তুটি AO পথে নামতে t পরিমাণ সময় লাগলে,

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2 \quad [u = 0]$$

$$\therefore t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 4.9 \text{ m}}{9.8 \text{ ms}^{-2}}} = 1 \text{ sec}$$

AO পথ নামা শেষে প্রাপ্ত বেগ, $v = u + gt = 0 + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 1 \text{ sec} = 9.8 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং উদ্দীপকের বস্তুটি যদি খাড়া AO পথে পড়ত তবে বেগ অভিন্ন থাকলেও সময় অভিন্ন থাকবে না।

একটি 1000 kg গাড়ির বেগ বনাম সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ-

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. প্রসঙ্গ কাঠামো বলতে কি বুঝ? ১
খ. রৈখিক গতি ও কৌণিক গতির মধ্যে সম্পর্ক কি? ২
গ. চিত্রে উল্লেখিত গাড়ি 3s এ কত দূর অতিক্রম করবে? ৩
ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, চতুর্থ সেকেন্ডে গাড়িটির উপর বাধাদানকারী বল ক্রিয়াশীল ছিল। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে ত্রিমাত্রিক স্থানে কোন বিন্দুকে সুনির্দিষ্ট করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের সম্পর্ক হচ্ছে,

রৈখিক বেগ = কৌণিক বেগ \times বৃত্তের ব্যাসার্ধ

যদি রৈখিক বেগ, v , কৌণিক বেগ ω এবং বৃত্তের ব্যাসার্ধ r হলে, $v = r\omega$

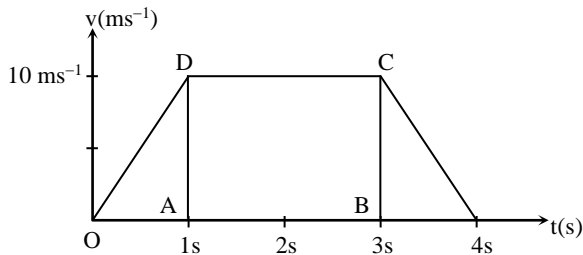
চিত্রে, 3s এ গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব লেখচিত্রে 3s পর্যন্ত লেখের ক্ষেত্রফলের সমান।

\therefore 3s পর্যন্ত অতিক্রান্ত দূরত্ব S হলে,

$S = \Delta OAD$ -এর ক্ষেত্রফল + $ABCD$ আয়তক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল

$$= \frac{1}{2} \times OA \times AD + AB \times AD$$

চতুর্থ সেকেন্ডে গাড়িটির উপর মন্দন বল ক্রিয়াশীল ছিল। চতুর্থ সেকেন্ডে মন্দন লেখচিত্রের ঢালের সমান।



$$\therefore \text{চতুর্থ সেকেন্ডে ত্বরণ, } a = \frac{10 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{3s - 4s}$$

$$= -10 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{মন্দন} = 10 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 10000 \text{ N (Ans.)}$$

একটি বাস স্থির অবস্থান হতে 1 ms^{-2} সমত্বরণে চলা শুরু করল। একজন যাত্রী একই সময় উক্ত বাসের পিছনের দরজা হতে 50 m পিছনের কোন স্থান হতে বাসটিকে ধরার জন্য বাসের পিছন পিছন 20 ms^{-1} সমবেগে দৌড়ে পিছনের দরজা দিয়ে বাসে উঠল। বাসের সামনের দরজা পিছনের দরজা হতে 2 m সামনে।

[চাঁদপুর সরকারি মহিলা কলেজ, চাঁদপুর]

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে? ১
খ. সুসম রৈখিক গতিতে ত্বরণ থাকে না কিন্তু বৃত্ত পথে সমদ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান বস্তুর ত্বরণ থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বাসটি ৪র্থ সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যাত্রী কী দৌড়ে বাসটির সামনের দরজা দিয়ে উঠতে চাইলে উঠতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে তোমার মতামত দাও। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে বস্তুর সরণের হারকে তাৎক্ষণিক বেগ বলা হয়।

সুসম রৈখিক গতিতে চলমান কোনো বস্তুর ত্বরণ থাকে না কারণ এক্ষেত্রে দ্রুতির মান ও দিক অভিন্ন থাকে। কিন্তু কোনো বস্তু যখন সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন বৃত্তাকার পথের উপর বিভিন্ন বিন্দুতে এর দিক ভিন্ন ভিন্ন হয়। বিভিন্ন বিন্দুতে স্পর্শকের অভিমুখ বিভিন্ন বলে বেগের দিক সর্বদা পরিবর্তিত হয়। ফলে ত্বরণ সৃষ্টি হয়। তাই বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে।

উদ্দীপকে দেওয়া আছে,

বাসের সমত্বরণ, $a = 1 \text{ ms}^{-2}$

আদিবেগ, $u = 0$

সময়, $t = 4 \text{ s}$

বের করতে হবে, ৪র্থ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_4 = ?$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 1 \times (2 \times 4 - 1) = \frac{7}{2} = 3.5 \text{ m}$$

\therefore ৪র্থ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব 3.5 m (Ans.)

মনেকরি t সময়ে লোকটি বাসটির সম্মুখ দরজাটিকে ধরতে পারবে।

এখন, t সময়ে লোকটিকে বাসের সম্মুখ দরজা দিয়ে উঠতে হলে t সময়ে লোকটির দূরত্ব এবং বাসের দূরত্ব সমান হতে হবে।

$$\therefore 0.5t^2 = 10t + 52$$

$$\text{বা, } 0.5t^2 - 10t - 52 = 0$$

$$= \frac{20 \pm 28.566}{2} = 24.283 \text{ s}$$

\therefore লোকটি 24.283 s পর বাসটিকে ধরতে পারবে এবং সামনের দরজা দিয়ে বাসে উঠতে পারবে। (Ans.)

■

30° ও 45° তে রাখা দুটো সমতল কাঠের টুকরোতে একটি মার্বেল গড়িয়ে দেয়া হয়েছে। এখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}

[ফজলুল হক মহিলা কলেজ, ঢাকা]

- ক. সমত্বরণ কি? ১
খ. সমবেগের ত্বরণ শূন্য কেন ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের O বিন্দুতে মার্বেলটির বেগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. 30° রাখা কাঠের টুকরোতে মার্বেলটি যে উচ্চতায় আছে 45° রাখা কাঠের টুকরোতে মার্বেলটি ঐ উচ্চতায় উঠতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

কোনো নির্দিষ্ট দিকে সময়ের সাথে কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হার সর্বদা সমান থাকলে এই বেগ বৃদ্ধির হারকে সমত্বরণ বলে।

কোনো বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পর শেষবেগ v হলে ত্বরণ,

$$a = \frac{v - u}{t}$$

এখন সমবেগের ক্ষেত্রে, $u = v$

$$\text{অর্থাৎ ত্বরণ, } a = \frac{v-u}{t} = \frac{u-u}{t} = \frac{0}{t} = 0$$

অতএব বলা যায় সমবেগে চলমান কোনো বস্তুর বেগের পরিবর্তন শূন্য হয় তাই ত্বরণও শূন্য হয়।

■ উদ্দীপকে কাঠের টুকরা দুটি যথাক্রমে 30° ও 45° কোণ করে রাখা।

১ম কাঠটি ভূমির সাথে 30° কোণ করে, $h = 50 \text{ cm}$ বা, 0.5 m উচ্চতায় রাখা আছে,

$$\text{কাঠটির দৈর্ঘ্য } l \text{ হলে } \sin 30^\circ = \frac{h}{l} = \frac{0.5}{l}$$

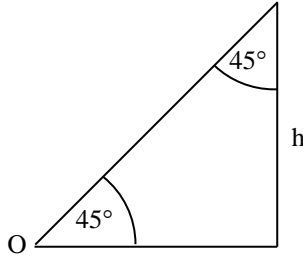
∴ স্থিরাবস্থান হতে মার্বেলটিকে ছেড়ে দিলে O বিন্দুতে বেগ v হলে,

$$v^2 = 2as$$

$$= 2 \times g \cos 60^\circ \times s$$

অর্থাৎ মার্বেলটির O বিন্দুতে বেগ 3.13 ms^{-1} (Ans.)

■ 30° রাখা কাঠের টুকরাতে মার্বেলটি 50 cm বা, 0.5 m উচ্চতায় আছে। এই উচ্চতা হতে O বিন্দুতে পড়লে তার বেগ হয় 3.13 ms^{-1} [গ থেকে]



ধরা যাক,

$u = 3.13 \text{ ms}^{-1}$ বেগে মার্বেলটি 45° কোণে রাখা কাঠের টুকরাটিতে 's' m যেতে পারবে এবং এ অবস্থায় মার্বেলটির উচ্চতা হবে 'h' m। এখন কাঠের টুকরাটিতে উঠার ক্ষেত্রে মার্বেলটির মন্দন হবে $a = g \cos 45^\circ$

∴ কাঠের টুকরাটির উচ্চতা, $h = s \sin 45^\circ$

$$= 0.707 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$= 0.5 \text{ m}$$

অর্থাৎ, মার্বেলটি ঠিক ঐ উচ্চতায় উঠতে পারবে।

■ শফিক ও শান্ত ভূমি হতে 20 m উঁচু ছাদে দাঁড়িয়ে একই ভরের ও আকারের দুটি বলকে 5 ms^{-1} বেগে নিক্ষেপ করলো। শফিক বলটি অনুভূমিকের সমান্তরালে এবং শান্ত অনুভূমিকের সাথে 30° কোণ করে উপরের দিকে নিক্ষেপ করার পর দুজন অবাধ হয়ে লক্ষ্য করলো বল দুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান নয়।

[মেহেরপুর সরকারি কলেজ, মেহেরপুর]

- ক. অবস্থান ভেঙের কাকে বলে? ১
- খ. “কোন ভেক্টর রাশির মান স্কেলার রাশি” ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. শফিকের নিক্ষেপ্ত বলটি ভূমি স্পর্শ করতে কত সময় লাগবে? ৩
- ঘ. শফিক ও শান্তর নিক্ষেপ্ত বলের মধ্যে কোন বলটি অধিক দূরত্ব অতিক্রম করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

■ প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে অন্য কোন বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টর দিয়ে প্রকাশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

■ আমরা জানি, কোন ভেক্টর রাশিকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করতে মান ও দিক উভয়ই দরকার হয়। অন্যদিকে স্কেলার রাশিকে প্রকাশ করতে শুধু মানের দরকার হয়। অতএব ভেক্টর রাশির মান একটি স্কেলার রাশি।

■ দেয়া আছে, ছাদের উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

বলের বেগ, $v = 5 \text{ ms}^{-1}$

শফিকের বলটির ভূমি স্পর্শ করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t = ?$

আমরা জানি,

অনুভূমিকের সাথে সমান্তরালের নিক্ষেপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, $h = \frac{1}{2} g t^2$

$$\therefore t = 2.02 \text{ s (Ans.)}$$

■ দেওয়া আছে, ছাদের উচ্চতা, $h = 20 \text{ m}$

উভয় বলের বেগ, $v = 5 \text{ ms}^{-1}$

শান্তর বলের নিক্ষেপণ কোণ (অনুভূমির সাথে), $\alpha = 30^\circ$

শফিকের বলটির ভূমি স্পর্শ করতে সময়, $t = 2.02 \text{ s}$ (গ নং হতে)

এখন, শফিকের বলটির অনুভূমিকভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$x_1 = u \cos \alpha t$$

$$= 5 \times \cos 0^\circ \times 2.02 = 10.1 \text{ m}$$

আবার, শান্তর বলটি ভূমি স্পর্শ করতে t সময় লাগলে,

$$h = u \sin \alpha t + \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } 20 = 5 \sin 30^\circ t + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\text{বা, } 20 = 2.5 t + 4.9 t^2$$

$$\therefore t = 1.78 \text{ s [খণাত্মক মান বর্জন করে]}$$

অতএব, শান্তর বলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব x_2 হলে,

যেহেতু $x_1 > x_2$ অতএব, শফিকের নিক্ষেপ্ত বলটি অধিক দূরত্ব অতিক্রম করবে।

■ বন্যা দূর্গত এলাকায় একটি বিমান থেকে শুকনা খাবারের প্যাকেট ফেলার জন্য একটি বিমান রওনা হলো। কিছুক্ষণ পর বিমানের পাইলট অঁথে পানির মধ্যে 3 km অনুভূমিক দূরত্বে একটি উঁচু ভূমিতে অবস্থিত 500 মিটার ব্যাসার্ধের একটি দূর্গত শিবির দেখতে পেয়ে 1000 kg ভরের একটি খাবার প্যাকেট ফেলে দিল। এ সময় বিমানটি 1 km উচ্চতা দিয়ে ভূমির সমান্তরালে 220 ms^{-1} বেগে গতিশীল অবস্থায় ছিল। [সাভার ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, ঢাকা]

- ক. পাল্লা কাকে বলে? ১
- খ. মাথায় কোন ভারী বস্তু নিয়ে কিছু দূর যাওয়ার পরও অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকের খাবার প্যাকেটটির 5 s পরে বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. খাবার প্যাকেটটি দূর্গত শিবিরে পড়বে কিনা-তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

■ নিক্ষেপ্ত বস্তু বা প্রাস আদি উচ্চতায় ফিরে আসতে যে অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে পাল্লা বলে।

■ মাথায় কোনো ভারী বস্তু নিয়ে কিছু দূর যাওয়ার পরও অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য কারণ এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের লম্বদিকে সরণ ঘটে থাকে। তাই $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \theta$ সূত্রানুসারে, অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = F s \cos 90^\circ = 0$ ।

■ উদ্দীপক মতে, প্রাসরূপী খাবার প্যাকেটটির নিক্ষেপণবেগ, $v_0 = 220 \text{ ms}^{-1}$ এবং নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 0^\circ$

উল্লিখিত সময়কাল, $t = 5 \text{ sec}$

বের করতে হবে, তাৎক্ষণিক বেগ, $v = ?$

প্রাসটির অনুভূমিক বেগ v_x এবং তার মান, $v_x = v_0 \cos \theta_0$

$$= 220 \text{ ms}^{-1} \times \cos 0^\circ$$

$$= 220 \text{ ms}^{-1}$$

এবং $t = 5 \text{ sec}$ মুহূর্তকালে প্রাসটির উল্লম্ব বেগ, $v_y = v_{y0} + g t$

$$= v_0 \sin \theta_0 + g t = 220 \text{ ms}^{-1} \times \sin 0^\circ + 9.8 \text{ ms}^{-2} \times 5 \text{ sec} = 49 \text{ ms}^{-1}$$

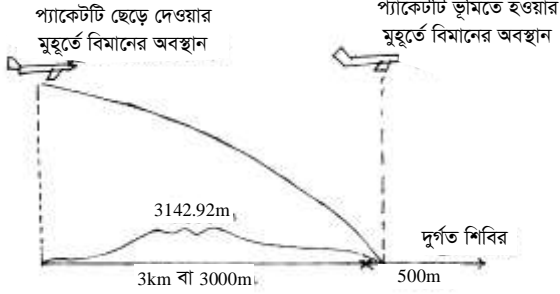
∴ উদ্দীপকের খাবার প্যাকেটটির 5 sec পরে তাৎক্ষণিক বেগ v

$$= \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(220 \text{ ms}^{-1})^2 + (49 \text{ ms}^{-1})^2} = 225.4 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

■ মনে করি, নিষ্ক্ষেপণের t সময় পর খাবার প্যাকেটটি ভূমিতে পতিত হবে। প্যাকেটটির আদি উচ্চতা, $h = 1\text{km} = 1000\text{m}$ তাহলে, প্যাকেটটি t সময়কালে $h = 1000\text{m}$ উল্লম্ব উচ্চতা অতিক্রম করবে।

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

$$\text{বা, } 1000 = 220 \times \sin 0^\circ \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 t^2$$



উপরোক্ত চিত্র এবং গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে স্পষ্টত যে, খাবার প্যাকেটটি দুর্গত শিবিরে গিয়ে পড়বে।

■ একটি বন্দুকের গুলির ভর 10g যা একটি কাঠের তক্তার মধ্যে 0.49m ভেদ করার পর বেগ $\frac{1}{4}$ অংশ হারায়। এই গুলিটি অনুভূমিকভাবে 50gm ভরের একটি স্থির পাখিকে আঘাত করে এর মধ্যে রয়ে গেলে।

[বিএএফ শাহীন কলেজ, যশোর]

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে? ১
- খ. গড় বেগ থেকে কীভাবে তাৎক্ষণিক বেগ পাওয়া যায়? ২
- গ. গুলিটি কাঠের তক্তায় আর কতদূর ভেদ করতে পারবে? ৩
- ঘ. যদি পাখিটি 20m উপরে ডালে বসে থাকে এবং গুলির বেগ 30ms^{-1} হয় তবে নিঃস্পৃণ পাখিটি ভূমিতে কোথায় পড়বে? ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

■ সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে সময়ের সাথে বস্তুর সরণের হারকে তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

■ আমরা জানি, Δt সময় ব্যবধানে কোনো গতিশীল কণার সরণ Δs হলে, ঐ সময় ব্যবধানে এর গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

এখন $\Delta t \rightarrow 0$ হলে অর্থাৎ সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে তাৎক্ষণিক বেগের সংজ্ঞানুসারে গড়বেগের সীমাস্তিক মানই তাৎক্ষণিক বেগ নির্দেশ করে।

অর্থাৎ, তাৎক্ষণিক বেগ, $v = \frac{ds}{dt} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{v}$ এভাবে গড়বেগ থেকে তাৎক্ষণিক বেগ পাওয়া যায়।

■ মনে করি, তক্তার মধ্যদিয়ে গুলিটি প্রবেশকালে অনুভূত মন্দন a এবং আদিবেগ $= v_0$ । তাহলে, $s = 0.49\text{m}$ প্রবেশের পর শেষবেগ,

$$v = v_0 - \frac{v_0}{4} = \frac{3v_0}{4}$$

গুলিটি কাঠের তক্তায় আরো x পরিমাণ প্রবেশ করলে, $v^2 = 0^2 = \left(\frac{3v_0}{4}\right)^2 - 2ax$ বা, $2ax = \frac{9v_0^2}{16}$

$$\therefore x = \frac{9v_0^2}{32a} = \frac{9v_0^2}{32 \times \frac{25v_0^2}{56}} = \frac{9v_0^2 \times 56}{32 \times 25v_0^2} = 0.63\text{m (Ans.)}$$

■ উদ্দীপক মতে, গুলির ভর, $m_1 = 10\text{g} = 0.01\text{kg}$

পাখির ভর, $m_2 = 50\text{g} = 0.05\text{kg}$

গুলির বেগ, $v = 30\text{ms}^{-1}$

পাখি ও গুলির সম্মিলিত বেগ v_0 হলে ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে $m_1 v = (m_1 + m_2) v_0$

$$\therefore v_0 = \frac{m_1 v}{m_1 + m_2} = \frac{0.01\text{kg} \times 30\text{ms}^{-1}}{0.01\text{kg} + 0.05\text{kg}} = 5\text{ms}^{-1}$$

এক্ষেত্রে নিঃস্পৃণ পাখিটির দেহ অনুভূমিকভাবে নিষ্কিপ্ত ($\theta_0 = 0^\circ$) প্রাসের ন্যায় আচরণ করবে। এটি t সময় পরে ভূমিতে নেমে আসলে,

$$h = 20\text{m} = v_0 \sin \theta_0 t + \frac{1}{2} g t^2 = 4.9 t^2 \quad \text{বা, } t = \sqrt{\frac{20}{4.9}} = 2.02 \text{ sec}$$

এ সময়কালে পাখিটির দেহ কর্তৃক অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব,

$$x = v_0 \cos \theta_0 t = 5\text{ms}^{-1} \times \cos 0^\circ \times 2.02 \text{ sec} = 10.1\text{m}$$

সুতরাং, নিঃস্পৃণ পাখিটির দেহ ঐ ডাল বা গাছের গোড়া হতে 10.1m দূরে ভূমিতে গিয়ে পড়বে।

অধ্যায়টির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর
(নির্বাচনি পরীক্ষার প্রশ্ন বিশ্লেষণে প্রাপ্ত)

► ক নং প্রশ্ন (জ্ঞানমূলক)

প্রশ্ন-১. একমাত্রিক প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

উত্তর: যে বস্তুর বিভিন্ন কণার অবস্থান একটি মাত্র স্থানাঙ্ক দ্বারা নির্দেশ করা হয় তাকে একমাত্রিক প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

প্রশ্ন-২. দ্বি-মাত্রিক বস্তুর সংজ্ঞা দাও।

উত্তর: কোনো একটি বস্তুর বিভিন্ন কণার অবস্থান দুটি স্থানাঙ্ক থাকলে দ্বিমাত্রিক বস্তু বলে।

প্রশ্ন-৩. ত্রিমাত্রিক বস্তুর সংজ্ঞা দাও।

উত্তর: কোনো একটি বস্তুর বিভিন্ন কণা এই কাঠামোর অবস্থান করলে বস্তুটিকে ত্রিমাত্রিক বস্তু বলে।

প্রশ্ন-৪. পরম গতি কাকে বলে?

উত্তর: প্রসঙ্গ বস্তুটি যখন পরম স্থিতিতে থাকে তখন তার সাপেক্ষে অন্যকোনো বস্তু গতিশীল থাকলে তাকে পরম গতি বলে।

প্রশ্ন-৫. অপেক্ষক কাকে বলে?

উত্তর: যদি একটি রাশি অন্য একটি রাশির উপর নির্ভর করে, তাহলে গণিতের ভাষায় ঐ নির্ভরশীল রাশিটি অপরটির অপেক্ষক বলে।

প্রশ্ন-৬. সুসম বৃত্তীয় গতি কাকে বলে?

উত্তর: বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তু কণার গতিকে সুসম বৃত্তীয় গতি বলে।

প্রশ্ন-৭. পর্যাবৃত্ত ত্বরণ কাকে বলে?

উত্তর: যে ত্বরণ সব সময় একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী হয় এবং নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে সরণের সমানুপাতিক হয় তাকে পর্যাবৃত্ত ত্বরণ বলে।

প্রশ্ন-৮. বস্তু কী?

উত্তর: পদার্থের একটি সীমাবদ্ধ অংশকে বস্তু বলে।

► খ নং প্রশ্ন (অনুধাবনমূলক)

প্রশ্ন-১: পরম স্থিতি ও পরম গতি অস্তিত্বহীন কেন?

উত্তর: নিশ্চল কোনো প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন না ঘটলে তার স্থিতিতে পরম স্থিতি এবং সেই প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটলে তার গতিকে পরম গতি বলে। মহাবিশ্বের সব বস্তুই একটির সাপেক্ষে অন্যটি গতিশীল। তাই বাস্তবে সম্পূর্ণ নিশ্চল প্রসঙ্গ কাঠামো পাওয়া যায় না। সুতরাং বলা যায়, পরম স্থিতি ও পরম গতি অস্তিত্বহীন।

প্রশ্ন-২. সমবেগ সম্পন্ন কণার দ্রুতি অসম হতে পারে না কেন?

উত্তর: বেগ একটি ভেক্টর রাশি, যার মান ও দিক দুই-ই আছে। তাই বেগের মান ও দিক উভয়ই অপরিবর্তিত থাকলে বলা যায় কণাটি সমবেগ সম্পন্ন। দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি, যার শুধু মান আছে। ফলে বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকলে দ্রুতির মানও অপরিবর্তিত থাকবে। তাই সমবেগ সম্পন্ন কণার দ্রুতি অসম হতে পারে না।

প্রশ্ন-৩. কোনো গতিশীল কণার ত্বরণ থাকলেও তার বেগের মান ধ্রুব হতে পারে কেন?

উত্তর: কোনো গতিশীল কণার ত্বরণ থাকলেও তার বেগের মান ধ্রুব হতে পারে। কণাটির ত্বরণ যদি সবসময় তার বেগের লম্বদিকে ক্রিয়াশীল হয় তবে তার বেগের মান পরিবর্তিত হবে না। ঐ ত্বরণ কেবল বেগের দিক পরিবর্তন করে দেয়। যেমন বৃত্তাকার পথে গতিশীল কণার সর্বদা কেন্দ্রবিমুখী ত্বরণ থাকে, কিন্তু তার বেগের মান ধ্রুব থাকে।

প্রশ্ন-৪. গুলির বেগ দ্বিগুণ হলে গুলি চারগুণ দূরে গিয়ে পড়ে কেন?

উত্তর: নিষ্ফিষ্ট বস্তুর পাল্লা R এর সমীকরণটি হচ্ছে নিম্নরূপ—

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

$$\text{সর্বোচ্চ পাল্লা, } R_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \sin(2 \times 45^\circ) = \frac{v_0^2}{g} \sin 90^\circ = \frac{v_0^2}{g}$$

এখন, লক্ষণীয় যে, কোনো নির্দিষ্ট স্থানে g ধ্রুব সংখ্যা।

$$\therefore R_{\max} \propto v_0^2$$

অর্থাৎ নিষ্ফিষ্ট বস্তুর পাল্লা আদিগতির বর্গের সমানুপাতিক। এজন্যই গুলির বেগ দ্বিগুণ করা হলে গুলি চারগুণ দূরে গিয়ে পড়ে।

প্রশ্ন-৫. পর্যায়কাল বাড়লে কৌণিক বেগ হ্রাস পায় কেন?

উত্তর: মনে করি, বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত একটি কণার পর্যায়কাল T এবং T সময়ে বস্তুটি 2π দূরত্ব অতিক্রম করে।

$$\text{আমরা জানি, কৌণিক বেগ} = \frac{\text{কৌণিক দূরত্ব}}{\text{সময়}}$$

$$\text{বা, } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\text{বা, } \omega \propto \frac{1}{T} \quad [\because 2\pi \text{ ধ্রুবক}]$$

অর্থাৎ কৌণিক বেগ পর্যায়কালের ব্যস্তানুপাতিক। ফলে পর্যায়কাল বৃদ্ধি পেলে কৌণিক বেগ হ্রাস পায়।

প্রশ্ন-৬. খাড়াভাবে নিষ্ফিষ্ট বস্তুর সর্বাধিক উচ্চতা, H এবং বিচরণকাল, T এর মাঝে সম্পর্ক নির্ণয় কর।

উত্তর : কোনো বস্তু u আদিবেগে খাড়াভাবে নিষ্ফিষ্ট হলে,

$$\text{সর্বোচ্চ উচ্চতা, } H = \frac{u^2}{2g} \dots\dots\dots(i)$$

$$\text{বিচরণকাল, } T = \frac{2u}{g}$$

$$\text{বা, } T^2 = \frac{4u^2}{g^2} \dots\dots\dots(ii)$$

$$(i) \text{ কে } (ii) \text{ দ্বারা ভাগ করে, } \frac{H}{T^2} = \frac{u^2}{2g} \times \frac{g^2}{4u^2}$$

$$\text{বা, } \frac{H}{T^2} = \frac{g}{8} = \text{ধ্রুবক}$$

বা, $H \propto T^2$; অর্থাৎ, সর্বোচ্চ উচ্চতা বিচরণকালের বর্গের সমানুপাতিক।