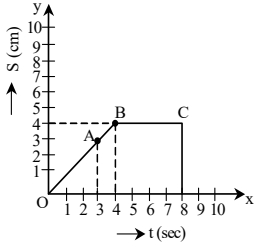




পরীক্ষায় কমন পেতে অনন্য প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ১ একটি বস্তুর সরণ (s) বনাম সময় (t)-এর লেখচিত্র দেখানো হলো:



চিত্র: s-t লেখচিত্র

◀ শিখনফল: ৪/রা. বো. ২০১৬/

- ক. পীচ কাকে বলে? ১
 খ. দোলায়মান সেকেন্ড দোলক কোনো শব্দ উৎপন্ন করে না কেন? ২
 গ. লেখচিত্রের AB অংশে বস্তুর ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. লেখচিত্রের BC রেখাটি বস্তুটির সমবেগ না স্থিরাবস্থা নির্দেশ করবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজ বা স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেল একবার ঘুরালে তা রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ যন্ত্রের পীচ বলে।

খ সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, $T = 2$ s

এর কম্পাঙ্ক, f হলে, $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz

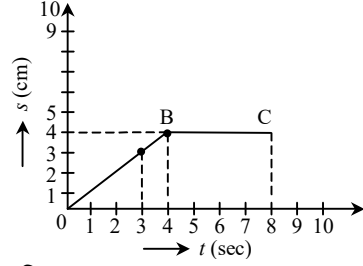
মানুষের শ্রাব্যতার ন্যূনতম সীমা 20 Hz. অর্থাৎ কোনো শব্দের কম্পাঙ্ক 20 Hz এর চেয়ে কম হলে তা মানুষ শুনতে পাবে না। সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক 20 Hz এর চেয়ে অনেক কম হওয়ায়, সেকেন্ড দোলক কর্তৃক উৎপন্ন শব্দ মানুষ শুনতে পায় না। এ কারণে মনে হয়, সেকেন্ড দোলক কোনো শব্দ উৎপন্ন করে না।

গ প্রদত্ত লেখচিত্রে x অক্ষ বরাবর সময় এবং y অক্ষ বরাবর সরণ দেখানো হয়েছে। এখানে AB রেখাটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা যার ঢাল ঐ বস্তুর বেগ নির্দেশ করে।

∴ বেগ, $v = \frac{ds}{dt} = \frac{4 \text{ cm} - 3 \text{ cm}}{4 \text{ s} - 3 \text{ s}} = 1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$

যেহেতু AB রেখাটি একটি সরলরেখা এবং এ ক্ষেত্রে বেগ ধ্রুবক তাই বস্তুর কোনো ত্বরণ থাকবে না। অর্থাৎ AB অংশে বস্তুর ত্বরণ শূন্য। (Ans.)

ঘ



উদ্দীপকে লেখচিত্রে y অক্ষ বরাবর সরণ এবং x অক্ষ বরাবর সময়। O থেকে B পর্যন্ত প্রতি 1 s এ সরণ 1 cm। কিন্তু B থেকে C বিন্দুতে সময়ের সাথে সরণ পরিবর্তিত হয়না। তাই BC স্থিরাবস্থা নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ২ ফিফা ফুটবল ওয়ার্ল্ড কাপ কোয়ালিফায়িং ম্যাচে বাংলাদেশ-তাজিকিস্তানের মধ্যকার খেলায় বাংলাদেশ টিমের 'জাহিদ হাসান এমিলি' তাজিকিস্তানের গোলপোস্টের 35m সামনে থেকে বলে কিক করলেন। বলটি ভূমির সাথে 45° কোণে 20 ms^{-1} বেগে গোল পোস্টের দিকে উড়ে গেল। কিকের অবস্থান হতে 4m দূরে তাজিকিস্তানের 2 জন খেলোয়াড় বলটিকে প্রতিরোধ করার জন্য দাঁড়িয়েছিল। গোলরক্ষক গোলপোস্টের যে প্রান্তে দাঁড়িয়েছিল বলটি তার বিপরীত প্রান্ত দিয়ে পোস্টের দিকে ধেয়ে গেল। গোলপোস্টের উচ্চতা 2.4m।

◀ শিখনফল: ৬/দি. বো. ২০১৬/

- ক. অভিকর্ষ কেন্দ্র কাকে বলে? ১
 খ. রকেটের বেগ মুক্তিবেগ নয় কেন? ২
 গ. প্রতিরোধকারী খেলোয়াড়ের মাথার উপরে উড়ন্ত বলটির বেগ কত? নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. এমিলির কিক হতে গোল হবে কিনা—গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলের লম্বি যে বিন্দুতে ক্রিয়া করে তাকে বস্তুটির অভিকর্ষ কেন্দ্র বা ভার কেন্দ্র বলে।

খ কোনো বস্তুকে সর্বনিম্ন যে বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না তাকে মুক্তি বেগ বলে। মুক্তি বেগের ক্ষেত্রে বেগ দিয়ে ছেড়ে দেয়া হয়। এতে আর কোনো প্রকার শক্তি সরবরাহের প্রয়োজন হয় না। কিন্তু রকেট নিক্ষেপের ক্ষেত্রে সব সময়ই জ্বালানী ব্যবহার করে শক্তি সরবরাহ করা হয়। তাই রকেট নিক্ষেপের জন্য মুক্তি বেগ দেয়ার প্রয়োজন হয় না।

গ এখানে,

নিষ্ফেপন বেগ, $v_0 = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপন কোণ, $\theta_0 = 45^\circ$

নিষ্ফেপন বেগের অনুভূমিক উপাংশ, $v_{x0} = 20\cos 45^\circ = 14.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপন বেগের উল্লম্ব উপাংশ, $v_{y0} = 20\sin 45^\circ = 14.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

যেহেতু অনুভূমিক বরাবর ত্বরণ শূন্য তাই যে কোনো সময় অনুভূমিক বেগ, $v_x = v_{x0} = 14.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপনের স্থান থেকে প্রতিরোধকারি খেলোয়াড়ের দূরত্ব, $x = 4 \text{ m}$

এ দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{x}{v_{x0}} = \frac{4 \text{ m}}{14.14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}} = 0.283 \text{ s}$$

t সময় পর বেগের উল্লম্ব উপাংশ,

$$v_y = v_{y0} - gt = 14.14 - 9.8 \times 0.283 = 11.37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

সুতরাং t সময় পর বা প্রতিরোধকারী খেলোয়াড়ের মাথার উপর বলটির বেগ, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{14.14^2 + 11.37^2} = 17.75 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Ans.)

ঘ দেয়া আছে,

নিষ্ফেপন বেগ, $v_0 = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপন কোণ, $\theta_0 = 45^\circ$

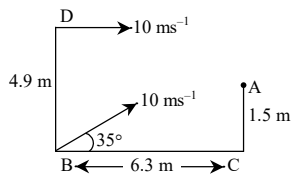
নিষ্ফেপনের স্থান থেকে প্রতিরোধকারি গোল পেষ্টের দূরত্ব, $x = 35 \text{ m}$

প্রাসের চলরেখার সমীকরণ অনুসারে

$$\begin{aligned} y &= (\tan \theta_0)x - \frac{g}{2(v_0 \cos \theta_0)^2} x^2 \\ &= (\tan 45^\circ) \times 35 - \frac{9.8}{2 \times (14.14)^2} (35)^2 \\ &= 35 - 30 = 5 \text{ m} \end{aligned}$$

অর্থাৎ গোল পেষ্টের অবস্থানে বলটির উচ্চতা হবে 5 m উপরে। কিন্তু গোল পেষ্টের উচ্চতা 2.4 m। সুতরাং বলা যায় এমিলির শট থেকে গোল হওয়ার কোনো সম্ভাবনা নেই।

প্রশ্ন ৩



A বিন্দুতে আঘাত করার জন্য B ও D বিন্দুতে অবস্থানরত দুই বন্ধু একই সময়ে চিত্রের ন্যায় ডিল নিষ্ফেপ করে। $[g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$

◀ শিখনফল: ৬/ক্. বো. ২০১৬/১

ক. মুক্তি বেগ কাকে বলে? ১

খ. স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে পেছন দিকে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

পাঞ্জেরী সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র ■ একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

গ. B বিন্দুতে অবস্থানরত বন্ধুর নিষ্ফিষ্ট ডিলটির 0.2s পর বেগ কত হিসাব কর। ৩

ঘ. কোন বন্ধুর নিষ্ফিষ্ট ডিলটি A বিন্দুকে আগে স্পর্শ করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সর্বনিম্ন যে বেগে কোনো বস্তু খাড়া ওপরের দিকে নিষ্ফিষ্ট হলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না সেই বেগকে মুক্তি বেগ বলে।

খ. স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে যখন পেছন দিকে টানা হয় তখন স্প্রিং এর বিপরীতে বল প্রয়োগ করে কাজ করা হয়। এই কাজ স্প্রিং এ স্থিতিশক্তিরূপে সঞ্চিত থাকে। গাড়িটিকে যখন ছেড়ে দেওয়া হয়, তখন এই স্থিতিশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে গাড়িটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়।

গ. ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: 9.0197 ms^{-1} ; অনুভূমিকের সাথে 24.75° কোণে উপরের দিকে।

ঘ. B থেকে নিষ্ফিষ্ট ডিলের ক্ষেত্রে

নিষ্ফেপন বেগ, $v_0 = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপন কোণ, $\theta_0 = 35^\circ$

নিষ্ফেপন বেগের উল্লম্ব উপাংশ, $v_{y0} = 10\sin 35^\circ = 5.736 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপন বেগের অনুভূমিক উপাংশ, $v_x = v_{x0} = 10\cos 35^\circ = 8.19 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

সুতরাং অনুভূমিক 6.3 m দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{6.3}{8.19} = 0.77 \text{ s}$$

এ সময় উল্লম্ব সরণ, $y = v_{y0}t - \frac{1}{2}gt^2$

$$= 5.736 \times 0.77 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 0.77^2$$

$$= 4.4 - 2.9 = 1.5 \text{ m}$$

সুতরাং B থেকে নিষ্ফিষ্ট ডিলটি A বিন্দু দিয়ে যাবে।

D থেকে নিষ্ফিষ্ট ডিলের ক্ষেত্রে

ডিলটির আদি অবস্থান, $y_0 = 4.9 \text{ m}$

আদি বেগ = যে কোনো সময়ের বেগ, $v_x = v_{x0} = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

সুতরাং অনুভূমিক 6.3 m দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = \frac{6.3}{10} = 0.63 \text{ s}$$

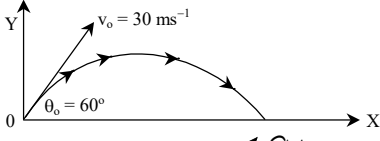
এ সময় ডিলটির অবস্থান হবে,

$$y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2 = 4.9 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 0.63^2 = 2.96 \text{ m}$$

সুতরাং D থেকে নিষ্ফিষ্ট ডিলটি A বিন্দু দিয়ে যাবে না।

BA অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করতে D থেকে নিষ্ফিষ্ট ডিলটির সময় কম লাগে কিন্তু এ ডিলটি A বিন্দুকে স্পর্শ করবে না।

প্রশ্ন ৮



শিখনফল: ৬/য. বো. ২০১৬/

- ক. গড় বেগ কাকে বলে? ১
 খ. কাচে গুলি করলে ছিদ্র হয় কিন্তু ডিল ছুঁড়লে কাচ চূর্ণবিচূর্ণ হয় — ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. প্রাসটির পাল্লা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. প্রাসটির নিক্ষেপণ বিন্দু থেকে x-অক্ষ বরাবর 20m দূরে 25m উঁচু দেয়াল অতিক্রম করতে পারবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোনো সময় ব্যবধানে কোনো বস্তুর মোট সরণকে ঐ সময় ব্যবধান দিয়ে ভাগ করলে যে রাশি পাওয়া যায় তাকেই বস্তুর গড় বেগ বলে।

খ ঘাত বলের তারতম্যের কারণে কাচে গুলি করলে ছিদ্র হয় কিন্তু ডিল ছুঁড়লে কাচ চূর্ণ বিচূর্ণ হয়। খুব কম সময়ের জন্য ঘাত বল প্রযুক্ত হয়। কাচে গুলি করলে গুলি কর্তৃক প্রযুক্ত বল F , কাচের ভরবেগ পরিবর্তন করে। যে সময় ধরে কাচ গুলির সংস্পর্শে থাকে সে সময়ে গুলি কর্তৃক প্রযুক্ত বল অন্যান্য বলের তুলনায় অনেক বড় হয় এবং গুলিটি কাচ ছিদ্র করে বের হয়ে যায়। কিন্তু ডিল এর ভরবেগ এবং ক্রিয়াকাল বেশি হওয়ায় কাঁচে প্রযুক্ত বল চারদিকে ছড়িয়ে গিয়ে কাচকে চূর্ণ বিচূর্ণ করে।

গ এখানে, নিক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 60^\circ$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
 পাল্লা, $R = ?$

আমরা জানি, অনুভূমিক পাল্লা,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

$$= \frac{(30)^2 \times \sin(2 \times 60^\circ)}{9.8}$$

$$= 79.53 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ এখানে, নিক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 60^\circ$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
 দেয়ালের উচ্চতা, $h = 25 \text{ m}$
 অনুভূমিক দূরত্ব, $x = 20 \text{ m}$

ধরি, উল্লম্ব দূরত্ব = y

আমরা জানি,

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

$$= 20 \tan 60^\circ - \frac{9.8 \times (20)^2}{2(30 \cos 60^\circ)^2}$$

$$= 34.64 - 8.71$$

$$= 25.93 \text{ m} > 25 \text{ m}$$

যেহেতু $y > h$, সেহেতু প্রাসটি দেয়াল অতিক্রম করতে পারবে।

প্রশ্ন ৫ ভারত বনাম বাংলাদেশের ক্রিকেট ম্যাচে ব্যাটসম্যান বিরাট কোহলীর দিকে সাকিব আল-হাসান বল করলেন। 20 ms^{-1} বেগে এবং 30° কোণে ব্যাটসম্যান বলটিকে আঘাত করল। ব্যাটসম্যান হতে 60 m দূরে থাকা রুবেল 8 ms^{-1} বেগে দৌড়ে বলটিকে ক্যাচ ধরার জন্য অগ্রসর হলো।

শিখনফল: ৬/য. বো. ২০১৬/

- ক. ক্ষমতা কাকে বলে? ১
 খ. সকল সরল ছন্দিত স্পন্দনই পর্যায়বৃত্ত স্পন্দন কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন নয় — ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. বলটি কত সময় শূন্য অবস্থান করবে? ৩
 ঘ. রুবেলের পক্ষে ক্যাচটি ধরা সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সিদ্ধান্ত দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো উৎস কর্তৃক একক সময়ে কৃত কাজকে তার ক্ষমতা বলে।

খ পর্যায়বৃত্ত স্পন্দন সরল পথে ও বৃত্তাকার পথে হতে পারে। সরলপথে স্পন্দন হলে তাকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। যেমন সিলিংফ্যান ও সরলদোলক উভয়ের গতি পর্যায়বৃত্ত স্পন্দন হলেও সিলিং ফ্যানের গতি বৃত্তাকার বলে এটি সরল ছন্দিত স্পন্দন নয়। সুতরাং বলা যায়, সকল সরল ছন্দিত স্পন্দনই পর্যায়বৃত্ত স্পন্দন কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন নয়।

গ দেওয়া আছে, আদিবেগ, $v_0 = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

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

বলটি যে সময় শূন্য থাকবে তা তার বিচরণ কাল, T এর সমান হবে।

আমরা জানি,

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

$$= \frac{2 \times 20 \times \sin 30^\circ}{9.8}$$

$$= 2.04 \text{ sec (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, রুবেল ব্যাটসম্যান হতে 60 m দূরে রয়েছে। ক্যাচ ধরার জন্য রুবেলকে অবশ্যই বলটি ভূমি স্পর্শ করার পূর্বে বলটির পাল্লার মধ্যে পৌঁছাতে হবে।

আমরা জানি, পাল্লা, $R = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\theta$

$$= \frac{20^2}{9.8} \times \sin (2 \times 30^\circ)$$

$$= \frac{20^2}{9.8} \times \sin 60^\circ$$

$$= 35.35 \text{ m}$$

আবার, যেহেতু বলটির বিচরণ কাল 2.04 sec তাই ক্যাচ ধরতে হলে বুবেলকে 2.04 sec এর মধ্যে (60 - 35.35) বা, 24.65 দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

দেওয়া আছে, বুবেলের বেগ, $v_R = 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

তাহলে, 2.04 sec এ তার অতিক্রান্ত দূরত্ব d হলে,

$$d = 8 \times 2.04 \text{ sec} \\ = 16.32 \text{ m}$$

দেখা যাচ্ছে যে, বলটি ভূমি স্পর্শ করার পূর্বে বুবেল বলটির অবস্থানে পৌঁছাতে পারবে না। তাই বলা যায়, বুবেলের পক্ষে ক্যাচটি ধরা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ৬ বাংলাদেশ-জিম্বাবুয়ের মধ্যকার মিরপুর টেস্টে সাকিব একটি বলকে ব্যাটের সাহায্যে আঘাত করায় বলটি 45° কোণে এবং 20 ms^{-1} বেগে বোলারের উপর দিয়ে মাঠের বাহিরে যেতে শুরু করে। মধ্য মাঠ থেকে একজন ফিল্ডার দৌড়াতে শুরু করলেন। ফিল্ডারটি বলের লাইনে পৌঁছানোর আগেই সেটি ছক্কাতে পরিণত হয়। মাঠের ভিতর বলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব 35 m, ঢাকায় $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ।

◀ শিখনফল: ৫ / ডা. বো. ২০১৫/

- স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে? ১
- খাড়া উপরে নিষ্ফিষ্ট বস্তুর অনুভূমিক দূরত্ব শূন্য হয় কেন — ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের বলটি সর্বাধিক কত উচ্চতায় উঠবে? ৩
- উদ্দীপকের ফিল্ডার উর্ধ্বে লাফ দিয়ে 3m উচ্চতায় বল ধরতে পারেন। তিনি যদি সময় মত বলের লাইনে পৌঁছতে পারতেন তাহলে তিনি বলটি ক্যাচ নিতে সমর্থ হতেন কি? উপরের সপক্ষে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থ তার যে ধর্মের জন্য বল প্রয়োগে তার গঠনের পরিবর্তনে বাধা দেয় এবং প্রযুক্ত বল অপসারিত হলে তা পূর্বের গঠন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

খ খাড়া উপরে নিষ্ফিষ্ট বস্তুর ক্ষেত্রে অনুভূমিক দিকে নিষ্ফেপণ বেগের উপাংশ শূন্য। তাই নিষ্ফিষ্ট বস্তুর অনুভূমিক দূরত্বও শূন্য হয়।

গ দেওয়া আছে, নিষ্ফেপণ বেগ, $v_0 = 20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
নিষ্ফেপণ কোণ, $\theta_0 = 45^\circ$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

বের করতে হবে, সর্বাধিক উচ্চতা, $y_{\max} = ?$

$$\text{আমরা জানি, } y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} = \frac{(20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})^2 (\sin 45^\circ)^2}{2 \times 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}} \\ = 10.2 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ মনে করি, বলটি 35 m অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করার মুহূর্তে ভূমি হতে y উচ্চতায় থাকবে। এ দূরত্ব অতিক্রমে t সময় লাগলে,

$$x = v_0 \cos \theta_0 \times t \\ \therefore t = \frac{x}{v_0 \cos \theta_0} = \frac{35 \text{ m}}{20 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times \cos 45^\circ} = 2.475 \text{ sec} \\ \therefore y = v_0 \sin \theta_0 \times t - \frac{1}{2} g t^2$$

পাঞ্জেরী সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র ■ একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

$$= 20 \sin 45^\circ \times 2.475 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (2.475)^2 \\ = 4.986 \text{ m} > 3 \text{ m}$$

সুতরাং ঐ ফিল্ডার ক্যাচ নিতে সমর্থ হতেন না।

প্রশ্ন ৭ গোলকরক্ষকের 80 m সামনে থেকে একজন ফুটবল খেলোয়াড় অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 25 ms^{-1} বেগে বল কিক করে। একই সময়ে গোলকিপার বলটি ধরার জন্য বলের দিকে 10 ms^{-1} সমবেগে দৌড়ে যায়। [$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$]

◀ শিখনফল: ৩ ও ৬ / রা. বো. ২০১৫/

- কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? ১
- মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে দূরত্বের সাপেক্ষে মহাকর্ষীয় বিভবের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ২
- কিক করার 0.5 সে. পরে বলের বেগ কত? ৩
- বলটি ভূমিতে পড়ার আগে গোলকিপার বলটি ধরতে পারবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

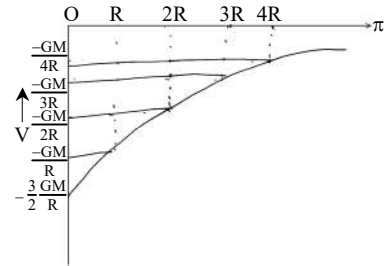
৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ঘূর্ণায়মান বস্তুর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণন জড়তা বা জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক বেগের গুণফলকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগ বলে।

খ আমরা জানি, R ব্যাসার্ধ ও M ভরের কোনো বস্তু থেকে r ($r \geq R$) দূরত্বে কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষ বিভব,

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

সুতরাং দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে V এর মান দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে কমে থাকবে কিন্তু বিভব ঋণাত্মক হওয়ায় V এর মান বাড়তে থাকে এবং অসীম দূরত্বে মহাকর্ষ বিভব শূন্য। দূরত্বের সাথে মহাকর্ষ বিভবের পরিবর্তন নিচের লেখচিত্রের সাহায্যে দেখানো যায়—



গ দেওয়া আছে,

নিষ্ফেপণ বেগ, $v_0 = 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

নিষ্ফেপণ কোণ, $\theta_0 = 30^\circ$

কিক করার $t = 0.5 \text{ sec}$ পর অনুভূমিক বেগ, $v_x = v_{x0} = v_0 \cos \theta_0$
 $= 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times \cos 30^\circ = 21.65 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

এবং উল্লম্ব বেগ, $v_y = v_0 \sin \theta_0 - gt$
 $= 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times \sin 30^\circ - 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2} \times 0.5 \text{ sec}$
 $= 7.6 \text{ ms}^{-1}$

\therefore কিক করার 0.5 sec পরে বলের বেগের মান, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$
 $= \sqrt{21.65^2 + 7.6^2} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 22.94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ Ans.}$

মনে করি, বলের বেগের দিক অনুভূমিকের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে।

$$\therefore \tan \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{7.6}{21.65} = 0.351039$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1}(0.351039) = 19.45^\circ$$

\therefore 0.5s পর বলটির বেগের মান $22.94 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ এবং এই বেগের দিক হবে অনুভূমিকের সাথে 19.45° কোণ করে উপরের দিকে। (Ans.)

ঘ) বলটির অনুভূমিক পাল্লা,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} = \frac{(25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})^2 \sin(2 \times 30^\circ)}{9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}}$$

$$= 55.23 \text{ m}$$

$$\text{এবং বিচরণকাল, } T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g} = \frac{2 \times 25 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times \sin 30^\circ}{9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}}$$

$$= 2.55 \text{ sec}$$

$$\therefore \text{ এই সময়ে গোলকিপার কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব}$$

$$= 2.55 \text{ sec} \times 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$$= 25.5 \text{ m}$$

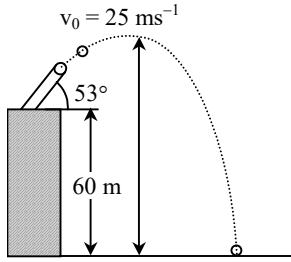
$$\text{গোলপোস্ট থেকে বলটির পতন বিন্দুর দূরত্ব} = 80 \text{ m} - 25.5 \text{ m}$$

$$= 54.5 \text{ m}$$

যেহেতু গোলকিপার বলটি ভূমিতে পতিত হওয়ার আগেই এসেছিল, তাই গোলকিপার বলটি ধরতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ৮ 60m উচ্চতাবিশিষ্ট একটি পাহাড়ের চূড়া হতে একটি কামানের গুলি 25 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 53° কোণে ছোড়া হচ্ছে (চিত্র-২)।

◀ শিখনফল: ৩



/ক্. বো. ২০১৫/

- ক. স্প্রিং ধুবক কাকে বলে? ১
- খ. একটি বড় বৃষ্টির ফোঁটা ভেঙ্গে অনেকগুলো ছোট ফোঁটায় পরিণত করলে তাপমাত্রার কি পরিবর্তন হবে — ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. কামানের গুলিটি ভূমি হতে সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে? ৩
- ঘ. পাহাড়ের চূড়া হতে উদ্দীপকে বর্ণিত গুলির অনুরূপ একটি কামানের গুলি একই সময় একই বেগে অনুভূমিক বরাবর নিক্ষেপ করা হলে, কোনটি আগে মাটিতে আঘাত করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো স্প্রিংকে এর সাম্যাবস্থা হতে 1 m প্রসারিত বা সংকুচিত করতে যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করতে হয়, তাকে স্প্রিং ধুবক বলে।

খ) একটি বড় বৃষ্টির ফোঁটা ভেঙ্গে অনেকগুলো ছোট ফোঁটায় পরিণত করলে পৃষ্ঠের মোট ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পায়। পৃষ্ঠশক্তির দ্রুণ এক্ষেত্রে কিছু শক্তির দরকার হয়। বৃহৎ পানির ফোঁটা হতে এ শক্তি শোষণ করা হয় বিধায় এক্ষেত্রে তাপমাত্রার হ্রাস ঘটবে।

গ) আমরা জানি,

$$v_y^2 = v_{y0}^2 - 2g(y - y_0)$$

এখানে, বন্দুকের উচ্চতা, $y_0 = 60 \text{ m}$

$$\text{এবং } v_{y0} = v_0 \sin \theta_0 = 25 \times \sin 53^\circ = 25 \times 0.7986 = 19.96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

সর্বাধিক উচ্চতায় বেগের উল্লম্ব উপাংশ শূন্য অর্থাৎ যখন $y = y_{\text{max}}$ তখন $v_y = 0$ ।

সুতরাং

$$0 = (19.96)^2 - 2 \times 9.8(y_{\text{max}} - 60)$$

$$\text{বা, } 19.6(y_{\text{max}} - 60) = 398.6$$

$$\text{বা, } (y_{\text{max}} - 60) = 20.34$$

$$\therefore y_{\text{max}} = 80.34$$

সুতরাং সর্বাধিক উচ্চতা 80.34 m (Ans.)

ঘ) ধরা যাক, বন্দুক ও কামানের গুলি ভূমিতে পড়তে যথাক্রমে t_1 ও t_2 সময় লাগবে।

এখানে,

$$\text{বন্দুক ও কামানের উচ্চতা, } y_0 = 60 \text{ m}$$

$$y = 0 \quad [\text{যেহেতু গুলি ভূমিতে পড়ে}]$$

বন্দুকের গুলির ক্ষেত্রে,

$$v_{y0} = v_0 \sin \theta_0 = 25 \times \sin 53^\circ = 25 \times 0.7986 = 19.96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

সুতরাং

$$y = y_0 + v_{y0} t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2$$

$$\text{বা, } 0 = 60 + 19.96 \times t_1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t_1^2$$

$$\text{বা, } 4.9 t_1^2 - 19.96 \times t_1 - 60 = 0$$

$$\therefore t_1 = \frac{19.96 \pm \sqrt{19.96^2 - 4 \times 4.9 \times (-60)}}{2 \times 4.9}$$

$$= \frac{19.96 \pm \sqrt{398.4 + 1176}}{2 \times 4.9} = \frac{19.96 \pm 39.68}{2 \times 4.9}$$

$$= 6.08 \text{ s or } -2.01 \text{ s}$$

কিন্তু ঋণাত্মক মান গ্রহণযোগ্য নয়। সুতরাং $t_1 = 6.08 \text{ s}$

কামানের গুলির ক্ষেত্রে,

$$v_{y0} = v_0 \sin \theta_0 = 25 \times \sin 0^\circ = 0$$

সুতরাং,

$$y = y_0 + v_{y0} t_2 - \frac{1}{2} g t_2^2$$

$$\text{বা, } 0 = 60 + 0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t_2^2$$

$$\text{বা, } 4.9 t_2^2 = 60$$

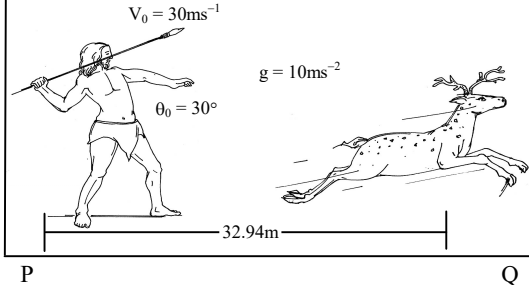
$$\text{বা, } t_2^2 = 12.245$$

$$\therefore t_2 = 3.5 \text{ s}$$

যেহেতু, $t_1 > t_2$

সুতরাং কামানের গুলি আগে মাটিতে আঘাত করবে।

প্রশ্ন ▶ ৯ চিত্রটি ভালভাবে লক্ষ্য কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



শিকারী যখন বর্শাটি নিক্ষেপ করেন হরিণটি তখন স্থিরবস্থা থেকে 10 ms^{-2} সমত্বরণে PQ বরাবর দৌড়াতে থাকে।

◀ শিখনফল: ৫ ও ৬ / চ. বো. ২০১৫/

- ক. ভেক্টর অপারেটর কী? ১
- খ. বলের একককে মৌলিক এককের মাধ্যমে প্রকাশ কর। ২
- গ. উদ্দীপকে বর্শাটি এর নিক্ষেপণ বিন্দু হতে সর্বাধিক কত উচ্চতায় উঠবে? ৩
- ঘ. বর্শাটি কি হরিণকে আঘাত করবে? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে গাণিতিক চিহ্নের দ্বারা একটি ভেক্টর রাশিকে অন্য একটি স্কেলার বা ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করা যায় বা কোনো পরিবর্তনশীল ভেক্টর রাশির ব্যাখ্যা দেয়া যায় তাকে ভেক্টর অপারেটর বলে।

$$\text{খ} \text{ বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} = \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^2}$$

$$\therefore \text{নিউটন (বলের একক)} = \text{কেজি} \times \frac{\text{মিটার}}{\text{সময়}^2}$$

$$= \text{কেজি} \times \text{মিটার/সে.}^2$$

$$\text{বা, } N = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বর্শাটির নিক্ষেপণ বেগ, } v_0 = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

বের করতে হবে, সর্বাধিক উচ্চতা, $y_{\text{max}} = ?$

$$\text{আমরা জানি, } y_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} = \frac{(30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 \times (\sin 30^\circ)^2}{2 \times 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

$$= 11.25 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ বর্শার অনুভূমিক পাল্লা,

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} = \frac{(30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 \sin(2 \times 30^\circ)}{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

$$= 77.94 \text{ m}$$

$$\text{এবং বর্শার উড্ডয়ন কাল, } T = \frac{2v_0 \sin \theta_0}{g} = \frac{2 \times 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \times \sin 30^\circ}{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}}$$

$$= 3 \text{ s}$$

3 s পর শিকারী থেকে হরিণের দূরত্ব,

$$x = x_0 + v_{x0} t + \frac{1}{2} a t^2 = 32.94 \text{ m} + \frac{1}{2} \times 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \times (3 \text{ s})^2$$

$$= 32.94 \text{ m} + 45 \text{ m} = 77.94 \text{ m}$$

সুতরাং বর্শাটি হরিণকে আঘাত করবে।

প্রশ্ন ▶ ১০ 750 ms^{-1} বেগে একটি বুলেট রাইফেল থেকে নির্গত হল। রাইফেলের নলের দৈর্ঘ্য 0.6 m ।

◀ শিখনফল: ৩ ও ৬ / য. বো. ২০১৫/

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কাকে বলে? ১
- খ. একজন অ্যাথলেট লং জাম্প দেয়ার পূর্বে বেহ কিছুদূর দৌড় দেন কেন? ২
- গ. বুলেটের গড় ত্বরণ কত? ৩
- ঘ. যদি বুলেটটি একটি প্রাস হয় তবে দেখাও যে ভিন্ন ভিন্ন কোণে একই বেগে নিক্ষিপ্ত বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব একই থাকবে। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে বস্তুর সরণের হারকে এর তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

খ একজন অ্যাথলেট লং জাম্প দেয়ার পূর্বে বেশ কিছুদূর দৌড় দেন। এর উদ্দেশ্যে হলো, গতিজড়তা অর্জন করা যার দরুন সে জাম্প দেয়ার পর বেশ খানিকটা দূরত্ব অতিক্রম করতে সক্ষম হবেন।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বুলেটের আদিবেগ, } v_0 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{শেষ বেগ, } v = 750 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\text{সরণ, } s = 0.6 \text{ m}$$

বের করতে হবে, গড় ত্বরণ, $a = ?$

$$\text{আমরা জানি, } v^2 = v_0^2 + 2as$$

$$\text{বা, } 2as = v^2 - v_0^2$$

$$\therefore a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} = \frac{(750 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2 - (0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1})^2}{2 \times 0.6 \text{ m}} = 468750 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

(Ans.)

ঘ আমরা জানি, অনুভূমিক পাল্লা, $R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$

সমীকরণ থেকে দেখা যায় g ধ্রুব এবং আদি বেগের মান v_0 ধ্রুব থাকলে অনুভূমিক পাল্লা নিক্ষেপ কোণ θ_0 এর উপর নির্ভর করে। $\sin 2\theta_0$ এর সর্বোচ্চ মান +1, সুতরাং R সর্বাধিক হবে, যখন $\sin 2\theta_0 = 1$ হবে।

$$\text{বা, } 2\theta_0 = 90^\circ \text{ হবে}$$

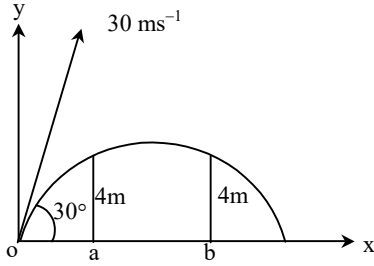
$$\text{বা, } \theta_0 = 45^\circ \text{ হবে}$$

সুতরাং, নির্দিষ্ট বেগে নিষ্ফিষ্ট একটি বস্তু সর্বাধিক অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করবে যখন তা অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে নিষ্ফিষ্ট হবে। 45° অপেক্ষা কম বা বেশি কোণে নিষ্ফিষ্ট হলে উভয় ক্ষেত্রে অনুভূমিক পাল্লা কমতে থাকবে। সুতরাং 45° অপেক্ষা কম ও বেশি জোড়া জোড়া পূরক কোণ থাকবে যাতে অনুভূমিক পাল্লা একই হবে। আমরা জানি,

$$\sin 2\theta_0 = \sin(180^\circ - 2\theta_0) = \sin 2(90^\circ - \theta_0)$$

অর্থাৎ একই বেগে θ_0 এবং $90^\circ - \theta_0$ এর জন্য, যেমন 40° ও $90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$ কোণে নিষ্ফিষ্ট বস্তুর অনুভূমিক পাল্লা একই হবে।

প্রশ্ন ১১



উপরের চিত্রে একটি প্রাসের গতি দেখানো হলো। $[g = 10 \text{ ms}^{-2}]$

◀ শিখনফল: ৬ / ব. বো. ২০১৫/

- ক. সরণ ভেক্টর কাকে বলে? ১
- খ. গুণ টানার ফলে নৌকা সামনের দিকে কীভাবে এগিয়ে চলে — ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রাসটির সর্বাধিক উচ্চতা হিসাব কর। ৩
- ঘ. প্রাসটির অনুভূমিক পাল্লা এবং ab অংশের দৈর্ঘ্য গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তুলনা কর। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো বস্তু এক অবস্থান থেকে অন্য কোনো অবস্থানে গমন করে তখন আদি অবস্থানকে পাদবিন্দু এবং শেষ অবস্থানকে শীর্ষ বিন্দু বিবেচনা করে যে ভেক্টর পাওয়া যায় তাকে সরণ ভেক্টর বলে।

খ ধরা যাক, নৌকার B বিন্দুতে গুণ বেঁধে এক ব্যক্তি BM বরাবর F বলে টানছে। এ বল দুটি উপাংশে বিভক্ত হবে। একটি উপাংশ $F \sin \theta$, যা নৌকাকে কূলের দিকে নিয়ে যেতে থাকবে। কিন্তু মাঝি নদীর স্রোতকে ব্যবহার করে বৈঠার সাহায্যে বিপরীত দিকে একটি বল উৎপন্ন করে যা $F \sin \theta$ অংশটিকে প্রশমিত করবে। অপর উপাংশ $F \cos \theta$, যা নৌকাকে সামনের দিকে নিয়ে যাবে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{নিষ্ফেপণ বেগ, } v_0 = 30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$$

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

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$$

বের করতে হবে, সর্বাধিক উচ্চতা, $y_{\max} = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } y_{\max} &= \frac{v_0^2 \sin^2 \theta_0}{2g} \\ &= \frac{(30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})^2 \times (\sin 30^\circ)^2}{2 \times 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}} \\ &= 11.25 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ঘ অনুভূমিক পাল্লা, } R &= \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g} \\ &= \frac{(30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1})^2 \sin (2 \times 30^\circ)}{10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}} \\ &= 77.94 \text{ m} \end{aligned}$$

নিষ্ফেপণের t সময় পরে প্রাসটি $y = 4 \text{ m}$ উচ্চতায় আসলে,

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

বা, $4 = 30 \sin 30^\circ t - \frac{1}{2} \times 10 t^2$ [এককসমূহ উহ্য রেখে]

$$\text{বা, } 5t^2 - 15t + 4 = 0$$

$$\begin{aligned} \therefore t &= \frac{15 \pm \sqrt{15^2 - 4 \times 5 \times 4}}{2 \times 5} = \frac{15 \pm \sqrt{225 - 80}}{10} \\ &= \frac{15 \pm \sqrt{145}}{10} = \frac{15 \pm 12.04}{10} = 0.296 \text{ s or } 2.704 \text{ s} \end{aligned}$$

বস্তুটি $t_1 = 0.296 \text{ s}$ সময়ে a বরাবর এবং $t_2 = 2.704 \text{ s}$ সময়ে b বরাবর উপরে অবস্থান করবে। সুতরাং ab দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় $\Delta t = (2.704 - 0.296) \text{ s} = 2.408 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং ab অংশের দৈর্ঘ্য} &= \text{বেগের অনুভূমিক উপাংশ} \times \text{সময়} \\ &= 30 \cos 30^\circ \times 2.408 = 30 \times 0.8660254 \times 2.408 \\ &= 62.56 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{সুতরাং } R \text{ : } ab = 77.94 \text{ : } 62.56$$

প্রশ্ন ১২ বাংলাদেশের কৃতি খেলোয়াড় সিদ্দিকুর রহমানের গল্ফস্টিকের আঘাতে বলটি 50 ms^{-1} বেগে ভূমির সাথে 42° কোণে উত্তর দিকে ধেয়ে চললো।

◀ শিখনফল: ৬

- ক. ভেক্টর ক্ষেত্র কাকে বলে? ১
- খ. “কোনো বস্তুর বেগ দ্বিমাত্রিক কিন্তু ত্বরণ একমাত্রিক হতে পারে”—ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. 1.6 sec পর বলটির বেগের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. 3.2 sec পর বলটির অবস্থান ভেক্টর নির্ণয় পূর্বক সেটি সর্বাধিক উচ্চতার অবস্থান কিনা যাচাই কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি কোন স্থানের প্রতিটি বিন্দুর সাথে একটি করে সমজাতীয় ভেক্টর রাশি সংশ্লিষ্ট থাকে এবং ঐ স্থানের সকল বিন্দুতে রাশিটি ব্যবকলন যোগ্য হয়, তবে ঐ ক্ষেত্রকে ভেক্টর ক্ষেত্র বলে।

খ কোনো বস্তুর বেগ দ্বিমাত্রিক হলেও ত্বরণ এক মাত্রিক হতে পারে। এক্ষেত্রে উৎকৃষ্ট উদাহরণ হলো প্রাসের গতিপথ। প্রাসের ক্ষেত্রে নিষ্ফেপণ বেগের অনুভূমিক উপাংশ বরাবর ত্বরণ শূন্য হলেও উল্লম্ববেগ বরাবর ত্বরণ ক্রিয়াশীল। তাই এক্ষেত্রে বস্তুর বেগ দ্বিমাত্রিক কিন্তু ত্বরণ একমাত্রিক।

গ দেওয়া আছে, নিষ্ক্ষেপণ বেগ, $v_0 = 50 \text{ ms}^{-1}$

নিষ্ক্ষেপণ কোণ, $\theta_0 = 42^\circ$

সময়কাল, $t = 1.6 \text{ sec}$

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

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

$t = 1.6 \text{ sec}$ মুহূর্তে বলটির বেগের অনুভূমিক উপাংশ,

$$\begin{aligned} v_x &= v_0 \cos \theta_0 \\ &= 50 \times \cos 42^\circ \\ &= 37.16 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

এবং উল্লম্ব উপাংশ

$$\begin{aligned} v_y &= v_0 \sin \theta_0 - gt \\ &= 50 \sin 42^\circ - 9.8 \times 1.6 \\ &= 17.76 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

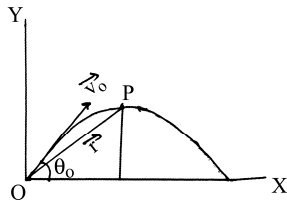
$$\begin{aligned} \therefore \text{তাৎক্ষণিক বেগ, } v &= \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \\ &= \sqrt{(37.16)^2 + (17.76)^2} \\ &= 41.19 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ মনে করি, 3.2 সেকেন্ডে বলটি P অবস্থানে অবস্থান করে।

মনে করি, অবস্থান ভেক্টর \vec{r} ।

$$\therefore \vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y$$

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



অবস্থান ভেক্টর \vec{r} এর অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশ

$$\begin{aligned} x &= (v_0 \cos \theta_0)t \\ &= 37.157 \times 3.2 \\ &= 118.91 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং } y &= (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \\ &= (50 \sin 42^\circ) \times 3.2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times (3.2)^2 \\ &= 56.83 \text{ m} \end{aligned}$$

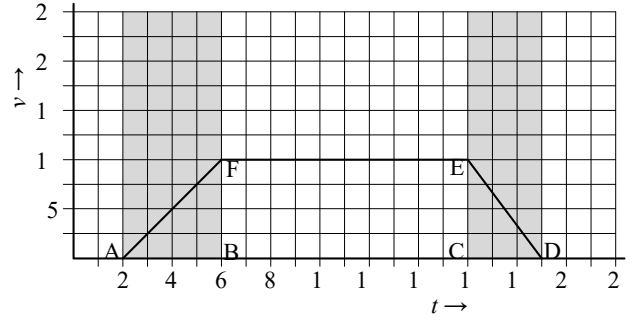
$$\therefore \vec{r} = (118.91 \hat{i} + 56.83 \hat{j}) \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{এবং } r &= \sqrt{(118.91)^2 + (56.83)^2} \\ &= 131.79 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখন, বলটির সর্বাধিক উচ্চতা, } H &= \frac{(v_0 \sin \theta_0)^2}{2g} \\ &= \frac{(50 \times \sin 42^\circ)^2}{2 \times 9.8} \text{ m} \\ &= 57.05 \text{ m} \end{aligned}$$

$\therefore 3.2 \text{ sec}$ পর বলটির অবস্থান ভেক্টর সর্বাধিক উচ্চতার অবস্থানে থাকবে না।

প্রশ্ন ১৩



উপরের চিত্রে x অক্ষ বরাবর গতিশীল একটি বস্তুর সময়ের সাথে বেগের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। এখানে সকল রাশি এস.আই. এককে দেওয়া হয়েছে।

শিখনফল: ৩

- ক. ত্বরণের একক কী? ১
খ. বিভিন্ন সময়ে বস্তুর গতির প্রকৃতি সম্পর্কে ধারণা দাও। ২
গ. বস্তুর সরণ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. সময় বনাম ত্বরণের লেখচিত্রটি অঙ্কন কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ত্বরণের একক ms^{-2} ।

খ বস্তুটি প্রথমে 2 s পর্যন্ত স্থির, 2 s থেকে 6 s পর্যন্ত সমত্বরণে, 6 s থেকে 16 s পর্যন্ত সমবেগে, 16 s থেকে 19 s সময় পর্যন্ত সমমন্দনে গতিশীল ছিল এবং এরপর বস্তুটি স্থির হয়ে যায়।

গ আমরা জানি, সরণ ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলের সমান। কিন্তু এটি একটি ট্রাপিজিয়াম। সুতরাং সরণ

$$S = \frac{1}{2} (\text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দৈর্ঘ্য} \times \text{উচ্চতা}) = \frac{1}{2} (AD + FE) \times FB$$

কিন্তু $AD = 17 \text{ s}$, $FE = 10 \text{ s}$ এবং $FB = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

$$S = \frac{1}{2} (17 \text{ s} + 10 \text{ s}) \times 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 135 \text{ m}$$

ঘ AF অংশে ত্বরণ

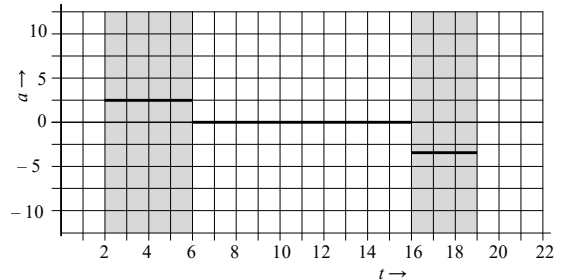
$$a_1 = \frac{FB}{AB} = \frac{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{4 \text{ s}} = 2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

FE অংশে ত্বরণ $a_2 = 0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

ED অংশে ত্বরণ

$$a_3 = \frac{-EC}{CD} = \frac{-10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{3 \text{ s}} = -3.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \text{ (এখানে বেগ হ্রাস)}$$

পাওয়ায় ঋণাত্মক চিহ্ন হয়েছে)



প্রশ্ন ▶ ১৪ দুজন মোটর সাইকেল আরোহী 10 ms^{-1} ও 5 ms^{-1} বেগ নিয়ে একটি প্রতিযোগিতা শুরু করে। তাদের ত্বরণ যথাক্রমে 2 ms^{-2} ও 3 ms^{-2} । এক সময় তারা প্রতিযোগিতা শেষ করল এবং দেখা গেল দুজন একই সময়ে শেষ প্রান্তে পৌঁছল।

◀ শিখনফল: ২

- ক. প্রক্ষেপক কাকে বলে? ১
খ. সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে কি? ২
গ. আরোহী দুজন কত সময় প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছিলেন? ৩
ঘ. প্রথম আরোহীর আদি বেগ বা ত্বরণ কোনটি সামান্য বৃদ্ধি করলে বেশি ব্যবধানে প্রতিযোগিতায় জয় লাভ করতে পারবে— বুঝিয়ে দাও। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষের প্রভাবে শূন্য স্থানে ভূমির সাথে তীর্যকভাবে উপরের দিকে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুকে প্রক্ষিপ্ত বস্তু বা প্রক্ষেপক বলে।

খ সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকতে পারে। কারণ বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। সমদ্রুতিতে বক্র পথে চলমান বস্তুর গতির দিকের পরিবর্তনের কারণে বেগের পরিবর্তন ঘটে। এ কারণে সমদ্রুতিতে বক্র পথে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে। যেমন— সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান কণার কেন্দ্রমুখী ত্বরণ থাকে।

গ প্রশ্নমতে,

$$s_1 = s_2$$

$$\text{বা, } u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } u_1 + \frac{1}{2} a_1 t = u_2 + \frac{1}{2} a_2 t$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} (a_1 - a_2) t = u_2 - u_1$$

$$\therefore t = \frac{2(u_2 - u_1)}{a_1 - a_2} = \frac{2(5 - 10)}{2 - 3}$$

$$= \frac{2(-5)}{-1} = 10 \text{ s}$$

সুতরাং আরোহী দুজন 10s সময় ধরে প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছিল।

ঘ রেসের দৈর্ঘ্য, $s_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

$$= 5 \times 10 + \frac{1}{2} \times 3 \times 100$$

$$= 50 + 3 \times 50$$

$$= 200 \text{ m}$$

প্রথম আরোহীর ত্বরণ স্থির রেখে আদিবেগ 5 একক বৃদ্ধি করা হলে ধরি, সে t' সময়ে রেসের দৈর্ঘ্য অতিক্রম করবে।

$$200 = (10 + 5) t' + \frac{1}{2} \times 2 t'^2$$

$$\text{বা, } 200 = 15t' + t'^2$$

$$\text{বা, } t'^2 + 15t' - 200 = 0$$

$$\therefore t' = 8.5 \text{ s}$$

কিন্তু প্রথম আরোহীর আদিবেগ স্থির রেখে যদি ত্বরণ 5 একক বৃদ্ধি বৃদ্ধি করা হয়, তাহলে ধরি, রেসের দৈর্ঘ্য অতিক্রমে তার t'' পরিমাণ সময় লাগে।

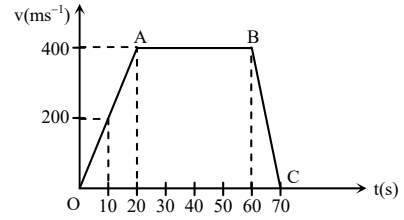
$$200 = 10t'' + \frac{1}{2} (2 + 5) t''^2$$

$$\text{বা, } 3.5t''^2 + 10t'' - 200 = 0$$

$$\therefore t'' = 6.26 \text{ s}$$

সুতরাং আদিবেগের তুলনায় ত্বরণের গুরুত্ব বেশি। অর্থাৎ ত্বরণ সামান্য বৃদ্ধি করলে বেশি ব্যবধানে প্রতিযোগিতায় জয় লাভ করতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ১৫ উড্ডয়নশীল একটি বিমানের গতিপথের বর্ণনা বেগ বনাম সময় লেখচিত্রে দেখানো হলো। [বায়ুতে শব্দের বেগ = 340 ms^{-1}]



◀ শিখনফল: ৩ ও ৪

- ক. গড় বেগ কী? ১
খ. খাড়াভাবে উপরে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর উত্থান বেগ ও পতনবেগ একই হবে— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. স্থির অবস্থান হতে বিমানটি কত ত্বরণে চলেছিল? ৩
ঘ. বিমানটি কত সময় ধরে শব্দের বেগের চেয়ে বেশি বেগে গতিশীল ছিল? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোনো সময় ব্যবধানে কোনো বস্তুর গড়ে প্রতি একক সময়ে যে সরণ হয় তাকে বস্তুটির গড় বেগ বলে।

খ কোনো বস্তুকে v_0 আদিবেগ খাড়া উপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করলে বস্তুটি যদি v শেষবেগে আদি অবস্থানে ফিরে আসে তবে অতিক্রান্ত উচ্চতা $h = 0$, বস্তুটিতে g ত্বরণ কাজ করে এসময়।

$$\text{আমরা জানি, } v^2 = v_0^2 - 2hg$$

$$\text{বা, } v^2 = v_0^2$$

$$\therefore v_0 = v$$

অর্থাৎ খাড়াভাবে উপরে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর উত্থান বেগ ও পতনবেগ একই হবে।

গ উদ্দীপকের বেগ বনাম সময় লেখচিত্র হতে দেখা যায়, স্থির অবস্থান হতে বিমানটি OA অংশে ত্বরণে চলে।

$$\text{এক্ষেত্রে, আদিবেগ, } v_0 = 0$$

$$\text{শেষ বেগ, } v = 400 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 20 \text{ sec}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ ms}^{-1} - 0}{20 \text{ s}}$$

$$= 20 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের বেগ বনাম সময় লেখচিত্র হতে দেখা যায়, বিমানটির সর্বোচ্চ বেগ 400 ms^{-1} এবং উদ্দীপকের তথ্যানুসারে শব্দের বেগ $= 340 \text{ ms}^{-1}$ । অর্থাৎ লেখচিত্রের OA ও BC-এর কিছু সময়ে বিমানটি শব্দের বেগের চেয়ে বেশি বেগে গতিশীল ছিল।

চিত্রে OA অংশের ক্ষেত্রে,

ত্বরণ, $a = 20 \text{ ms}^{-2}$ ['গ' প্রশ্নোত্তর হতে]

∴ বিমানের আদিবেগ, $v_0 = 0$

ধরি, বিমানটি $t \text{ sec}$ পর $v = 340 \text{ ms}^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়।

$$\therefore t = \left(\frac{v - v_0}{a} \right) = \frac{340 \text{ ms}^{-1} - 0}{20 \text{ ms}^{-2}} = 17 \text{ sec}$$

অর্থাৎ, OA অংশের ক্ষেত্রে $(20 - 17) = 3 \text{ sec}$ সময়ে শব্দের বেগের চেয়ে বেশি বেগে গতিশীল ছিল।

আবার, BC অংশের ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $v_0 = 400 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0$

ত্বরণ, $a = ?$

সময়, $t = 10 \text{ sec}$

$$\therefore a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 400 \text{ ms}^{-1}}{10 \text{ s}} = -40 \text{ ms}^{-2}$$

ধরি, বিমানটি $t \text{ sec}$ পর্যন্ত শব্দের চেয়ে বেশি বেগে ছিল। এক্ষেত্রে শেষবেগ $v = 340 \text{ ms}^{-1}$

আদিবেগ, $v_0 = 400 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ, $a = -40 \text{ ms}^{-2}$

$$\text{তাহলে } t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{(340 - 400) \text{ ms}^{-1}}{-40 \text{ ms}^{-2}} = 1.5 \text{ sec}$$

এবং AB অংশের ক্ষেত্রে, বিমানটি $(60 - 20)$ বা 40 sec শব্দের চেয়ে বেশি বেগে ছিল।

সুতরাং বিমানটি শব্দের বেগের চেয়ে বেশি বেগে থাকার মোট সময় = OA অংশের সময় + AB অংশের সময় + BC অংশের সময়

$$= (3 + 40 + 1.5) \text{ sec}$$

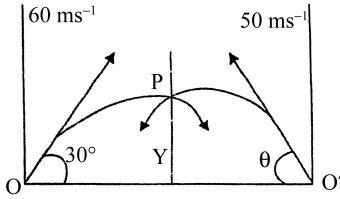
$$= 44.5 \text{ sec}$$



প্রশ্নব্যাংক

► উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ► ১৬ চিত্রটি পর্যবেক্ষণ করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



◀ শিখনফল: ৬

- ক. মধ্যবেগ কী? ১
- খ. শীতল পানির গতির চেয়ে গরম পানির গতি দ্রুত হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. প্রক্ষিপ্ত বস্তু দুটি যদি একই সময়ে P বিন্দুতে পৌঁছায় তাহলে θ -এর মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. চিত্রের কোন বস্তুর পাল্লা ও সর্বাধিক উচ্চতা বেশি হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি গতিশীল বস্তুর প্রথম এবং শেষ বেগের অভিমুখ একই হলে তাদের যোগফলের অর্ধেককে মধ্যবেগ বলে।

খ শীতল পানির তুলনায় গরম পানির তাপমাত্রা বেশি হয়। তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। তাই শীতল পানির তুলনায় গরম পানির ধারারেখ প্রবাহ অনেক সহজ হয়। তাই গরম পানির গতি দ্রুততর হয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ একটি প্রাসকে 30° কোণে 30 ms^{-1} বেগে ছোড়া হলো। অন্য একটি প্রাসকেও 40 ms^{-1} বেগে ছোড়া হলো। প্রাস দুটি একই সময়ে 9 m উচ্চতায় থাকে। দ্বিতীয় প্রাসটিকে কত কোণে ছোড়া হয়েছিল?

ঘ কোন প্রাসটির পাল্লা ও সর্বাধিক উচ্চতা বেশি হবে?

প্রশ্ন ► ১৭ ক্রিকেট খেলায় T-20 ম্যাচের এক শ্বাসবুদ্ধকর ইনিংসে জয়ের জন্য শেষ বলে প্রয়োজন ছিল ৬ রান। ব্যাটসম্যান বলটিকে 45° কোণে 29 ms^{-1} বেগে আঘাত করলেন। স্ট্রাইকিং প্রান্ত থেকে বাউন্ডারী লাইনের দূরত্ব 85 m । 82 m দূরে অবস্থান নেয়া ফিল্ডার বলটিকে ধরার জন্য 3 m উচ্চতায় লাফ দিলেন।

◀ শিখনফল: ৬

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

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে তির্যকভাবে কোন স্থানে নিক্ষেপ করা হলে তাকে প্রাস বা প্রক্ষেপক বলে।

খ খুব অল্প সময়ের জন্যে যে বল প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে। ক্রিকেট ব্যাট ও বলের সংঘর্ষ ঘাত বলের বাস্তব উদাহরণ। কেননা ব্যাট দ্বারা বলের উপর বল খুব অল্প সময়ের জন্যে প্রযুক্ত হয়। খুব অল্প সময় ধরে ক্রিকেট ব্যাট বলটির সংস্পর্শে থাকে, সে সময়ে ব্যাট কর্তৃক প্রযুক্ত বল অনেক বড় হয়। ক্রিকেট ব্যাট কর্তৃক প্রযুক্ত এরূপ বলকে ঘাত বল বলা হয়।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ ভূমির সাথে θ কোণে u বেগে নিষ্ফিষ্ট বস্তুর t s সময় পরে উল্লম্ব দূরত্ব বা উচ্চতা নির্ণয় করো।

ঘ $u = 20\text{ms}^{-1}$, $\theta = 45^\circ$ হলে পাল্লা 30m এর বেশি হবে কী? গাণিতিকভাবে আলোচনা করো। প্রক্ষেপনের স্থান থেকে 25m দূরে একটি 5m উঁচু দেওয়াল থাকলে 30m দূরের লক্ষ্যবস্তুকে তা কি আঘাত করতে পারবে?

প্রশ্ন ১৮ বাংলাদেশ বনাম পাকিস্তানের ক্রিকেট খেলায় আফ্রিদির করা বলকে মুশফিক ব্যাট দিয়ে আঘাত করলে সেটি 21ms^{-1} বেগে এবং 55° কোণে 80m দূরে বাউন্ডারি লাইনে দাঁড়িয়ে থাকা সরফরাজের দিকে উপরে উঠে যায়। বলটি লুফে নেয়ার জন্য সরফরাজ 2ms^{-1} বেগে দৌড় শুরু করে।

◀ শিখনফল: ৬

- ক. কৌণিক ভরবেগ কী? ১
খ. “প্রাসের বেগের অনুভূমিক উপাংশ সর্বদা সমান থাকে”— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বলটি লুফে নেয়ার জন্য সরফরাজ কত সময় পাবে? ৩
ঘ. সরফরাজ বলটি লুফে নিতে পারবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ঘূর্ণায়মান বস্তুর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণন জড়তা ও কৌণিক বেগের গুণফলকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগ বলে।

খ প্রাসের ক্ষেত্রে নিষ্ফেপণ বেগের দুইটি উপাংশ থাকে। একটি v_x (অনুভূমিক উপাংশ) ও অপরটি v_y (উল্লম্ব উপাংশ) v_x বরাবর কোনো ত্বরণ কাজ করে না। তাই, v_x অপরিবর্তিত থাকে।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ ব্যাটসম্যান বলকে 25ms^{-1} বেগে 50° কোণে আঘাত করলে বলটির উড্ডয়নকাল কত হবে?

ঘ 70m দূর হতে একজন ফিল্ডার বলটির দিকে দৌড়ে ক্যাচ ধরতে পারবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণ করো।

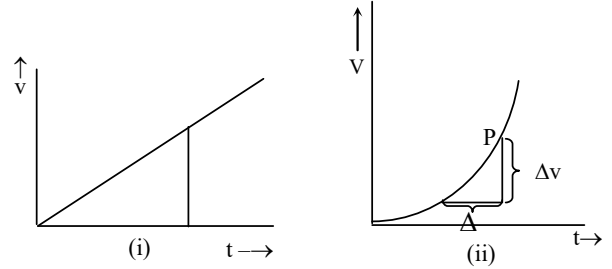
প্রশ্ন ১৯ কলেজের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় কাব্য ও রুদ্র লৌহ গোলক নিষ্ফেপে অংশ নেয়। রুদ্র নিষ্ফেপ স্থল হতে 10m দৌড়ে ভূমির সাথে 35° কোণে এবং কাব্য নিষ্ফেপ স্থল হতে 6m দৌড়ে ভূমির সাথে 40° কোণে গোলক নিষ্ফেপ করে। তাদের প্রত্যেকের নিষ্ফেপণ বেগ ছিল 15ms^{-1} ।

- ক. আপেক্ষিক গতি কাকে বলে? ১
খ. বেগ বনাম সময় লেখ অভ্যন্তরীণ ত্বরণ নির্ণয় কর। ২
গ. দুইজনের ক্ষেত্রে প্রাসের সর্বোচ্চ উচ্চতার অনুপাত বের কর। ৩
ঘ. রুদ্রের পরিবর্তিত বেগ কত হলে তার অনুভূমিক পাল্লা কাব্যের অনুভূমিক পাল্লার সমান হবে? ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তুর সাপেক্ষে অপর বস্তুর গতিকে আপেক্ষিক গতি বলে।

খ নিম্নে (i) সমত্বরণ (ii) অসমত্বরণের জন্য বেগ বনাম সময় লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। (i) নং লেখের সরলরেখা হতে সময় অক্ষের ওপর লম্ব টানা হয়। (ii) নং লেখের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুতে স্পর্শক এবং সংশ্লিষ্ট ত্রিভুজ অংকন করা হয়। উভয় লেখে প্রাপ্ত ত্রিভুজের উচ্চতা/ভূমি অনুপাত দ্বারা ত্বরণের মান প্রকাশ পায়।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ গোলক নিষ্ফেপ প্রতিযোগিতায় দুইজন প্রতিযোগীর উভয়েই 20ms^{-1} বেগে যথাক্রমে 35° এবং 40° কোণে গোলক নিষ্ফেপ করলো। কার গোলকের সর্বোচ্চ উচ্চতা কত?

ঘ ২য় জনের পরিবর্তিত বেগ কত হলে তার অনুভূমিক পাল্লা ১ম জনের পাল্লার সমান হবে?

প্রশ্ন ২০ ফুটবল খেলা চলাকালে একজন খেলোয়াড় বলটিকে 35ms^{-1} বেগে কিক করায় বলটিও 35ms^{-1} বেগে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে উড়ে গেল।

◀ শিখনফল: ৪

- ক. নিষ্ফেপন কোণ কাকে বলে? ১
খ. প্রাসের সর্বাধিক উচ্চতার সাথে নিষ্ফেপণ বেগের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো। ২
গ. নিষ্ফেপণ কোণ ঠিক রেখে বলটি 51m দূরত্বে পাঠাতে কত বেগে কিক করতে হবে? ৩
ঘ. কিক করার 2s পর বলটির বেগ 20% হ্রাস পাবে কী - মতামত দাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোণ প্রাসকে অনুভূমিকের সাথে যে কোণে নিষ্ফেপ করা হয় তাকে নিষ্ফেপণ কোণ বলে।

খ সর্বোচ্চ উচ্চতা: নিষ্ফিষ্ট বস্তুটি সর্বাধিক যে উচ্চতা বা উল্লম্ব দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে সর্বোচ্চ উচ্চতা বলে। সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের বেগ শূন্য হয়।

এখন, সর্বোচ্চ উচ্চতা H হলে, $0 = u^2 \sin^2 \theta - 2gH$

বা, $2gH = u^2 \sin^2 \theta \therefore H = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতার দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ 30° কোণে নিষ্ক্ষিপ্ত কোনো বস্তুর অনুভূমিক পাল্লা 51 m হলে নিষ্ক্ষেপণ বেগ কত?

ঘ একটি ফুটবলকে ভূমির সাথে 30° কোণে 30 ms^{-1} বেগে কিক করা হলো। 1 sec পরে ফুটবলের বেগের মান কত হবে?

প্রশ্ন ২১ 30m উচ্চতার কোন স্তম্ভ হতে একটি লাল বলকে 20 ms^{-1} দ্রুতিতে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে উপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করা হল। একই সাথে একটি সবুজ বলকে একই বেগে ও কোণে স্তম্ভের তলাদেশ (ভূপৃষ্ঠ) হতে নিষ্ক্ষেপ করা হলো।

◀ **শিখনফল:** ৪

- ক. নিষ্ক্ষেপণ বিন্দু কাকে বলে? ১
খ. বল দুটির গতিপথের প্রকৃতি কি ভিন্ন হবে? যদি ভিন্ন না হয় তবে কেন? ২
গ. উদ্দীপকে বর্ণিত সবুজ বলের ভ্রমণকাল কত? ৩
ঘ. কোন বলটি আগে ভূমি স্পর্শ করবে— লাল নাকি সবুজ। উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বিন্দু থেকে প্রাস নিষ্ক্ষিপ্ত হয় তাকে নিষ্ক্ষেপণ বিন্দু বলে।

খ লাল ও সবুজ উভয় বল দুটির গতিপথ একই হবে এবং গতিপথ অধিবৃত্তিক (Parabolic) হবে। যেহেতু দুটি বলকেই অনুভূমিকের সাথে একই কোণে এবং একই বেগে নিষ্ক্ষেপ করা হচ্ছে সেহেতু নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর সমীকরণ হতে দেখা যায়, দুটি বস্তুই

$$y = (v_0 \sin \theta_0)t - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots (i)$$

(i) নং সমীকরণ অনুসরণ করে চলে।

(i) নং কে, $y = bx - cx^2$ আকারে লেখা যায়। যা একটি অধিবৃত্তের সমীকরণ।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতার দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ একটি বলকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে 40 ms^{-1} বেগে নিষ্ক্ষেপ করা হলে বিচরণকাল কত?

ঘ 10 ms^{-1} বেগে এবং 30° কোণে দুটি বলকে যথাক্রমে 10 m উচ্চতাবিশিষ্ট দালানের ছাদ থেকে এবং ভূমিতে দাঁড়িয়ে নিষ্ক্ষেপ করা হল। ভূমিতে পৌঁছতে বল দুটির কত সময় লাগবে।

প্রশ্ন ২২ একজন ব্যক্তি ভূপৃষ্ঠে দাঁড়িয়ে 50 ms^{-1} বেগে একটি বল খাড়া ওপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করলেন। বলটি কিছু সময় শূন্য থেকে, অতঃপর ভূমিতে পতিত হল।

◀ **শিখনফল:** ৩

- ক. সরল চলন গতি কী? ১
খ. হেলিকপ্টার থেকে ত্রাণ ছুড়ে দেয়ার সময় প্রক্ষেপকের সূত্র মেনে চলা হয় — ব্যাখ্যা কর। ২

পাঞ্জেরী সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র ■ একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

গ. বলটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠে নিষ্ক্ষিপ্ত হবার কতক্ষণ পর ভূমিতে ফিরে আসবে? ৩

ঘ. বলটি উদ্দীপকে উল্লিখিত বেগের কতগুণ বেগে নিষ্ক্ষিপ্ত হলে, সর্বোচ্চ উচ্চতা ও ভ্রমণকালের সাংখ্যিকমান একই হত-মতামত দাও। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো বস্তু সরল পথে এমনভাবে চলতে থাকে যে তার প্রতিটি কণা একই দিকে সমপরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করে, তখন এই গতিকে সরল চলন গতি বলে।

খ বন্যার সময় বা অন্যান্য দুর্যোগে দুর্গত এলাকায় হেলিকপ্টার ব্যবহার করে আকাশ থেকে ত্রাণ মাটির দিকে ছুড়ে দেয়া হয়। এ সময় সাহায্যকারীরা হিসাব করে বের করেন যে, কোনো নির্দিষ্ট জায়গা উদ্দেশ্যে ত্রাণ ফেলতে কতখানি, কোন দিকে সরে গিয়ে কত কোণে ত্রাণ নিষ্ক্ষেপ করলে তা প্রক্ষেপকের সূত্র মেনে দুর্গতের হাতে পৌঁছাবে।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতার দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ একজন লোক 48.0 ms^{-1} বেগে একটি বল খাড়া ওপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করে। বলটি কত সময় শূন্য থাকবে এবং সর্বোচ্চ কত ওপরে উঠবে? ৩

ঘ কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে কোন বেগে নিষ্ক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ উচ্চতা ও ভ্রমণকালের সাংখ্যিক মান সমান হবে? ৩

প্রশ্ন ২৩ ঘণ্টায় 65 km বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে 5 সেকেন্ডে যাবৎ 1.5 ms^{-2} হারে ত্বরিত করা হল। অতঃপর গাড়িটি সমবেগে চলতে থাকল।

◀ **শিখনফল:** ৩

- ক. ত্রিমাত্রিক বস্তু কী? ১
খ. প্রক্ষেপক কীভাবে পড়ন্ত বস্তু থেকে আলাদা? ২
গ. উদ্দীপক মতে 5s পর গাড়িটির চূড়ান্ত বেগ কত ছিল? ৩
ঘ. ত্বরিত হওয়ার সময়কালে অতিক্রান্ত দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্ব অতিক্রম করতে ত্বরনের শুরু থেকে 10 সেকেন্ডের বেশি সময় লাগবে কী— বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বস্তুর বিভিন্ন কণার অবস্থান তিনটি স্থানাংক দ্বারা নির্দেশ করা যায় তাকে ত্রিমাত্রিক বস্তু বলে।

খ কোনো বস্তুকে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়তে দিলে অথবা খাড়া ওপরের দিকে নিষ্ক্ষেপ করলে তখন একে পড়ন্ত বস্তু বলে। কিন্তু 90° ভিন্ন অপর কোনো কোণে নিষ্ক্ষেপ করলে তখন একে প্রক্ষেপক বলে। প্রক্ষেপকের গতিপথে পরাবৃত্ত আকৃতির হয়, কিন্তু পড়ন্ত বস্তুর গতিপথ সরলরৈখিক হয়।



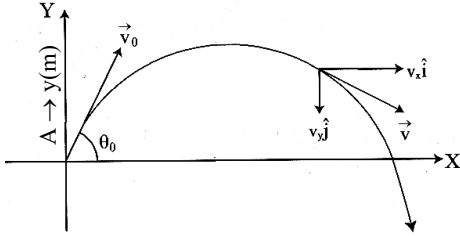
সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ ঘণ্টায় 60km বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে 6 সেকেন্ড যাবত 1.5ms^{-2} হারে ত্বরিত করা হলো, এর শেষ বেগ কত হবে?

ঘ 5ms^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়ির উপর বল প্রয়োগ করায় এটিতে 1.5ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি হয়। 5s পর বল সরিয়ে নিলে এটি সমবেগে চলতে থাকে। প্রথম 5s এ অতিক্রান্ত দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্ব অতিক্রম করতে গাড়িটির কত সময় লাগবে?

► অনশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ২৪ নিচের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



◀ শিখনফল: ৪ ও ৬

- ক. তাৎক্ষণিক বেগ কী? ১
খ. সমবেগের ক্ষেত্রে অবস্থান সময় লেখ অঙ্কন কর। ২
গ. $v_0 = 30\text{ms}^{-1}$ এবং $\theta_0 = 30^\circ$ হলে 1s পরে বেগ হিসাব কর। ৩
ঘ. চিত্রের A বস্তুটির গতিপথের প্রকৃতি পরাবৃত্তাকার উক্তিটির সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

প্রশ্ন ▶ ২৫ রোলানদো ভূমির সাথে 60° কোণে এবং 10ms^{-1} বেগে একটি ফুটবলে কিক করে আবার ফুটবলটিকে ধরার জন্য 5ms^{-2} বেগে দৌড়ে গেল।

◀ শিখনফল: ৪ ও ৬

- ক. প্রাসের পাল্লা কাকে বলে? ১
খ. বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত বস্তুর কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন কেন? ২
গ. 1 s পর ফুটবলটির বেগ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. রোলানদো কি বলটিকে আবার ধরতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ▶ ২৬ আরিফ তাদের বাড়ির ছাদের কার্নিশে বসে কোক পান করছিল। হঠাৎ অন্যমনস্কতাবশতঃ তার হাত থেকে গ্লাস ফসকে নিচে পড়ে গেল। নিচে বালি থাকায় গ্লাসটি ভাজল না এবং আরিফ কিছুক্ষণ পর গ্লাসটি তুলে আনল। ভূমি হতে আরিফদের বাসার ছাদের উচ্চতা 50m. গ্লাসটি বালির মধ্যে 1m ভেদ করার পর তার বেগ অর্ধেক হয়ে যায়।

◀ শিখনফল: ৫

- ক. অসম ত্বরণের মাত্রা কী? ১
খ. কোন নিষ্ক্ষেপণ কোণের জন্য প্রক্ষেপকের অনুভূমিক পাল্লা সর্বোচ্চ হবে? ২
গ. গ্লাসটি বালির কত গভীর পর্যন্ত ঢুকেছিল? ৩
ঘ. বাতাসের বাধা না থাকলে, গ্লাস ও একটি ভারী আলমারি যদি একই সাথে ছাদ হতে পড়ে যেত, তবে তারা ভিন্ন সময়ে বালি স্পর্শ করত কিনা বিশ্লেষণ করো। ৪

প্রশ্ন ▶ ২৭ খাড়া উপরের দিকে উৎক্ষিপ্ত বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতা H এবং θ_0 কোণে প্রক্ষিপ্ত বস্তুর পাল্লা R। সকল ক্ষেত্রে নিষ্ক্ষেপণ বেগ v_0 এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g'।

◀ শিখনফল: ৪

- ক. কৌণিক বেগের একক কী? ১
খ. গড় কৌণিক বেগ কাকে বলে? —ব্যাখ্যা কর। ২
গ. নিষ্ক্ষেপণ কোণ কত হলে $H = R$ হবে? ৩
ঘ. উঁচু স্থান থেকে $\theta_0 = 0^\circ$ কোণে নিষ্ক্ষিপ্ত বস্তুর চলরেখার সমীকরণ বের কর এবং এটি কীরূপ তা দেখাও। ৪

প্রশ্ন ▶ ২৮ আজাদ সাহেব তাঁর মোটর গাড়ি চালিয়ে অফিস থেকে বাসার উদ্দেশ্যে রওনা হলেন। যাত্রার একটি বিশেষ সময়ে এক্সিলারেটর চেপে ত্বরণ প্রয়োগ করলেন। ফলে উক্ত বিশেষ মুহূর্তের পর প্রথম 2s এ 30m এবং পরবর্তী 4s এ 140m গেল গাড়িটি।

◀ শিখনফল: ৩

- ক. অসমবেগের মাত্রা কী? ১
খ. গড় ত্বরণ বলতে কী বোঝায়? ২
গ. উদ্দীপক মতে, আজাদ সাহেবের গাড়িটি কত ত্বরণ লাভ করেছিল? ৩
ঘ. ত্বরণ অপরিবর্তিত থাকলে বস্তুটি পরবর্তী 1s এ কত পথ অতিক্রম করবে— মতামত দাও। ৪