Question Type-01: বেগের সামান্তরিক সূত্র সংক্রান্ত

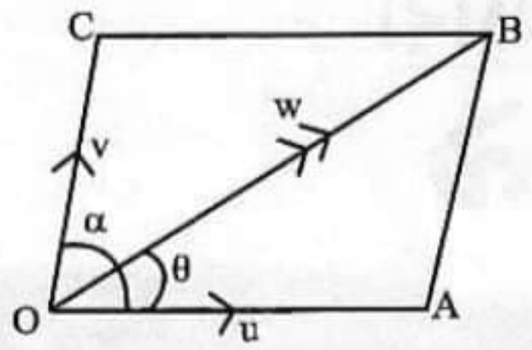
➲ **Formula & Concept:**

$u \wedge v = \alpha$, $w \wedge u = \theta$

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

যখন, $u \wedge v \Rightarrow u$ এবং v এর মধ্যবর্তী কোণ

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



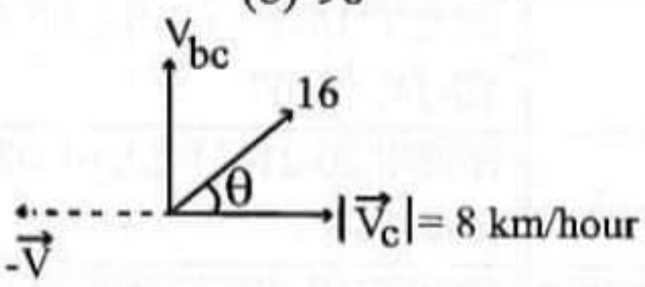
- বৃহত্তম লব্ধি, $w_{max} = u + v$ $[\alpha = 0°]$
- ক্ষুদ্রতম লব্ধি, $w_{min} = u \sim v$ $[\alpha = 180°]$
- $\alpha = 90°$ হলে লব্ধি, $w_p = \sqrt{u^2 + v^2}$ [p ⇒ perpendicular]
- যদি $u = v$ হয়, তবে $w_e = 2u\cos\frac{\alpha}{2}$ এবং $\theta = \frac{\alpha}{2}$ [e ⇒ equal]

MCQ

01. A car is moving at a velocity of 8 km/hour. A body is thrown outside the car at a velocity of 16 km/hour. If the body moves perpendicular to the car, what is the angle at which the body was thrown? **[IUT'10-11]**

(a) 60° (b) 90° (c) 120° (d) 145°

Solution: (a);



$V_{bc} = \sqrt{16^2 - 8^2} = 8\sqrt{3}$, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{8\sqrt{3}}{8}\right) = 60°$

02. A particle has 3 velocities 10 ms^{-1}, 20 ms^{-1} and 30 ms^{-1} inclined at angle of 120° to one another. The magnitude of the resultant velocity is- **[IUT'08-09]**

(a) $10\sqrt{3}$ ms^{-1} (b) 10 ms^{-1} (c) 5 ms^{-1} (d) $\sqrt{3}$ ms^{-1}

Solution: (a); $v_x = 10 + 20\cos 120° + 30\cos 240°$

$v_y = 0 + 20\sin 120° + 30\sin 240°$; $v = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = 10\sqrt{3}$ ms^{-1}

Written

03. একটি ক্রিকেট বল ভূমির সাথে সমান্তরালভাবে 20 মি/সেঃ সমবেগে চলছে। কিছুক্ষণ পর হঠাৎ ব্যাট দ্বারা পূর্ববেগের সাথে সমকোণে আঘাত করায় বলটি 30 মি/ সেঃ বেগে চলতে লাগলো। ব্যাটের আঘাত বেগ নির্ণয় কর। **[RUET'05-06]**

সমাধান: ধরি, আঘাতের বেগ v ms^{-1}

আদিবেগ ও আঘাত জনিত বল পরস্পর সমকোণ ক্রিয়ারত এবং তাদের লব্ধি 30 মি/ সে.

$\therefore 20^2 + v^2 = 30^2 \Rightarrow v = 10\sqrt{5}$ মি./সে.

04. কোন কণার উপর একই সময় ক্রিয়াশীল দুইটি বেগের লব্ধি $20ms^{-1}$ এবং এর দিক দ্বিতীয়টির দিকের সাথে লম্ব। প্রথম বেগ 25 ms^{-1} হলে, দ্বিতীয় বেগের মান ও দিক নির্ণয় কর। **[BUTEX'02-03]**

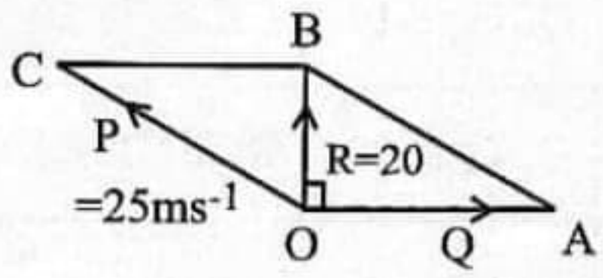
সমাধান: মনে করি, P এবং Q দুইটি বেগ পরস্পর α কোণে ক্রিয়ারত উহাদের লব্ধি $R = 20$ ms^{-1}. যাহা Q এর সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে। দেওয়া আছে $P = 25$ ms^{-1}.

ΔOAB - এ, $AB^2 = OA^2 + OB^2 \Rightarrow 25^2 = Q^2 + 20^2$

$\therefore Q = 15ms^{-1}$

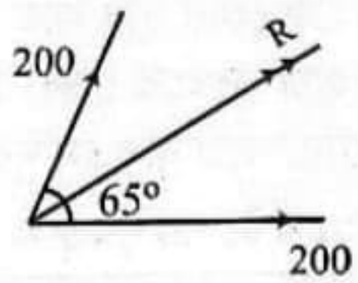
আবার, OA বরাবর লব্ধির লম্বাংশ নিয়ে, $R\cos 90° = 0 = P\cos\alpha + Q$

$\therefore \cos\alpha = -\frac{Q}{P} = -\frac{15}{25}$, $\alpha = 126.87°$



∴ ২য় বেগ $15ms^{-1}$ যা ১ম বেগের সাথে 126.87° কোণে আণত।

05. একই সময়ে কোন কণার উপর 65° কোণে ক্রিয়ারত $200ms^{-1}$ বেগদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক নির্ণয় কর। **[BUTEX'01-02]**



সমাধান: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{200\sin 65^\circ}{200+200\cos 65^\circ}\right) = 32.5^\circ$ (Ans.)

$R = \sqrt{200^2 + 200^2 + 2\times 200\times 200\cos 65^\circ}$

$= 337.356ms^{-1};\ \theta = 32^\circ 30'$

Question Type-02: দূরত্ব নির্ণয় সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

Cosine Law ব্যবহার করে,

OX বরাবর ১ম ব্যক্তির বেগ $= v_A$

OY বরাবর ২য় ব্যক্তির বেগ $= v_B$

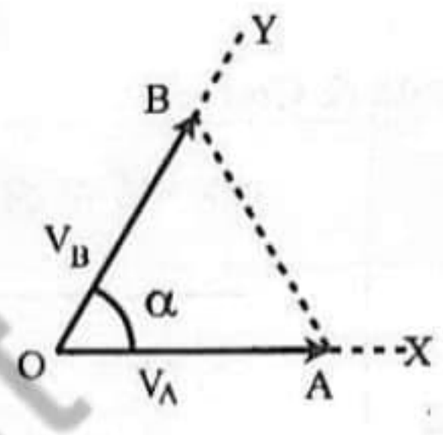
মধ্যবর্তী কোণ $= \alpha$

t সময় পর,

OX বরাবর ১ম ব্যক্তির অতিক্রান্ত দূরত্ব $= OA = v_A t$

OY বরাবর ২য় ব্যক্তির অতিক্রান্ত দূরত্ব $= OB = v_B t$ [$s = vt$]

t সময় পর A ও B বিন্দুতে অবস্থিত ২ ব্যক্তির মধ্যবর্তী দূরত্ব AB.



♦ **Cosine Law:**

$\cos\alpha = \frac{OA^2+OB^2-AB^2}{2.OA.OB} \therefore AB^2 = OA^2 + OB^2 - 2.OA.OB\cos\alpha \therefore AB = \sqrt{OA^2 + OB^2 - 2.OA.OB\ \cos\alpha}$

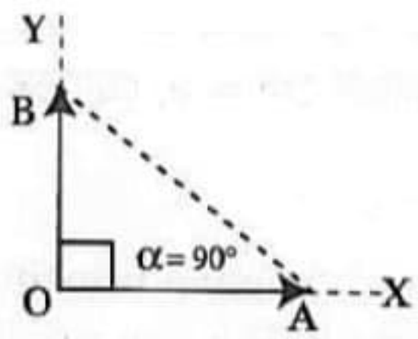
যেখানে, $OA = v_A t, OB = v_B t$.

♦ **Special Case:** $\alpha = 90^\circ$

পিথাগোরাসের উপপাদ্য অনুসারে,

$AB^2 = OA^2 + OB^2$

$\therefore AB = \sqrt{OA^2 + OB^2}$ [যেখানে, $OA = v_A t, OB = v_B t$]

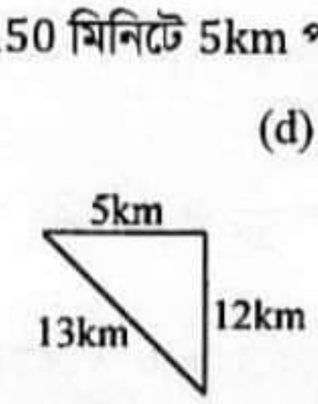


MCQ

01. এক ব্যক্তি ঘণ্টায় 3km বেগে উত্তর দিকে 12 km হাঁটার পর পশ্চিম দিকে 150 মিনিটে 5km পথ হাঁটল। ব্যক্তিটির গড় বেগ হল-

(a) $\frac{17}{6}kmh^{-1}$ (b) $\frac{2}{3}\ kmh^{-1}$ (c) $2\ kmh^{-1}$ (d) $2.5\ kmh^{-1}$ **[BUET'11-12]**

সমাধান: (c); মোট সরণ $= \sqrt{12^2 + 5^2} = 13km$



মোট সময় $= \frac{12}{3} + 2.5 = 6.5hr;\ \therefore$ গড়বেগ $= \frac{13}{6.5} = 2kmh^{-1}$

02. Two cars start their journey from the same point at a velocity of $1\ kmh^{-1}$ and $2\ kmh^{-1}$, respectively. If the angle between their travel paths is 60° then what is their distance after 2 hour? **[IUT'11-12]**

(a) $2\sqrt{2}$ km (b) $\sqrt{10}$ km (c) $2\sqrt{3}$ km (d) 4 km

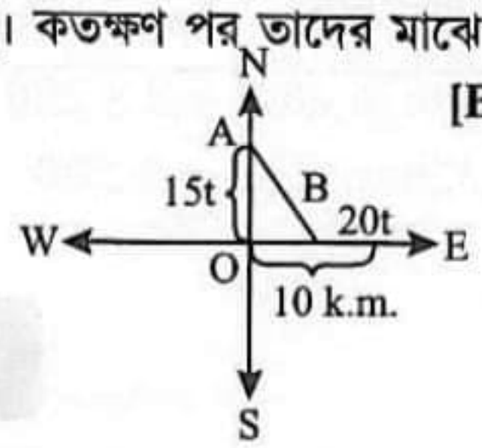
Solution: (c); $c^2 = a^2 + b^2 - 2abcos\ C = 2^2 + 4^2 - 2\cdot 2\cdot 4\cdot\cos 60^\circ$

$= 4 + 16 - 16\cdot\frac{1}{2} = 12\ \therefore c = \sqrt{12} = 2\sqrt{3}$

Click to edit

Written

03. একটি জাহাজ কোন স্থান হতে $15\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে উত্তর দিকে যাত্রা শুরু করল। যাত্রার শুরুতেই তার পূর্বদিকে 10km দূরে অপর একটি জাহাজ দেখতে পেল। দ্বিতীয় জাহাজটি $20\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে পশ্চিম দিকে যাচ্ছে। কতক্ষণ পর তাদের মাঝে দূরত্ব ন্যূনতম হবে? তাদের মাঝে ন্যূনতম দূরত্ব কত? **[BUET'08-09]**



সমাধান: t ঘন্টা পর দূরত্ব $= \sqrt{(25t-8)^2+6^2}$

$= \sqrt{(15t)^2+(10-20t)^2}$

$= \sqrt{625t^2-400t+100}$

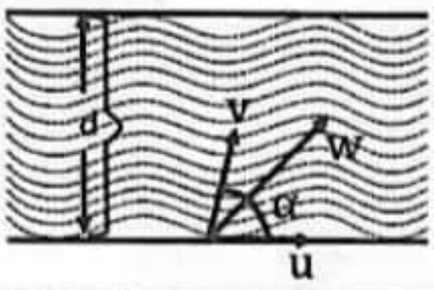
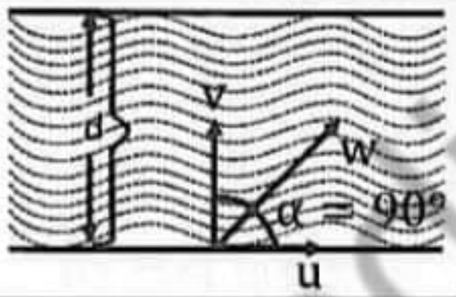
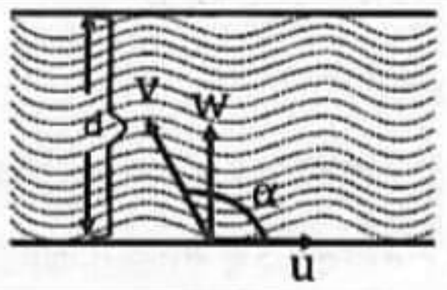
[Note: রাশিটি differentiate করেও মান বের করা যায়]

$\therefore$ সর্বনিম্ন দূরত্ব $= 6\ \text{km}$

$t = \frac{8}{25}\text{hr} = 19.2\ \text{min}$

Question Type-03: নদী পারাপার সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

	কোন শর্ত না দেওয়া থাকলে	সর্বনিম্ন সময়	সর্বনিম্ন দূরত্ব (সোজা সুজি নদী পার)
চিত্র			
সূত্র	$w = \sqrt{u^2+v^2+2uv\cos\alpha}$ $d = v\sin\alpha\, t \Rightarrow t = \frac{d}{v\sin\alpha}$ $x = (u+v\cos\alpha)t$ $\frac{x}{d} = \frac{u+v\cos\alpha}{v\sin\alpha}$	$w = \sqrt{u^2+v^2}$ $\alpha = 90°$ $d = v\,t_{min} \Rightarrow t_{min} = \frac{d}{v}$ $x = ut_{min}$ $\frac{x}{d} = \frac{u}{v}$	$w = \sqrt{v^2-u^2}$ $\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$ $d = w\,t_{min,d}$ $\Rightarrow t_{min,d} = \frac{d}{\sqrt{v^2-u^2}} = \frac{d}{w}$ $x = 0$

নৌকার/সাতারুর বেগ= v, স্রোতের বেগ= u, লব্ধি বেগ= w

MCQ

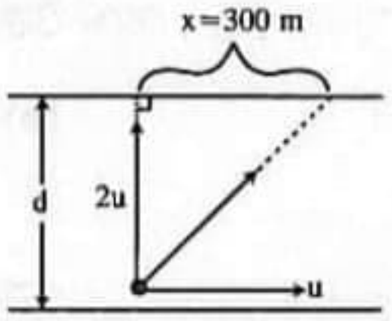
01. Suppose, your swimming velocity is twice of current in a river. You wish to cross the river perpendicularly having the current. But you reached 300 m far from the opposite of your starting point. Then width of the river is- **[IUT'20-21]**

(a) 150 m (b) 300 m (c) 600 m (d) None of these

Solution: (c); $x = (u+2u\cos 90°)\times t \Rightarrow 300 = u\times\frac{d}{2u\sin 90°}$

$\Rightarrow 300 = \frac{d}{2} \therefore d = 600\text{m}$

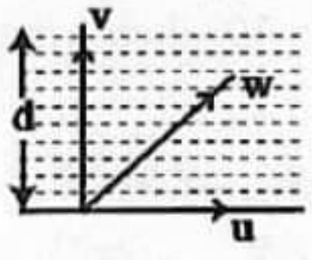
Shortcut: if $\alpha = 90°; \frac{x}{d} = \frac{u}{2u} \Rightarrow d = 2x = 2\times 300 = 600\text{m}$



02. একজন ব্যক্তি আড়াআড়িভাবে $3\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে সাঁতার কেটে 177 মিটার প্রশস্ত স্রোতবিহীন নদী পার হতে পারে। নদী পার হতে স্বল্পতম কত সময়ের প্রয়োজন হবে? যদি স্রোতের গতিবেগ $5\ \text{kmh}^{-1}$ হয়, যাত্রা বিন্দুর ঠিক বিপরীত বিন্দু হতে কত দূরে উক্ত ব্যক্তি পৌঁছাবে? **[CUET'14-15]**

(a) 3.54 sec, 295m (b) 3.54 min, 295m (c) 3.54 sec, 2.95m (d) None of them

সমাধান: (b); $t_{min} = \frac{d}{v} = \frac{177\text{m}}{\frac{3\times10^3}{3600}\text{ms}^{-1}} = 212.4\text{s} = 3.54\text{min}$



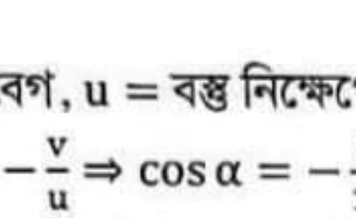
$t_{min} = \frac{d}{v\sin\theta}, \theta = 90°$

এক্ষেত্রে স্রোতের বেগের কারণে ব্যক্তিটি অনুভূমিক দিকে দূরত্ব অতিক্রম করে। $\therefore x = ut \therefore x = \left(\frac{5\times10^3}{3600}\times 212.4\right)\text{m} = 295\text{m}$

03. একজন সাঁতারু নদীর স্রোতের সাথে সমকোণে যাত্রা শুরু করে অপর পাড়ে বিপরীত বিন্দু হতে 500m দূরে পৌঁছালো। স্রোতের বেগ u এবং সাঁতারুর বেগ 2u হলে নদীর প্রস্থ কত? **[BUTEX'14-15]**

(a) 1 km (b) 2 km (c) 3 km (d) 4 km

সমাধান: (a);



$s = vt \Rightarrow 0.5 = u \times t \Rightarrow t = \frac{0.5}{u} \therefore d = 2ut = 2u \times \frac{0.5}{u} = 1km.$

04. A man takes 8min to cross a 400m wide river by swimming, if there is no current in the river. However, he takes 10 minutes to cross the river, if there is current in the river. The velocity of the current is- **[IUT'14-15]**

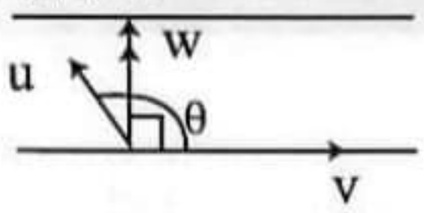
(a) 15 m min^{-1} (b) 20 m min^{-1} (c) 25 m min^{-1} (d) 30 m min^{-1}

Solution: (d); $v = \frac{400}{8} = 50 \text{ m min}^{-1}$; $w = \frac{400}{10} = 40 \text{ m min}^{-1}$ $\therefore u = \sqrt{v^2 - w^2} = 30 \text{ m min}^{-1}$

05. একটি গাড়ী 8 km h^{-1}বেগে চলছে। গাড়ী থেকে 16 km h^{-1} বেগে একটি বস্তু কোন দিকে নিক্ষেপ করলে বস্তুটি গাড়ীর বেগের সাথে সমকোণে চলবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) 120° (b) 150° (c) 135° (d) 90°

সমাধান: (a); এই অঙ্কের Scenario নদী-নৌকা অঙ্কের মত

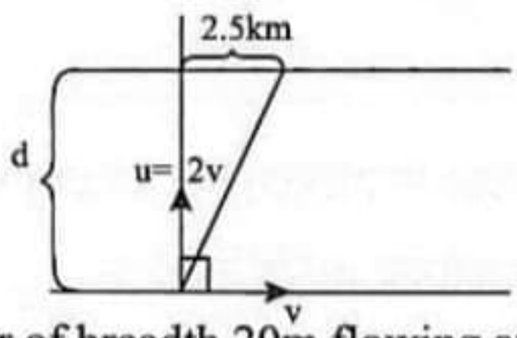


v = গাড়ির বেগ, u = বস্তু নিক্ষেপের বেগ, α = u^v; সমকোণ চললে v বরাবর লম্বাংশ $v + u\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow \cos\alpha = -\frac{v}{u} \Rightarrow \cos\alpha = -\frac{8}{16} \Rightarrow \alpha = 120°$

06. নদীর স্রোতের দ্বিগুণ বেগে ও স্রোতের সাথে লম্বভাবে একটি নৌকার দাঁড় টানা হচ্ছে। নৌকাটি অপর তীরে যাত্রা বিন্দুর ঠিক বিপরীত স্থান থেকে 2.5 কি.মি. ভাটিতে পৌঁছাল। নদীটির প্রস্থ কত? **[BUET'11-12]**

(a) 2.5km (b) 4km (c) 3km (d) 5km



সমাধান: (d); ধরি, t সময় লাগে অপর তীরে পৌঁছাতে।

$\therefore t = \frac{d}{u} = \frac{d}{2v}$

এখন, $2.5 = v \times t$ বা, $2.5 = v \times \frac{d}{2v} = \frac{d}{2}$ $\therefore d = 5km$

07. A man, who swims at a speed of 5 ms^{-1} in still water, wishes to cross a river of breadth 20m flowing at a speed of 3 ms^{-1}. The time taken by the man to cross the river is- **[IUT'08-09]**

(a) 8 sec (b) 6 sec (c) 5 sec (d) 4 sec

Solution: (c); $w = \sqrt{5^2 - 3^2} = 4$ $\therefore t = \frac{d}{w} = \frac{20}{4} = 5s$

Written

08. দুটি নৌকা প্রত্যেকে 5kmh^{-1} বেগে চলে 3kmh^{-1} বেগে প্রবাহিত 550m চওড়া একটি নদী পাড়ি দিতে চায়। একটি নৌকা ন্যূনতম পথে ও অপরটি ন্যূনতম সময়ে নদীটি পাড়ি দেয়। তারা একই সময়ে যাত্রা করলে তাদের অপর পাড়ে পৌঁছানোর সময়ের পার্থক্য নির্ণয় কর। **[BUET'16-17]**

সমাধান: ন্যূনতম পথে পাড়ি দিতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = \frac{0.55}{\sqrt{5^2-3^2}}h = 0.1375h$

ন্যূনতম সময়ে পাড়ি দিতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = \frac{0.55}{5}h = 0.11h$ $\therefore \Delta t = (0.1375 - 0.11)h = 0.0275h = 99 \text{ sec}$

09. স্রোতহীন অবস্থায় একটি লোক 4 মিনিটে সাঁতার কেটে সোজাসুজিভাবে 100 মিটার প্রশস্ত একটি নদী অতিক্রম করতে পারে কিন্তু স্রোত থাকলে তার সময় লাগে 5 মিনিট। স্রোতের বেগ নির্ণয় কর। **[BUET'03-04, RUET'06-07, 10-11, 12-13]**

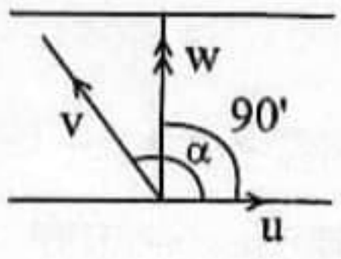
সমাধান: স্রোতের বেগ u, সাঁতারুর বেগ v এবং লব্ধি বেগ w হলে,

$w = \frac{100}{5} = 20 \text{ m/min}$; $v = \frac{100}{4} = 25 \text{ m/min}$

এখন, $u\cos 0° + v\cos\alpha = w\cos 90°$ $\therefore v\cos\alpha = -u$

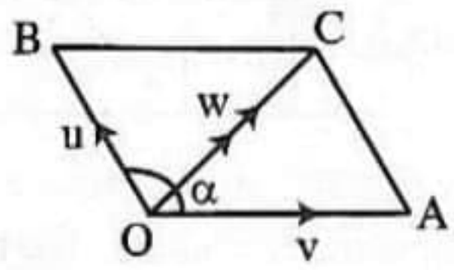
আবার, $w^2 = v^2 + u^2 + 2uv\cos\alpha = v^2 + u^2 + 2u(-u) \Rightarrow u^2 = v^2 - w^2$

$\therefore u = \sqrt{25^2 - 20^2} = 15 \text{ m/min}$ (Ans.)



10. একজন লোক আড়াআড়িভাবে সাঁতার কেটে b ফুট প্রস্থবিশিষ্ট একটি স্রোতবিহীন নদী t_1 সেকেন্ডে পাড়ি দিতে পারে এবং নদীতে স্রোত থাকলে t সেকেন্ডে পাড়ি দিতে পারে। স্রোতের বেগ নির্ণয় কর। **[BUET'00-01]**

সমাধান: ধরি, লোকের বেগ $= u\ fts^{-1}$ এবং স্রোতের বেগ $= v\ fts^{-1}$



$b = ut_1 \ldots\ldots\ldots$ (i) এবং $v + u\cos\alpha = w\cos 90° = 0$

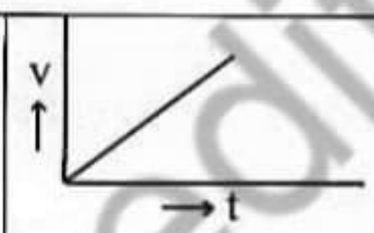
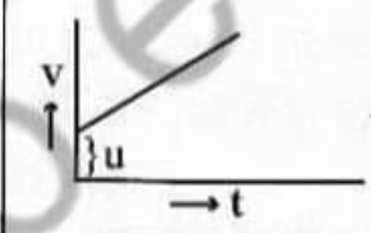
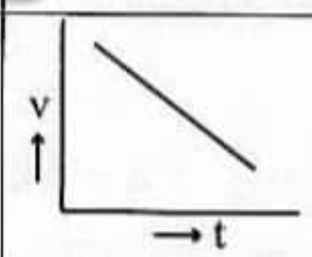
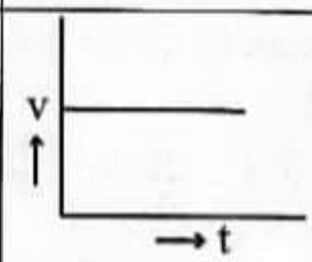
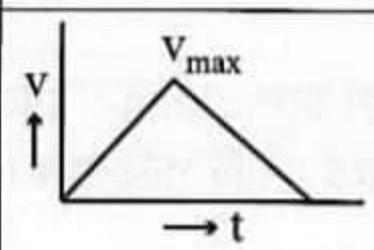
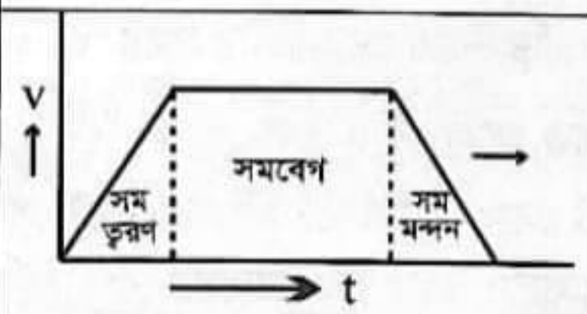
$\Rightarrow \cos\alpha = -\frac{v}{u} \therefore w = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv \times \frac{-v}{u}} = \sqrt{u^2 - v^2}$

প্রশ্নমতে, $b = \sqrt{(u^2 - v^2)} \times t \Rightarrow u^2 - v^2 = \frac{b^2}{t^2}$

$\Rightarrow v^2 = u^2 - \frac{b^2}{t^2} \Rightarrow v^2 = \frac{b^2}{t_1^2} - \frac{b^2}{t^2} \Rightarrow v = b\sqrt{\frac{1}{t_1^2} - \frac{1}{t^2}}\ fts^{-1}$ (Ans.)

Question Type-04: কখনও সমত্বরণ, সমমন্দন, সমবেগে চলমান কণার গতি সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

♦ সময়ের সাপেক্ষে সুষমভাবে বেগ বাড়লে অর্থাৎ সমত্বরণ হলে v-t গ্রাফের প্রকৃতি-	 → স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা করলে।  → একটি নির্দিষ্ট বেগ নিয়ে যাত্রা করলে।
♦ সময়ের সাপেক্ষে সুষমভাবে বেগ কমলে অর্থাৎ সমমন্দন হলে v-t গ্রাফের প্রকৃতি নিম্নরূপ-	
♦ সমবেগ-এর ক্ষেত্রে v-t গ্রাফ নিম্নরূপ-	
♦ কোন বস্তু দ্বারা অতিক্রান্ত মোট দূরত্বের কিছু অংশ সমত্বরণে এবং অবশিষ্টাংশ সমমন্দনে গেলে।	
♦ স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে যথাক্রমে সমত্বরণ, সমবেগ ও সমমন্দনে গেলে।	

[Note: $v - t$ গ্রাফের ঢাল ত্বরণ এবং ক্ষেত্রফল সরণ নির্দেশ করে।**]**

গতিসূত্র: ➢ $v = u + ft$ ➢ $s = \frac{u+v}{2}t$ ➢ $s = ut + \frac{1}{2}ft^2$ ➢ $v^2 = u^2 + 2fs$

যেখানে, u = আদিবেগ, v = শেষবেগ, s = সরণ, t = সময়, f = ত্বরণ, সমবেগের জন্য, $s = vt$

MCQ

01. ঘণ্টায় 60 কিঃ মিঃ বেগে চলন্ত একটি ট্রেনকে ব্রেকের সাহায্যে 10 সেকেন্ডের মধ্যে সম্মুখস্থ কোন স্টেশনে থামানো হয়। ব্রেক প্রয়োগের ফলে উৎপন্ন মন্দন কত? স্টেশন হতে কতদূরে থাকতে ব্রেক প্রয়োগ করা হয়। **[KUET'18-19]**

(a) $\frac{5}{3}ms^{-2}, \frac{250}{3}m$ (b) $\frac{3}{5}ms^{-2}, \frac{250}{7}m$ (c) $\frac{7}{5}ms^{-2}, \frac{150}{7}m$

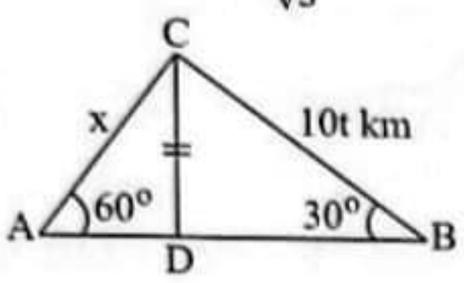
(d) $\frac{5}{7}ms^{-2}, \frac{225}{7}m$ (e) $\frac{7}{3}ms^{-2}, \frac{100}{3}m$

সমাধানঃ (a); $a = \frac{0-\frac{50}{3}}{10} = \frac{5}{3}ms^{-2}$; $s = \frac{1}{2} \times \frac{5}{3} \times 10^2 = \frac{250}{3}m$

02. AB সরলরেখার সাথে 60° কোণে A বিন্দু হতে একটি কণা যাত্রা করে। BA সরলরেখার সাথে 30° কোণে B বিন্দু হতে একই সময়ে অপর একটি কণা ঘণ্টায় 10 km সমবেগে যাত্রা করে এবং কিছুক্ষণ পর প্রথম কণার সাথে মিলিত হয়। প্রথম কণার বেগ নির্ণয় কর। **[BUET'10-11]**

(a) $\frac{2}{\sqrt{3}}kmh^{-1}$ (b) $\frac{20}{\sqrt{3}}kmh^{-1}$ (c) $\frac{10}{\sqrt{3}}kmh^{-1}$ (d) $\frac{4}{\sqrt{3}}kmh^{-1}$

সমাধান: (c);



$CD = x\sin 60^\circ = BC\sin 30^\circ \Rightarrow x = \frac{BC\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} \Rightarrow vt = \frac{10t\sin 30^\circ}{\sin 60^\circ} \Rightarrow v = \frac{10}{\sqrt{3}}\ kmh^{-1}$

Written

03. একটি কণা স্থিরাবস্থা হতে সরলপথে যাত্রা করে 750 m পথ অতিক্রম করে থামে। যাত্রা পথের প্রথম অংশ 2 ms^{-2} সমত্বরণে এবং শেষ অংশ 4 ms^{-2} সমমন্দনে চললে কণাটির সর্বোচ্চ গতিবেগ নির্ণয় কর। **[BUET'20-21]**

সমাধান: $f_1 = \frac{V_{max}}{t_1} = 2 \ \therefore t_1 = \frac{V_{max}}{2}$

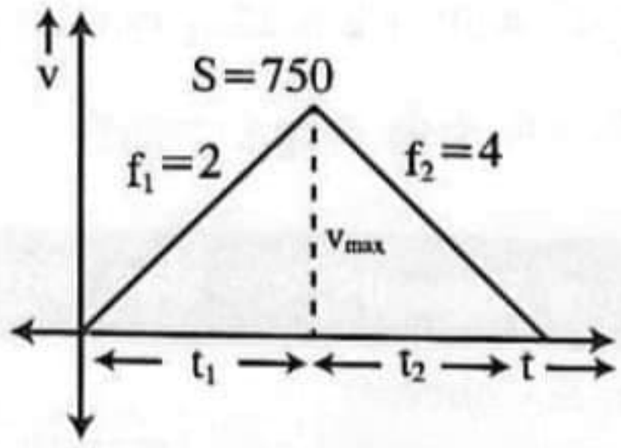
অথবা, $f_2 = \frac{V_{max}}{t_2} = 4 \therefore t_2 = \frac{V_{max}}{4}$

আবার, $s = \frac{1}{2} \times (t_1 + t_2) \times v_{max}$

$\Rightarrow 750 = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) v_{max} \times v_{max}$

$\Rightarrow 750 = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} \times v_{max}^2 \Rightarrow v_{max}^2 = 2000$

$\therefore v_{max} = 20\sqrt{5}\ ms^{-1}$ (Ans.)

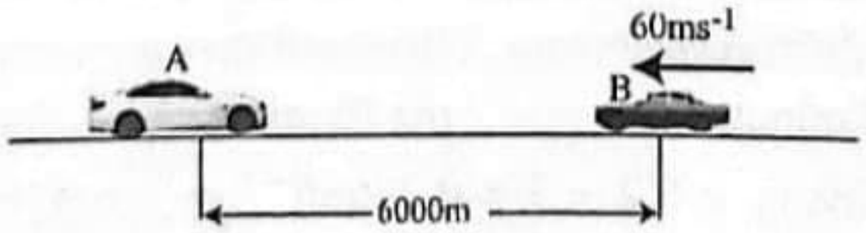


04. একটি কণা u আদিবেগে, f সমত্বরণে t সময়ে s দূরত্ব অতিক্রম করে v বেগ প্রাপ্ত হয়। প্রমাণ কর যে, $\frac{v-u}{v+u} = \frac{ft^2}{2s}$। **[BUTEX'18-19]**

সমাধানঃ $s = ut + \frac{1}{2}ft^2 \Rightarrow 1 = \frac{ut}{s} + \frac{ft^2}{2s} \Rightarrow \frac{ft^2}{2s} = 1 - \frac{ut}{s}$ ..... (i)

আমরা জানি, $s = \frac{u+v}{2}t \Rightarrow \frac{s}{t} = \frac{ut^2}{2}$ $\therefore$ (i) হতে পাই, $\frac{ft^2}{2s} = 1 - \frac{u}{\frac{s}{t}} = 1 - \frac{u}{\frac{u+v}{2}} \Rightarrow \frac{ft^2}{2s} = \frac{u+v-2u}{u+v} = \frac{v-u}{v+u}$ (Proved)

05. Car A starts from rest at t=0 and travels along a straight road with a constant acceleration of 6ms^{-2} until it reaches a speed of 80ms^{-1}. Afterwards it maintains this speed. In contrast, at t =0, car B located 6000m down the road is traveling towards A at a constant speed of 60 ms^{-1}. Find the distance traveled by car A when they pass each other. **[IUT'16-17]**



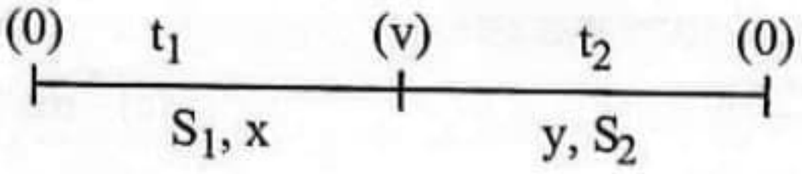
(a) 2400m (b) 3400m (c) 2800m (d) 3200m

Solution: (d); $t_1 = \frac{v_a}{a} = 13.33s$; $S_{A_1} = 533.33m$; $S_B = 800m$

$80t_2 = 4666.67 - 60t_2 \ \therefore t_2 = 33.33s$; $S_{A_2} = 2666.4m$; $S_A = 3200m$

06. একটি রেলগাড়ী এক স্টেশন হতে ছেড়ে 4 মিনিট পর 2km দূরে অবস্থিত অপর স্টেশনে থামে। গাড়িটি তার গতিপথের প্রথমাংশ x সমত্বরণে এবং দ্বিতীয়াংশে y সমমন্দনে চললে $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}$ এর মান নির্ণয় কর। **[BUET'11-12]**

সমাধান:



এখানে, $s_1=\frac{0+v}{2}\times t_1 \Rightarrow s_1=\frac{v}{2}t_1$ এবং $s_2=\frac{v+0}{2}\times t_2 \Rightarrow s_2=\frac{v}{2}\times t_2$

$\therefore s_1+s_2=\frac{v}{2}(t_1+t_2)\Rightarrow 2=\frac{v}{2}\times 4\Rightarrow v=1\text{km/min}$

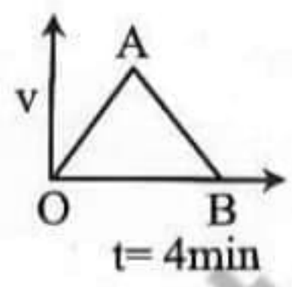
আবার, $v=0+xt_1\Rightarrow t_1=\frac{v}{x}$ এবং $0=v-yt_2\Rightarrow t_2=\frac{v}{y}$

$\therefore t_1+t_2=v\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{y}\right)\Rightarrow 4=1\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{y}\right)\Rightarrow \frac{1}{x}+\frac{1}{y}=4$

বিকল্প: $OA\rightarrow x=\frac{v}{t_1}$, $t_1=\frac{v}{x}$; $AB\rightarrow y=\frac{v}{t_2}$, $t_2=\frac{v}{y}$

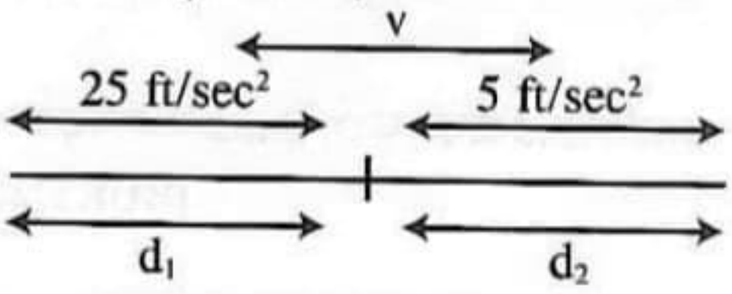
$t_1+t_2=v\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{y}\right)\Rightarrow 4=v\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{y}\right)\ldots\ldots\ldots$ (i)

$\frac{1}{2}\times v\times t=2\Rightarrow v=1$; (i) $\Rightarrow \frac{1}{x}+\frac{1}{y}=4$



07. একটি বস্তু প্রথম 25ft/sec^2 ত্বরণে এবং পরে 5ft/sec^2 মন্দনে চলে স্থির হয়। স্থিরাবস্থা থেকে 192ft দূরত্ব অতিক্রম করলে গতিপথে তার সর্বোচ্চ গতিবেগ কত ছিল নির্ণয় কর। **[BUET'01-02]**

সমাধান: ত্বরণ 25 ft/sec^2



ত্বরণকাল, $v^2=0^2+2\times 25d_1\Rightarrow d_1=\frac{v^2}{50}$; মন্দনকাল, $0=v^2-2\times 5d_2\Rightarrow d_2=\frac{v^2}{10}$

$d=192=d_1+d_2=\frac{v^2}{50}+\frac{v^2}{10}=v^2\frac{3}{25}\Rightarrow v^2\frac{3}{25}=192\Rightarrow v^2=1600\Rightarrow v=\sqrt{1600}=40\text{ft/sec}$

Question Type-05: বাঘ-হরিণ, ইঁদুর-বিড়াল ধরা এবং বাস-যাত্রী, বাস-সাইকেল অতিক্রম করা সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

এই অঙ্কগুলোতে সাধারণত একজন সমবেগে এবং অপর জন সমত্বরণে চলে, সমবেগের জন্য $s=vt$ এবং সমত্বরণের জন্য-

- $s=ut+\frac{1}{2}at^2$
- $v=u+at$

ব্যবহার করতে হবে। এক্ষেত্রে বাঘ-হরিণ এর মধ্যবর্তী দূরত্ব অবশ্যই সঠিকভাবে সমীকরণে বসাতে হবে।

সমত্বরণের ক্ষেত্রে,
s = সরণ
u = আদিবেগ
v = শেষবেগ
t = সময়
a = ত্বরণ

MCQ

01. Two buses of length 15m and 25m have started their journey from Board Bazar towards Dhaka at the speed of 5.2 kmh^{-1} and 5 kmh^{-1}, respectively. When will they cross each other? **[IUT'19-20]**

(a) 5 minutes (b) 8 minutes (c) 10 minutes (d) 12 minutes

Solution: (d); Relative velocity, $v_r=5.2-5=0.2\text{ kmh}^{-1}=\frac{0.2}{3.6}\text{ms}^{-1}$

Distance travelled by the 15 m length bus, $s=(15+25)\text{m}=40\text{m}$

$\therefore$ time required, $t=\frac{s}{v_r}=\frac{40}{\frac{0.2}{3.6}}=720\text{ sec}=\frac{720}{60}\text{minutes}=12\text{ minutes}$

02. একটি বিড়াল 20 মিটার দূরে একটি ইঁদুর কে দেখতে পেয়ে স্থিরাবস্থা হতে 3 মিটার/ সেকেন্ড^2 ত্বরণে ইঁদুরটির পশ্চাতে দৌড়ালো। ইঁদুরটি 13 মিটার/সেকেন্ড সমবেগে দৌড়াতে থাকলে কতক্ষণ পরে এবং কত দূরে গিয়ে বিড়ালটি ইঁদুরটিকে ধরতে পারবে?

(a) 15 সেকেন্ড ও 150 মিটার (b) 20 সেকেন্ড ও 200 মিটার **[KUET'16-17]**

(c) 10 সেকেন্ড ও 150 মিটার (d) 10 সেকেন্ড ও 200 মিটার (e) 20 সেকেন্ড ও 150 মিটার

সমাধান: (c); $20 + 13t = \frac{1}{2} \times 3 \times t^2 \Rightarrow t = 10s, -\frac{4}{3}s$ [অগ্রহণযোগ্য] $\therefore t = 10s \therefore$ দূরত্ব $= 20 + 13 \times 10 = 150m$

03. একটি বাঘ 20 মিটার দূরে একটি হরিণকে দেখতে পেয়ে স্থির অবস্থান হতে $3m/sec^2$ ত্বরণে হরিণটির পশ্চাতে দৌড়াল। হরিণটি 13 m/sec সমবেগে দৌড়াতে থাকলে কতক্ষণ পরে বাঘটি হরিণকে ধরতে পারবে? **[KUET'09-10, CUET'15-16]**

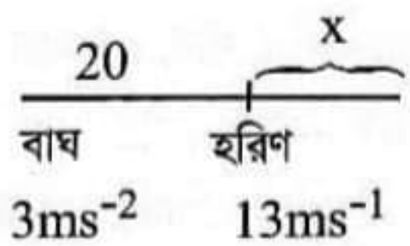
(a) 2sec (b) 12sec (c) 10sec (d) 20sec (e) $\frac{26}{3}$sec

সমাধান: **(c);** $20 = \frac{1}{2}at^2 - vt = \frac{1}{2} \times 3t^2 - 13t$

বা, $40 = 3t^2 - 26t$ বা, $3t^2 - 26t - 40 = 0$ বা, $3t^2 - 30t + 4t - 40 = 0$

বা, $3t(t-10) + 4(t-10) = 0$ বা, $(t-10)(3t+4) = 0$

$\therefore t = 10\,\text{sec}, \frac{-4}{3}\text{sec} \therefore t = 10\,\text{sec}$ [ধনাত্মক মান গ্রহণযোগ্য]



Written

04. এক ব্যক্তি তার 50 m দূরে একটি বাসকে স্থিরাবস্থা হতে সুষম ত্বরণে যাত্রা শুরু করতে দেখে। ঐ মুহূর্তে সে সমবেগে বাসের দিকে দৌড় শুরু করে এবং এক মিনিটে বাসটিকে ধরে। লোকটির বেগ ও বাসটির ত্বরণ নির্ণয় কর। **[BUET'19-20]**

সমাধান: লোকের বেগ v ও বাসের ত্বরণ a হলে,

$0 + 60 \times a = v \Rightarrow 60a = v \Rightarrow a = \frac{v}{60}$ [ধরি, বাস ধরার সময় বাস ও ব্যক্তির বেগ সমান]

$60v = 50 + 0 + \frac{1}{2} \times a \times 3600 \therefore v = 1.67ms^{-1}$ এবং $a = 0.0278ms^{-2}$

05. স্থিরাবস্থা থেকে একটি বাসকে $3ms^{-2}$ সমত্বরণে চলতে দেখে বাসটিকে ধরার উদ্দেশ্যে একজন লোক বাসের পেছনে কিছুদূর থেকে 12 ms^{-1} সমবেগে দৌঁড়াতে আরম্ভ করে। বাস থেকে লোকটি সর্বোচ্চ কত দূরে থাকলে বাসটিকে ধরতে পারবে?

সমাধান: A x B C **[BUET'17-18]**

ধরি, B বিন্দু থেকে বাসটি $3ms^{-2}$ ত্বরণে t সময়ে c বিন্দুতে পৌছায়। লোকটি A বিন্দু থেকে $12ms^{-1}$ বেগে দৌড়িয়ে t সময়ে c বিন্দুতে পৌছায়।

A ও B এর দূরত্ব x হলে, $12t - \frac{1}{2}3t^2 = x \Rightarrow -3t^2 - 24t = 2x$

$\Rightarrow 3t^2 + 24t + 2x = 0 \ldots\ldots\ldots (i)$

এখন লোকটি বাসকে ধরতে হলে t এর মান বাস্তব হতে হবে।

সুতরাং (i) নং সমীকরণের নিশ্চায়ক $\geq 0 \Rightarrow (24)^2 - 4 \times 3 \times 2x \geq 0 \Rightarrow 24 \times 24 \geq 4 \times 3 \times 2x \Rightarrow x \leq 24$

সুতরাং লোকটি সর্বোচ্চ 24 মি. দূর থেকে বাসকে ধরতে পারবে।

06. কোন সাইকেল আরোহী একখানা ইঞ্জিনের 84 মিটার পশ্চাৎ হতে $20ms^{-1}$ সমবেগে তার দিকে যাত্রা করল। একই সময় ইঞ্জিনটি $2ms^{-2}$ সমত্বরণে সম্মুখের দিকে যাত্রা করল। তারা কখন মিলিত হবে? উত্তরটি ব্যাখ্যা কর। **[BUTEX'03-04]**

সমাধান: ধরি, t সময় পরে মিলিত হবে, সাইকেল আরোহী কর্তৃক অতিক্রান্ত দুরত্ব $= 20\,t$

ইঞ্জিন কর্তৃক অতিক্রান্ত দুরত্ব $= \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 = t^2$

$\therefore 20t - t^2 = 84 \Rightarrow t^2 - 20t + 84 = 0 \Rightarrow t^2 - 14t - 6t + 84 = 0 \Rightarrow (t-14)(t-6) = 0 \quad \therefore t = 14, 6.$

সাইকেল আরোহী 6 সে. পর ইঞ্জিনকে অতিক্রম করবে। আবার 14 সে. পর ইঞ্জিনটি সাইকেল আরোহীকে অতিক্রম করবে।

Question Type-06: বিশেষ এক সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

➢ t তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S_{th} = u + \frac{1}{2}f(2t-1)$

➢ t সেকেন্ডে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ut + \frac{1}{2}ft^2$

MCQ

01. একটি দালানের ছাদ হতে অবাধে পড়ন্ত একটি বস্তু পতনের শেষতম সেকেন্ডে দালানের $\frac{9}{25}$ অংশ অতিক্রম করে। দালানের উচ্চতা কত? **[RUET'11-12, BUTEX'15-16]**

(a) 44.1m (b) 122.5m (c) 78.4m (d) 93.96m

সমাধান: (b); ধরি, t সময়ে বস্তুটি ভূমিতে আসে। $\therefore \frac{1}{2}g(2t-1) = \frac{9}{25}H = \frac{9}{25} \times \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 25(2t-1) = 9t^2$

$\Rightarrow 9t^2 - 50t + 25 = 0 \Rightarrow t = 5, 0.56$; $t = 0.56$ sec গ্রহণযোগ্য নয়, কেননা $t > 1$

$\therefore t = 5$sec $\therefore$ দালানের উচ্চতা, $H = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times (5)^2$m $= 122.5$m

02. স্থির অবস্থা থেকে কোন বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। বস্তুটি 3 সেকেন্ডে 18 মিটার অতিক্রম করলে চতুর্থতম সেকেন্ডে কত পথ অতিক্রম করবে? **[KUET'10-11]**

(a) 14meter (b) 18meter (c) 16meter (d) 12meter (e) 22meter

সমাধান: (a); $S = ut + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow 18 = 0 + \frac{1}{2} \times a \times 9 \Rightarrow a = 4ms^{-2}$

$\therefore S_4 = u + \frac{1}{2}a(2t-1) = 14$m.

Question Type-07: রেলগাড়ির সংঘর্ষ এড়ানোর শর্ত নির্ণয় সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

♦ সমত্বরণে চলমান বস্তুর জন্য, $v^2 = u^2 + 2fs$

এখানে, u = আদিবেগ; v = শেষবেগ; f = ত্বরণ; s = অতিক্রান্ত দূরত্ব।

Note: f.p.s পদ্ধতিতে-এ g এর মান, $g = 32\ fts^{-2}$

MCQ

01. দুইটি ট্রেন একই রেল পথে বিপরীত দিক থেকে প্রতি ঘণ্টায় $40ms^{-1}$ এবং $60ms^{-1}$ গতিবেগে অগ্রসর হচ্ছে। 1300m দূরত্বে থাকাকালে উভয় ইঞ্জিনে একই মানের মন্দন প্রয়োগ করা হলো। মন্দনের সর্বনিম্ন মান নির্ণয় কর যাতে সংঘর্ষ এড়ানো যেতে পারে। **[KUET'15-16]**

(a) $-3\ ms^{-2}$ (b) $5\ ms^{-2}$ (c) $2\ ms^{-2}$ (d) $15\ ms^{-2}$ (e) $11\ ms^{-2}$

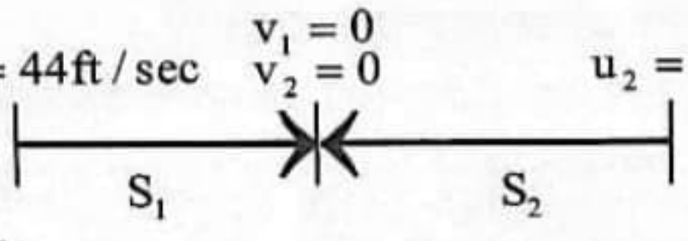
সমাধান: (c); প্রথম ট্রেনের ক্ষেত্রে $x_1 = \frac{v_1^2}{2a}$; দ্বিতীয় ট্রেনের ক্ষেত্রে $x_2 = \frac{v_2^2}{2a}$

$\therefore x_1 + x_2 = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2a}$; $a = \frac{40^2 + 60^2}{2 \times 1300} = 2\ ms^{-2}$

02. দুইটি ট্রেন একই রেলপথে বিপরীত দিকে হতে 44ft/sec ও 66ft/sec গতিবেগে অগ্রসর হচ্ছে। ট্রেন দুইটি 1573ft দূরত্বে থাকাকালে সংঘর্ষ এড়ানোর জন্য উভয় ইঞ্জিনে ব্রেক করা হলো। উভয় ইঞ্জিনের মন্দন সমান। মন্দনের সর্বনিম্ন মান কত? **[RUET'13-14]**

(a) $5ft/sec^2$ (b) $\frac{5}{2}ft/sec^2$ (c) $3ft/sec^2$ (d) $2ft/sec^2$ (e) None

সমাধান: (d) ;



$S_1 = \frac{-u_1^2}{2f} = \frac{-44^2}{2f}; S_2 = \frac{-u_2^2}{2f} = \frac{-66^2}{2f}$

প্রশ্নমতে, $\frac{44^2}{2f} + \frac{66^2}{2f} = -1573 \therefore f = -2ft/s^2$. $\therefore$ মন্দন $= 2ft/s^2$.

Question Type-08: নির্দিষ্ট অংশ ভেদ করে বেগ হারানোর পর অতিক্রান্ত দূরত্ব সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

ধরা হয়, ভেদ করার সময় সুষম মন্দনে বুলেটের বেগ হ্রাসপ্রাপ্ত হয়।

প্রধান সূত্রঃ $v^2 = u^2 + 2fs\ [f < 0]$		
একটি বুলেট-	আরও অতিক্রম করবে	মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব
(i) s দূরত্ব অতিক্রম করার পর যদি বেগের $\frac{1}{n}$ অংশ হারায় (ii) একটি তক্তা ভেদ করার পর যদি বেগের $\frac{1}{n}$ অংশ হারায়	(i) $x = \frac{s(n-1)^2}{2n-1}$ (ii) $N = \frac{(n-1)^2}{2n-1} \approx \frac{n}{2} - 1$	(i) $x_t = \frac{s(n-1)^2}{2n-1} + s$ (ii) $N_t = \frac{(n-1)^2}{2n-1} + 1 \approx \frac{n}{2}$
(i) s দূরত্ব অতিক্রম করার পর যদি বেগ আদিবেগের $\frac{1}{n}$ অংশ হয় (ii) একটি তক্তা ভেদ করার পর যদি বেগ আদিবেগের $\frac{1}{n}$ অংশ হয়	(i) $x = \frac{s}{n^2-1}$ (ii) $N = \frac{1}{n^2-1}$	(i) $x_t = \frac{s}{n^2-1} + s$ (ii) $N_t = \frac{1}{n^2-1} + 1$
(i) নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি তক্তা ভেদ করতে পারলে, এর বেগ n গুণ করা হলে পূর্বের n^2 গুণ তক্তা ভেদ করতে পারবে। [অর্থাৎ, নির্দিষ্ট পুরুত্বের a সংখ্যক তক্তা ভেদ করতে পারলে, এর বেগ n গুণ করা হলে n^2a টি তক্তা ভেদ করতে পারবে।] (ii) বিপরীতক্রমে, ঐ পুরুত্বের m সংখ্যক তক্তা ভেদ করতে হলে বেগ $\sqrt{m}$ গুণ করতে হবে। [অর্থাৎ, a সংখ্যক তক্তা ভেদ করতে পারলে, ma সংখ্যক তক্তা ভেদ করাতে হলে বেগ $\sqrt{m}$ গুণ করতে হবে।]		

MCQ

01. একটি বুলেট একটি তক্তা ভেদ করতে এর বেগের $\frac{1}{10}$ অংশ হারায়। মন্দন সুষম হলে, বুলেটটি থামার পূর্বে পরপর স্থাপিত অনুরুপ কতগুলি তক্তা ভেদ করবে? **[CKRUET'20-21]**

(a) $5\frac{5}{19}$ (b) $4\frac{5}{19}$ (c) $5\frac{4}{19}$ (d) $3\frac{5}{19}$ (e) $5\frac{3}{19}$

সমাধানঃ (b); আদিবেগ $= v$

একটি তক্তা ভেদ করার পর বেগ, $v' = v\left(1 - \frac{1}{10}\right) = 9\frac{v}{10}$

গতিশক্তি, $\frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{81}{100}$

একটি তক্তা ভেদ করতে ব্যয়িত শক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m\left(\frac{81v^2}{100}\right) = \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{19}{100}$ J

$\frac{1}{2}mv^2 \times \frac{19}{100}$ J শক্তি দিয়ে ভেদ করা যায় 1 টি তক্তা

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 \times \frac{81}{100}$ J শক্তি দিয়ে ভেদ করা যায় $\frac{81}{19}$ টি তক্তা $= 4\frac{5}{19}$ টি তক্তা

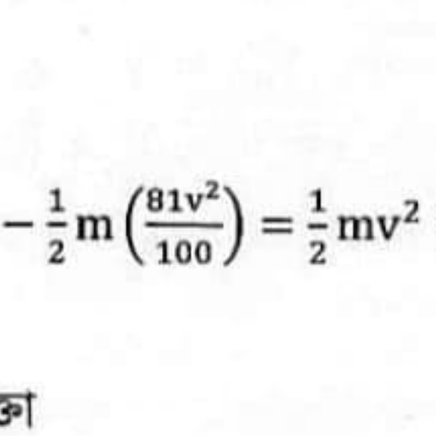
Shortcut: $v' = \frac{v}{n} \Rightarrow n = \frac{v}{v'} = \frac{10}{9}$; $S' = \frac{S}{n^2-1} = \frac{81}{19}s = 4\frac{5}{19}s$

02. একটি বুলেট লক্ষ্যবস্তুর 3 cm ভিতরে প্রবেশ করতে তার অর্ধেক বেগ হারায়। লক্ষ্যবস্তুর প্রতিরোধ সুষম হলে বুলেটটি আর কতদূর প্রবেশ করবে? **[BUET'12-13, 13-14]**

(a) 0.5cm (b) 1.0cm (c) 1.5cm (d) 2.0cm

সমাধান: (b); কাজ শক্তি উপপাদ্য প্রয়োগ করলে অঙ্ক সবচেয়ে Short হয়।

ধরি, F = বাধাদানকারী বল



AB অংশে, $F(3) = \frac{1}{2}mu^2 - \frac{1}{2}\left(\frac{u}{2}\right)^2 \ldots$ (i)

BC অংশে, $FS = \frac{1}{2}m\frac{1}{2}\left(\frac{u}{2}\right)^2 \ldots$ (ii)

(ii) ÷ (i) $\frac{s}{3} = \frac{\frac{u^2}{4}}{u^2 - \frac{u^2}{4}} = \frac{\frac{1}{4}}{1 - \frac{1}{4}} \Rightarrow \frac{S}{3} = \frac{1}{3} \Rightarrow S = 1\text{cm}$

Shortcut: $5' = \frac{5}{3} = \frac{3cm}{3} = 1cm$

Shortcut: S দূরত্ব অতিক্রম করে $\frac{1}{n}$ অংশ বেগ হারালে আরো x দূরত্ব অতিক্রম করলে $x = \frac{s(n-1)^2}{(2n-1)}$

Written

03. একটি বুলেট একটি তক্তা ভেদ করতে তার বেগের $\frac{1}{10}$ অংশ হারায়। তক্তার প্রতিরোধ ক্ষমতা সুষম হলে থামবার পূর্বে বুলেটটি কতগুলো তক্তা ভেদ করতে পারবে? **[BUET'09-10]**

সমাধান: $v^2 = v_o^2 - 2as_1$ বা, $\left(v_o - \frac{v_o}{10}\right)^2 = v_o^2 - 2as_1$ বা, $\frac{81v_o^2}{100} = v_o^2 - 2as_1$ $\therefore 2as_1 = \frac{19v_o^2}{100}$

আবার, $v_o^2 - 2as_2 = 0 \therefore 2as_2 = v_o^2 \therefore \frac{s_1}{s_2} = \frac{19}{100} \therefore \frac{s_2}{s_1} = \frac{100}{19} = 5.263$ (প্রায়) $\therefore$ মোট 5 টি তক্তা।

বিকল্প: প্রথমে, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$; পরবর্তীতে, $v' = \frac{9v}{10}$; $E_k' = \frac{1}{2}m\left(\frac{9v}{10}\right)^2 = \frac{81}{100}E_k$

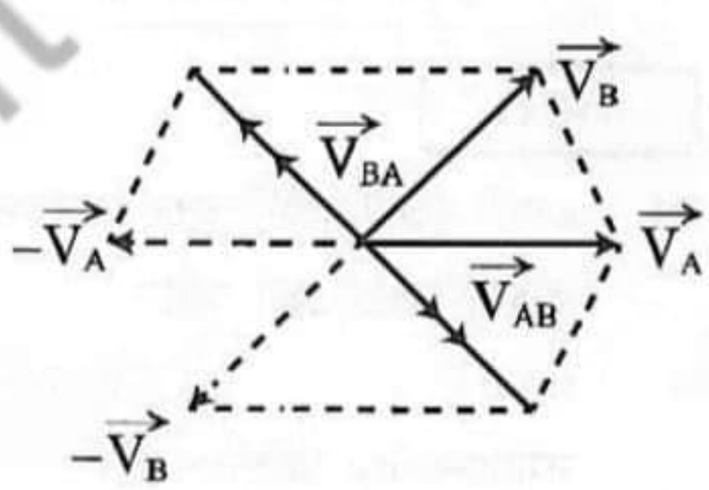
এখন, $\left(E_k - \frac{81}{100}\right)E_k \Rightarrow \frac{19}{100}E_k$ দিয়ে অতিক্রম করা যায় 1 টি তক্তা

E_k দিয়ে অতিক্রম করা যায় $\frac{100}{19}$ টি তক্তা = 5.263 টি তক্তা = প্রায় 5 টি তক্তা

Question Type-09: আপেক্ষিক বেগ সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

- একই দিকে গেলে আপেক্ষিক বেগ হবে তাদের বেগের অন্তরফল।
- বিপরীত দিকে গেলে আপেক্ষিক বেগ হবে তাদের বেগের যোগফল।
- আপেক্ষিক বেগ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে যার সাপেক্ষে আপেক্ষিক বেগ নির্ণয় করতে হবে তার বিপরীত বেগ নিয়ে অপর বেগের সাথে সামান্তরিক গঠন করলে সামান্তরিকের বেগদ্বয়ের ক্রিয়া বিন্দুগামী কর্ণই আপেক্ষিক বেগের মান ও দিক নির্দেশ করে।



B এর সাপেক্ষে A এর বেগ, $\vec{V}_{AB} = \vec{V}_A - \vec{V}_B$

A এর সাপেক্ষে B এর বেগ, $\vec{V}_{BA} = \vec{V}_B - \vec{V}_A$

আবার, $\vec{V}_A = \vec{V}_B + \vec{V}_{AB}$ এবং $\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$

অর্থাৎ, কোন একটি বস্তুর বেগ এবং বস্তুটির সাপেক্ষে দ্বিতীয় কোন বস্তুর বেগের লব্ধি দ্বিতীয় বস্তুটির বেগের সমান।

MCQ

01. একজন নাবিক v কিমি/ঘণ্টা বেগে একটি নৌকা চালিয়ে u কিমি/ঘণ্টা বেগে প্রবাহিত একটি নদী ন্যূনতম পথে পাড়ি দিতে চায়। নদীর স্রোতের সাপেক্ষে নৌকার আপেক্ষিক বেগ কত? **[RUET'14-15]**

(a) $\sqrt{u^2 + v^2 - 2uv\cos\left(\sin^{-1}\frac{u}{v}\right)}$ (b) $\sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\left(\sin^{-1}\frac{u}{v}\right)}$

(c) $\sqrt{u^2 + v^2 - 2uv\cos\left(\tan^{-1}\frac{u}{v}\right)}$ (d) $\sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\sin\left(\sin^{-1}\frac{u}{v}\right)}$

(e) $\sqrt{u^2 + v^2 - 2uv\sin\left(\sin^{-1}\frac{u}{v}\right)}$

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই);

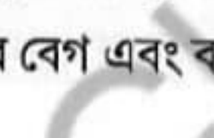


Fig: 1

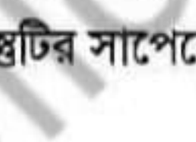


Fig: 2

প্রথম চিত্র থেকে পাই, নৌকার লব্ধি বেগ, $\vec{w} = \vec{u} + \vec{v} \therefore \vec{v} = \vec{w} - \vec{u}$ ..... (i)

দ্বিতীয় চিত্র হতে পাই, স্রোতের সাপেক্ষে নৌকার আপেক্ষিক বেগ, $\vec{v_r} = \vec{w} - \vec{u} = \vec{v}$ [from (i)] $\therefore \vec{v_r} = \vec{v}$

02. 200 m এবং 300 m দৈর্ঘ্যের দুইটি ট্রেন একটি ষ্টেশন থেকে একই দিকে দুইটি সমান্তরাল রেলপথে যথাক্রমে 40kmh^{-1} এবং $30\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে যাত্রা করে। কত সময়ে এরা পরস্পরকে অতিক্রম করবে? **[BUET'12-13]**

(a) 2 minutes (b) 3 minutes (c) 4 minutes (d) 3.5 minutes

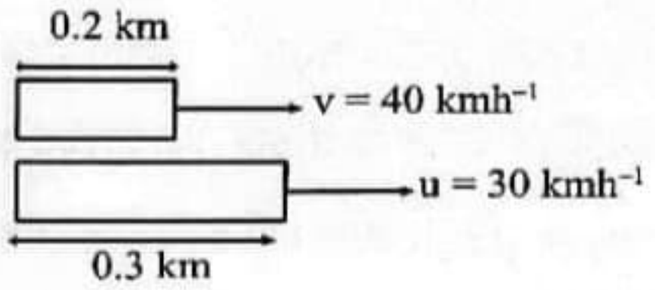
সমাধান: (b); প্রশ্ন হতে বোঝাই যায় যে অতিক্রম করলে 40kmh^{-1} এর ট্রেনই করবে।

t সময়ে অতিক্রম করলে [t hour এককে]

$40t = 30t + 0.2 + 0.3$

$\Rightarrow t = 0.05$ hour

$\Rightarrow t = 3$minutes



03. 80 m প্রশস্ত একটি নদীতে স্রোত না থাকলে তা সোজাসুজি পাড়ি দিতে একজন লোকের সময় লাগে 4 minutes, কিন্তু স্রোত থাকলে তা পার হতে সময় লাগে 5 minutes । স্রোতের বেগ নির্ণয় কর। **[RUET'12-13]**

(a) 15 m/min (b) 12 m/min (c) 16 m/min (d) 14 m/min (e) 13 m/min

সমাধান: (b); $u = 20\text{m/min}$; $\sqrt{u^2 - v^2} = 16\text{m/min}$; $v^2 = 20^2 - 16^2$ or, $v = 12$ m/min

Question Type-10: শব্দ শোনার সময় হিসেব করে গভীরতা নির্ণয় সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

এক্ষেত্রে গতিবিদ্যার মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর সূত্র, $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$v = u + gt$ ইত্যাদি ব্যবহার করতে হবে [পড়ন্ত বস্তুটির জন্য]

u = আদিবেগ, v = শেষবেগ, g = অভিকর্ষজ ত্বরণ

শব্দের জন্য:

$h = v_s t$ ব্যবহার করতে হবে। [শব্দ সমবেগে চলে]

v_s = শব্দের বেগ

MCQ

01. কুয়ার ভিতর একটি পাথর ছেড়ে দেওয়ায় $3\frac{1}{2}$ sec পর পাথরটি পড়ার শব্দ পাওয়া গেল। যদি শব্দের বেগ 327ms^{-1} হয়, তবে কুয়ার গভীরতা হবে- **[CUET'13-14]**

(a) 45.5 m (b) 54.5 m (c) 50.0 m (d) None of these

সমাধান: (b); ধরি, কূপের গভীরতা = h, পতনের সময় = t

শব্দ উপরে আসার সময়= $\frac{h}{327}$ $\therefore t + \frac{h}{327} = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{h}{327} = \frac{7}{2}$

$\sqrt{h} = x$ ধরে, $\frac{x^2}{327} + x\sqrt{\frac{2}{g}} = \frac{7}{2} \Rightarrow x = 7.379 \Rightarrow h = 54.5\text{m}$

02. একটি শূন্য কূপে একটি পাথর খন্ড ফেললে তা 3 sec-এ কূপের তলদেশে পৌঁছালে কূপের গভীরতা হবে.- **[CUET'10-11]**

(a) 14.72m (b) 88.29m (c) 44.15m (d) None of these

সমাধান: (c); $h = ut + \frac{1}{2}gt^2 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.81 \times 3^2 = 44.145\text{m}$

Question Type-11: উপর থেকে বিনা বাধায় পতনশীল বস্তুর গতি সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

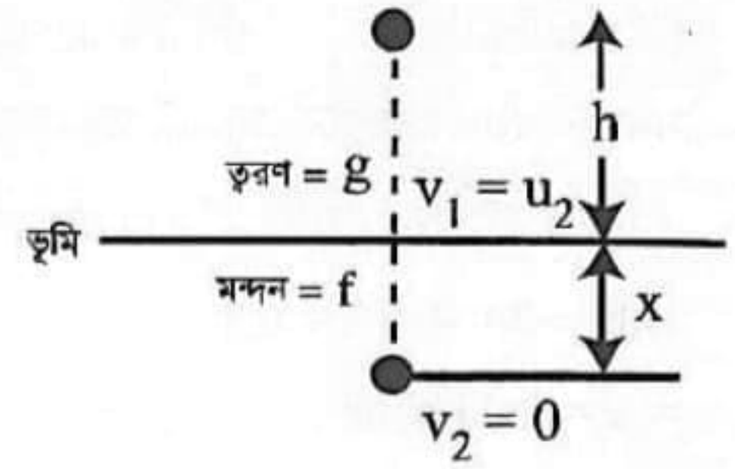
♦ পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে, $v = u + gt$; $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$ [নিচের দিকে +ve ধরে]

♦ **Special Case: বস্তু মাটিতে x দূরত্ব প্রবেশ করলে বস্তুর উপর বল:**

h উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়ার ঠিক আগ মুহূর্তের বেগ, $v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$

অর্থাৎ মাটিতে প্রবেশ করা শুরু করার সময় আদিবেগ

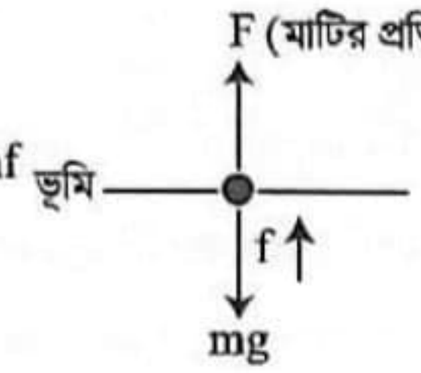
$u_2 = v_1 = \sqrt{2gh}$ এবং মাটির ভিতরে শেষ বেগ, $v_2 = 0$



ধরি, মন্দন = f

এখন, $v_2^2 = u_2^2 - 2fx \Rightarrow 0 = u_2^2 - 2fx \Rightarrow 2fx = u_2^2 \Rightarrow 2fx = 2gh \therefore f = g\frac{h}{x}$

∴ গড় বল = mg + mf



$\sum F = mf \Rightarrow F - mg = mf \Rightarrow F = mg + mf = mg + mg\frac{h}{x} \therefore F = mg\left(1 + \frac{h}{x}\right)$

MCQ

01. A particle falls freely from a tower for 4 seconds. What is the distance it crosses in the last 2 seconds?

(a) 128 ft (b) 16 ft (c) 96 ft (d) 192 ft **[IUT'21-22]**

Solution: (d); $d = \frac{1}{2}g(4^2 - 2^2)\text{ ft} = \frac{1}{2} \times 32(16 - 4)\text{ ft}$

$= 16 \times 12\text{ ft} = 192\text{ ft}$[Note: in f. p. s system $g = 32\text{ fts}^{-2}$]

02. একটি বস্তু বিনা বাধায় শুধুমাত্র মধ্যাকর্ষনের প্রভাবে খাড়া নিচের দিকে নামা অবস্থায় 128 ft দূরত্বে অবস্থিত দুইটি বিন্দু 2 সেকেন্ডে অতিক্রম করে। উপরের বিন্দু হতে কত উচ্চতায় বস্তু নিচের দিকে নামা শুরু করেছিল? **[KUET'11-12, CKRUET'20-21]**

(a) 13 ft (b) 19 ft (c) 21 ft (d) 27 ft (e) 16 ft

সমাধান: (e); $h = ut + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 128 = u \times 2 + \frac{1}{2} \times 32 \times 2^2$ [$g = 32\text{ fts}^{-2}$]

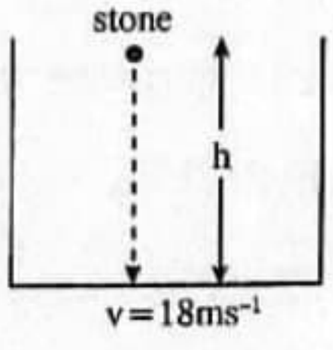
$\Rightarrow 128 = 2u + 64 \Rightarrow u = 32\text{fts}^{-1}$; উপরের বিন্দুতে বেগ ছিল 32 fts^{-1}।

বস্তুটি উপরের বিন্দু থেকে h′ উচ্চতায় নামা শুরু করলে, $u^2 = 2gh' \Rightarrow h' = \frac{u^2}{2g} = \frac{32^2}{2\times32} = 16\text{ft}$

03. If a stone is made fallen into a vacuum well then it will reach the bottom with a velocity of 18ms^{-1}. What is the depth of the well? **[IUT'19-20]**

(a) 9.18 m (b) 18.36 m (c) 16.53 m (d) 32.06 m

Solution: (c); $v^2 = 2gh \Rightarrow 18^2 = 2 \times 9.8 \times h \therefore h = 16.53\text{m}$



04. 4 গ্রাম ভরের একটি বস্তু 6 মিটার উচ্চ স্থান হতে পতিত হয়ে কাঁদায় 5 সে.মি. প্রবেশে করে স্থির হয়ে পড়ল। ভরটির উপর কাঁদায় গড় ধাক্কার পরিমাণ কত? **[KUET'16-17]**

(a) 18.973N (b) 9.486N (c) 4.7432N (d) 2.3716N (e) 1.1856N

সমাধান: (c); $mg(h+x) = Fx \Rightarrow F = \frac{mg(h+x)}{x} = 4.7432N$

05. 4 kg ভরের একটি বস্তু 150 মিটার উচ্চতা থেকে পতিত হয়ে কাঁদার ভিতর 2 মিটার প্রবেশ করে স্থির হল। বস্তুটির উপর কাঁদার গড় চাপ হবে- **[CUET'14-15]**

(a) 2979.2N (b) 2879.2N (c) 2880.2N (d) None of them

সমাধান: (a); $R = mg\left(1+\frac{h}{x}\right) = 4 \times 9.8 \times \left(1+\frac{150}{2.}\right)N = 2979.2N$

06. 0.25kg এবং 0.50kg ভরের দুইটি বস্তু যথাক্রমে h_1 এবং h_2 উচ্চতা হতে মুক্তভাবে পড়ে একই সমান গতিশক্তিতে ভূপৃষ্ঠে পড়ল। $\frac{h_1}{h_2}$ এর মান নির্ণয় কর। **[KUET'13-14]**

(a) $\frac{3}{5}$ (b) $\frac{11}{15}$ (c) $\frac{3}{7}$ (d) $\frac{2}{1}$ (e) $\frac{3}{13}$

সমাধান: (d); $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 2gh = mgh$; $E \propto mh \therefore m_1h_1 = m_2h_2 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{m_2}{m_1} = \frac{0.50}{0.25} = \frac{2}{1}$

07. 10kg ভরের একটি বস্তু 9.81 মিটার উচ্চতা হতে পতিত হয়ে মাটির মধ্যে 1.962 মিঃ প্রবেশ করে সুস্থির হয়। মাটির প্রতিরোধ বল এর মান কত? **[KUET'13-14]**

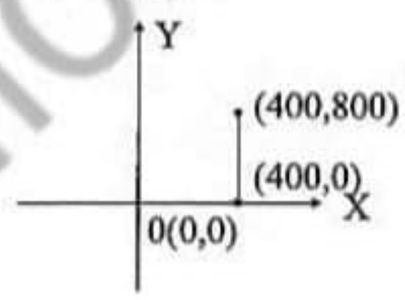
(a) 588.60N (b) 298.30N (c) 2452.50N (d) 4905N (e) 9810N

সমাধান: (a); $mg(h+x) = Fx \Rightarrow 10 \times 9.81 \times (9.81 + 1.962) = F \times 1.962 \Rightarrow F = 588.6N$

08. একটি বিমান অবতরণকালে কোন এক সময় (400,800) বিন্দুতে অবস্থান করে এবং কিছুক্ষণের মধ্যে বিমানটি (400,0) বিন্দুতে অবস্থান করে, তাহলে বিমানটি কী হবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) বিধ্বস্ত হবে (b) বিধ্বস্ত হবে না (c) আরও উর্ধ্বমুখী হবে (d) কোনটি হবে না

সমাধান: (a) ; বিমানের গতিপথের গ্রাফ অর্থাৎ বিধ্বস্ত হবে।



Written

09. একটি টাওয়ারের শীর্ষবিন্দু হতে অবাধে পড়ন্ত একখন্ড পাথর x মিটার দূরত্বে পৌঁছালে টাওয়ারের শীর্ষবিন্দুর y মিটার নিচে কোনো বিন্দু থেকে আরেক খন্ড পাথর নিচে ফেলা হল। এরা একই সাথে ভূমিতে পড়লে, টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় কর। **[BUTEX'20-21]**

সমাধান: x দূরত্ব পতনের পর বেগ v হলে, $v^2 = 0 + 2gx \Rightarrow v = \sqrt{2gx}$

এবং ঠিক সেই সময়ে দ্বিতীয় পাথরের বেগ শূন্য।

মনে করি, ঐ সময় হতে t সময় পর তারা মাটিতে পড়ে এবং টাওয়ারের উচ্চতা = h

তাহলে, $h - x = \sqrt{2gx} \times t + \frac{1}{2}gt^2$ এবং $h - y = \frac{1}{2}gt^2$

বিয়োগ করে, $y - x = \sqrt{2gx} \times t \Rightarrow t = \frac{y-x}{\sqrt{2gx}}$

এখন, $h - y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h = y + \frac{1}{2}g \times \frac{(y-x)^2}{2gx} = y + \frac{(y-x)^2}{4x} = \frac{4xy+(x-y)^2}{4x} = \frac{(x+y)^2}{4x}$

∴ নির্ণেয় টাওয়ারের উচ্চতা = $\frac{(x+y)^2}{4x}$

Question Type-12: ভূমি থেকে উলম্বভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতি সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

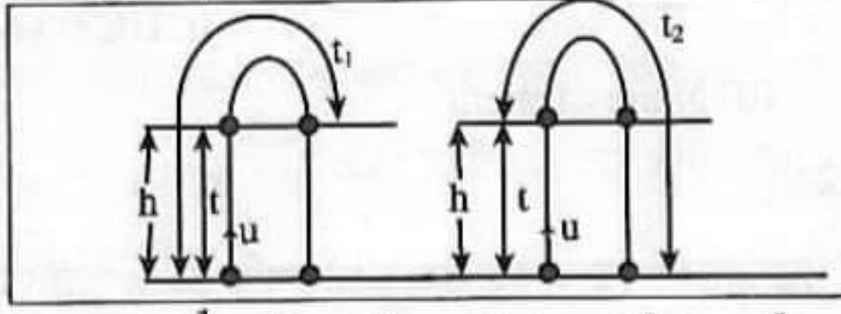
ঊর্ধ্বে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, [উপরের দিকে +ve ধরে]

$v = u - gt$

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{u^2}{2g}$; বিচরণকাল, $T = \frac{2u}{g}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময়, $t_{max} = \frac{u}{g}$



$t = h$ উচ্চতায় প্রথমবার উঠতে সময়

t_1 = সর্বোচ্চ উচ্চতা অতিক্রম করার পর h উচ্চতায় ২য় বার থাকার সময়

t_2 = t সময়ে h উচ্চতায় ওঠার পর সর্বোচ্চ উচ্চতা অতিক্রম করে সেখানে থেকে নামার সময়

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 2h = 2ut - gt^2 \Rightarrow gt^2 - 2ut + 2h = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots$ (i)

(i) এর মূলদ্বয় t ও t_1 [$\because$ t ও t_1 সময়ে h উচ্চতায় থাকে]

$\therefore t + t_1 = -\frac{(-2u)}{g} = \frac{2u}{g}$ $\quad \therefore \boxed{t + t_1 = \frac{2u}{g} = T}$ →বিচরণকাল

কিন্তু ২য় চিত্র হতে, বিচরণকাল, $\boxed{T = t + t_2}$

প্রশ্নমতে, $\boxed{t_2 = t_1}$

MCQ

01. The height, in feet, to which a golf ball rises when it is short upward from ground level is described by $h(t) = -16t^2 + 48t$. Where, t is the time elapsed in seconds. Use the discriminant to determine whether the golf ball can reach a height of 32 feet or not, and if it can then how many times it reaches that height. **[IUT'14-15]**

(a) Not possible (b) Possible to reach the height 2 times

(c) Possible only once (d) None of these

Solution: (b); $32 = -16t^2 + 48t \Rightarrow t^2 - 3t + 2 = 0$

Discriminant $= \sqrt{(-3)^2 - 4.2.1} = 1 > 0$ $\therefore$ The golf ball can reach a height of 32 feet. The equation has 2 solutions. Therefore, it is possible to reach the height 2 times.

02. $19.6 ms^{-1}$ বেগে একটি পাথর খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে যে সময় পরে এটি ভূমিতে পড়বে তা হল- **[BUET'13-14]**

(a) 2 sec (b) $\frac{1}{2}$ sec (c) 4 sec (d) $\frac{1}{4}$ sec

সমাধান: (c); $T = \frac{2u}{g} = \frac{2\times19.6}{9.8} = 4sec$

Written

03. u বেগে উপরে নিক্ষিপ্ত একটি বস্তু সর্বোচ্চ উচ্চতার অর্ধেক অতিক্রম করতে যে সময় নিবে তা নির্ণয় কর। **[RUET'19-20]**

সমাধান: সর্বোচ্চ উচ্চতার অর্ধেক, $h_{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \times \frac{u^2}{2g} = \frac{u^2}{4g}$

ফলে, $h_{\frac{1}{2}} = ut - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \frac{u^2}{4g} = ut - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \frac{1}{2}gt^2 - ut + \frac{u^2}{4g} = 0 \therefore t = \frac{u \pm \sqrt{u^2 - 4\left(\frac{1}{2}g\right)\left(\frac{u^2}{4g}\right)}}{2\left(\frac{1}{2}g\right)} = \frac{u \pm \sqrt{\frac{1}{2}u^2}}{2g} = \frac{u}{g}\left(1 \pm \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$

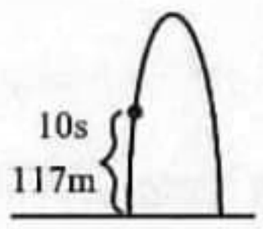
উপরে ওঠার ক্ষেত্রে উক্ত উচ্চতা অতিক্রম করতে সময় প্রয়োজন $= \frac{u}{g}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$

04. খাড়াভাবে প্রক্ষিপ্ত একটি বস্তুকণা 10 সেকেণ্ডে 117 মিটার উচ্চতায় উঠে পুনরায় ফিরে আসে। প্রক্ষেপণ বেগ ও ভ্রমণকাল নির্ণয় কর। [$g = 9.8 ms^{-2}$] **[BUTEX'05-06]**

সমাধান: $h = 117 m; g = 9.8 ms^{-2}; u = ?; T = ?$

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 117 = 10u - 4.9 \times 10^2 \Rightarrow u = 60.7 ms^{-1}$ (Ans.)

$\therefore$ ভ্রমণকাল, $T = \frac{2u}{g} = \frac{2 \times 60.7}{9.8} = 12.3877 s$ (Ans.)



Click to edit

Question Type-13: উলম্বভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর উপরে সর্বোচ্চ উচ্চতা ও সর্বোচ্চ উচ্চতায় উত্থান কাল সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

- মোট বিচরণ কাল, $T = \frac{2u}{g}$ [u = আদিবেগ/নিক্ষেপ বেগ]
- সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{u^2}{2g}$ [সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময়, $t_{max} = \frac{u}{g}$]

MCQ

01. একটি উঁচু টাওয়ারের শীর্ষবিন্দু হতে একটি বল 21 m/s গতিবেগে অনুভূমিক দিকে নিক্ষেপ করা হলো। বলটি টাওয়ারের পাদদেশ হতে 84 m দূরে ভূমিতে আঘাত করলে টাওয়ারের উচ্চতা কত? **[RUET'12-13]**

(a) 30 m (b) 39 m (c) 45 m (d) 20 m (e) None

সমাধান: (e); $t = \frac{x}{v_{x_o}} = \frac{84}{21} = 4s$; $y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4^2 = 78.4$ m

02. একটি পাথর 200 ft/ sec. বেগে অনুভূমিক তলের সাথে 30^o কোণে প্রক্ষিপ্ত হলো উহা কত উচ্চতায় উঠবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) $256\frac{1}{4}$ ft (b) $356\frac{1}{4}$ ft (c) $156\frac{1}{4}$ ft (d) $56\frac{1}{4}$ ft

সমাধান: (c); $H_{max}\ \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{(200)^2 \times (\sin 30^o)^2}{2 \times 32} = 156\ \frac{1}{4}$ ft

Written

03. একটি কণাকে 200 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। এর 10 sec. পর অপর একটি কণাকে একই স্থান থেকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। যদি তারা প্রথম কণার বৃহত্তম উচ্চতায় মিলিত হয়, তবে দ্বিতীয় কণার বেগ নির্ণয় কর। দেয়া আছে, $g = 9.8\ ms^{-2}$। **[CUET'13-14]**

সমাধান: প্রথম কণার বৃহত্তম উচ্চতা, $H = \frac{V_0^2}{2g} = 2040.81$m; উঠার সময়, $t = \frac{V_0}{g} = 20.408$s

$\therefore$ দ্বিতীয় কণার ব্যয়িত সময়, $t' = (20.408 - 10) = 10.408$s; $h = V_o t' - \frac{1}{2}gt'^2 \therefore V_o = 247.08$

04. ভূমির সাথে 90^o কোণে নিক্ষিপ্ত কোনো প্রক্ষেপকের সর্বাধিক উচ্চতা কত? **[BUTEX'10-11]**

সমাধান: $H = \frac{u^2}{2g}$

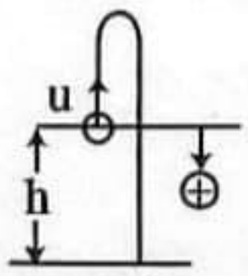
05. u আদিবেগে এবং g অভিকর্ষজ ত্বরণে খাড়াভাবে উর্ধ্বদিকে নিক্ষিপ্ত বস্তু কত সময় পর নিক্ষেপণ স্থানে ফিরে আসবে?

সমাধান: $T = \frac{2u}{g}$ **[BUTEX'10-11]**

Question Type-14: সমবেগে উর্ধ্বগামী প্লেন বা বেলুন থেকে বস্তু ছেড়ে দেওয়া এবং বিমানের উচ্চতা সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

চিন্তা কর, সমবেগে (u বেগে) উর্ধ্বগামী রকেট থেকে যদি কোন বস্তু ছেড়ে দেওয়া হয় তাহলে সেই বস্তুটিরও u বেগ থাকবে। এই u বেগের জন্য বস্তুটি কিছু সময় উপরে যাবে এর পর তার বেগ এক সময় শূন্য হবে (অভিকর্ষের জন্য) এর পর বস্তুটি নিচে পড়া শুরু করবে।



যেখান থেকে রকেটটি বস্তুটিকে ছেড়ে দেয়।

এখানে নিচের দিককে ধনাত্মক চিন্তা করা হচ্ছে।

এখন, যখন বস্তুটি মাটিতে আঘাত করে তখন রকেটের উচ্চতা হলো $= h + ut$

[h উচ্চতা থেকে বস্তুটি ছাড়া হয় এবং t সময়ে রকেট সমবেগে ut দূরত্ব অতিক্রম করে]

বস্তুটির নীট সরণ, $h = -ut + \frac{1}{2}gt^2$

$\therefore h = -ut + \frac{1}{2}gt^2 \therefore h + ut = \frac{1}{2}gt^2 \therefore$ বস্তুটি ভূমিতে আঘাত করার মুহূর্তে রকেটের উচ্চতা $= \frac{1}{2}gt^2$

MCQ

01. সমবেগে খাড়া ঊর্ধ্বগামী একটি বিমান হতে একটি বোমা ছেড়ে দেওয়ার 10 সেকেন্ড পর মাটিতে পড়ে। মাটিতে বোমাটি আঘাত করার মূহুর্তে বিমানটি যে উচ্চতায় পৌছায় তা হলো- **[KUET'17-18]**

(a) 1470 m (b) 980 m (c) 1960 m (d) 490 m (e) 245 m

সমাধান: (d); $h_{bomb} = -ut + \frac{1}{2}gt^2 = -u \times 10 + 4.9 \times 10^2 = 490 - 10u$

$\therefore h_{plane} = 10u + 490 - 10u = 490$

02. $10ms^{-1}$ বেগে ঊর্ধ্বগামী কোন বেলুন হতে একটি পাথরের টুকরা ফেলে দেওয়ার 10sec পর মাটিতে পড়ে। পাথরটি ফেলে দেওয়ার সময় বেলুনের উচ্চতা কত ছিল? **[CUET'14-15, BUTEX13-14' BUET'13-14]**

(a) 590 m (b) 390 m (c) 49 m (d) 490 m

সমাধান: (b) ; $h = -vt + \frac{1}{2}gt^2 = -10 \times 10 + 4.9 \times 10^2 = 390m$

Written

03. সমবেগে খাড়া উর্ধ্বমুখী একটি এরোপ্লেন হতে একটি বস্তু ফেলা হলে তা 5 sce পর মাটিতে পড়ে। বস্তুটি মাটিতে স্পর্শ করার সময় এরোপ্লেনের উচ্চতা নির্ণয় কর। **[RUET'18-19]**

সমাধান: বস্তু ফেলার সময় পর্যন্ত প্লেনের অতিক্রান্ত উচ্চতা, $h_1 = ut$; বস্তুর জন্য, $h_2 = -ut + \frac{1}{2}gt^2 \therefore h_1 = h_2$

$\therefore ut = -ut + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 2ut = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow u = \frac{gt}{4} = \frac{5 \times 9.8}{4} \therefore u = 12.25ms^{-1}$

$\therefore H = h_1 + h_2 = 5 \times 12.25 - 5 \times 12.25 + 4.9 \times 5^2$; $H = 122.5m$ (Ans.)

Question Type-15: নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে দুটি বস্তু একই দিকে নিক্ষিপ্ত সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

এখানেও 2টি আলাদা আলাদাভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর জন্য গতির সমীকরণগুলো ব্যবহার করে প্রয়োজনীয় মান নির্ণয় করতে হবে।

♦ **Shortcut for MCQ:** একটি কণা $u\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো এবং t sec পরে যদি ঐ একই বিন্দু হতে একই আদিবেগে অপর একটি কণা উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে তারা $\frac{4u^2 - g^2t^2}{8g}$ উচ্চতায় মিলিত হবে।

Written

01. একটি কণাকে $200\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। এর 10 sec পরে অপর একটি কণাকে একই স্থান হতে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। যদি তারা প্রথম কণার বৃহত্তম উচ্চতায় মিলিত হয়, তবে দ্বিতীয় কণার বেগ নির্ণয় কর। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ **[BUET'07-08]**

সমাধান: ১ম কণার বৃহত্তম উচ্চতা, $h = \frac{200^2}{2 \times 9.8} = 2040.8m$ এবং বৃহত্তম উচ্চতায় উত্থানকাল $t = \frac{200}{9.8} = 20.40\ s$

প্রশ্নমতে, ১ম কণার নিক্ষেপের 20.4s পরে অর্থাৎ ২য় কণার নিক্ষেপের $(20.4 - 10)s$ বা $10.4s$ পরে 2040.8m উচ্চতায় কণাদ্বয় মিলিত হবে।

ধরি, ২য় কণার নিক্ষেপণ বেগ $= u\ ms^{-1}$

এখন, $u \times 10.4 - \frac{1}{2} \times 9.8(10.4)^2 = 2040.8 \Rightarrow u = 247.2\ ms^{-1}$ (Ans.)

Question Type-16: একই সাথে একটি বস্তু উপরের দিকে, অন্য একটি নিচের দিকে সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

এক্ষেত্রে বস্তু দুটির জন্য আলাদা আলাদাভাবে সমীকরণ বের করে সমাধান করতে হবে। [গতির সমীকরণগুলো হতে]

MCQ

01. Suppose you decide to drop a melon from rest from the first observation platform of the Eiffel Tower which is 58.3m about the head of your friend who is standing just below you. Your friend shoots an straight up at the same time with an initial velocity of $25.1\ ms^{-1}$. What height above your friend's arrow head does the collision occur? **[IUT'16-17]**

(a) 31.92 m (b) 26.27 m (c) 46.93 m (d) 22.32 m

Solution: (a); $58.3 - (25.1t - 4.9t^2) = 4.9t^2; t = 2.323\ s\ ; s = 2.323\ s$

Question Type-17: α কোণে ভূমি থেকে নিক্ষিপ্ত প্রক্ষেপকের গতি সংক্রান্ত

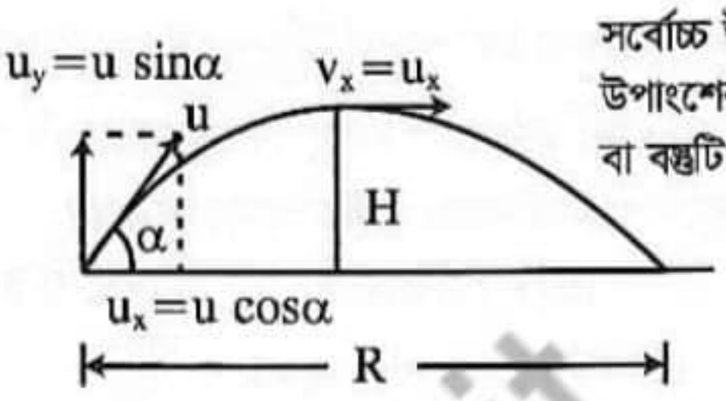
➲ **Formula & Concept:** α কোণে ভূমি থেকে u বেগে নিক্ষিপ্ত প্রাসের ক্ষেত্রে-

♦ গতিসূত্রঃ

- $v_x = u_x = u\cos\alpha$
- $v_y = u_y - gt = u\sin\alpha - gt$
- $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}\ ;\ \theta_v = \tan^{-1}\frac{v_y}{v_x}$
- $x = u_x t = u\cos\alpha\, t$
- $y = u_y t - \frac{1}{2}gt^2 = u\sin\alpha\, t - \frac{1}{2}gt^2$
- $r = \sqrt{x^2 + y^2}\ ;\ \theta_r = \tan^{-1}\frac{y}{x}$

♦ লেখচিত্রের সমীকরণঃ

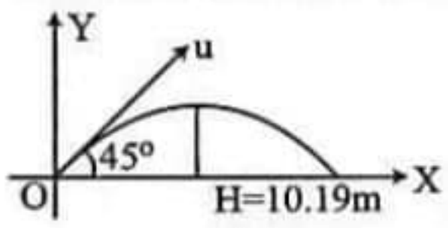
- $y = x\tan\alpha - \frac{gx^2}{2u^2\cos^2\alpha} = x\tan\alpha\left(1 - \frac{x}{R}\right)$
- সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = \frac{u^2\sin^2\alpha}{2g}$
- সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময়, $t_{max} = \frac{u\sin\alpha}{g}$
- বিচরণকাল, $T = \frac{2u\sin\alpha}{g}$
- অনুভূমিক পাল্লা, $R = \frac{u^2\sin 2\alpha}{g}$
- $\tan\alpha = \frac{4H}{R}$



সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগের উলম্ব উপাংশের মান $v_y = u\sin\alpha - gt = 0$ বা বস্তুটি আনুভূমিকভাবে যায়।

MCQ

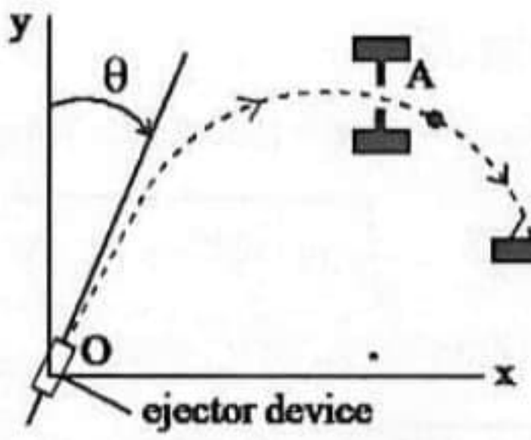
01. What is the initial velocity of the projectile body? **[IUT'18-19]**



(a) $36\ ms^{-1}$ (b) $20\ ms^{-1}$ (c) $18\ ms^{-1}$ (d) $10\ ms^{-1}$

Solution: (b); $H = \frac{u^2\sin^2\theta}{2g}\ ;\ u^2 = \frac{2gH}{\sin^2\theta} \Rightarrow u = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\theta} = \frac{\sqrt{2\times9.8\times10.19}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 20ms^{-1}$

02. A small ball from the ejector device at O is ejected in such a way that it passes through the small aperture at A and strikes the contact point at B as shown in the figure below. The coordinates of A and B are (2, 2) and (3, 1), respectively. If the player controls the angel θ and velocity v, then the value of θ that gives him a success is: **[IUT'17-18]**



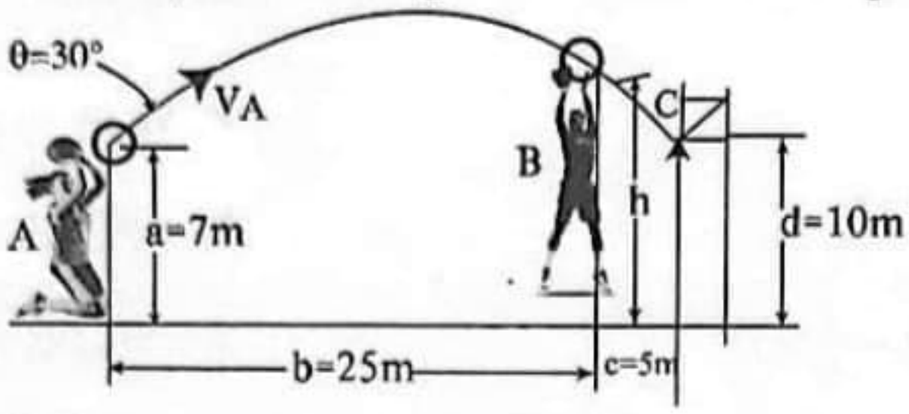
(a) 29.7° (b) 66.8° (c) 23.2° (d) 74.1°

Solution: (c); Let, equation of the parabola, $y = ax - bx^2;\ a = \tan\alpha\ ;\ b = \frac{g}{2u^2\cos^2\alpha}$

$(2,2) \Rightarrow 2 = 2a - 4b\ ;\ (3,1) \Rightarrow 1 = 3a - 9b \therefore a = \frac{7}{3}\ , b = \frac{2}{3}$

$\therefore \alpha = \tan^{-1}\frac{7}{3}\ \therefore \theta = 90 - \tan^{-1}\frac{7}{3} = 23.19° \approx 23.2°$

03. Measurements of a shot recorded on a vidcotape during a basketball game are shown in the following figure. The ball passed through the hoop even though it barely cleared the hands of the player B who attempted to block it. Neglecting the size of the ball, find the height of the ball when it passes over player B. **[IUT'16-17]**



(a) 7.40m (b) 4.72m (c) 11.48m (d) 9.40m

Solution: (c); $B = 30\tan30° - \frac{g.30^2}{2v_0^2\cos^2 30}$; $V_o = 20.2632$; $Y = 7 + 30\tan30° - \frac{g.25^2}{2v_0^2\cos^2 30°} = 11.48m$

04. একটি টাওয়ারের 90m দূর হতে 30° নিক্ষেপণ কোণে একটি বন্দুকের গুলি ছোড়া হল। টাওয়ারের উচ্চতা যদি 15m হয় তবে গুলিটি টাওয়ারের শীর্ষ বিন্দুতে আঘাত করে। গুলির আদিবেগ কত? **[CUET'11-12]**

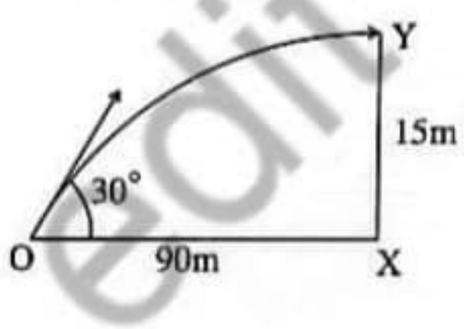
(a) $37.8\ ms^{-1}$ (b) $67.8\ ms^{-1}$ (c) $38.7\ ms^{-1}$ (d) None of these

সমাধান: (a); $x = u\cos30°.t = 90 \Rightarrow ut = \frac{180}{\sqrt{3}}$

$h = 15 = u\sin30°.t - \frac{1}{2}gt^2$

$\Rightarrow 15 = \frac{1}{2}\frac{180}{\sqrt{3}} - 4.9t^2 \Rightarrow t = 2.75s$

$\therefore u = \frac{180}{\sqrt{3}}.\frac{1}{2.75} = 37.8ms^{-1}$



05. একটি খাড়া দেয়ালের পাদদেশ থেকে ভূমি বরাবর 147m দূরত্বে কোন বিন্দু থেকে একটি বস্তু $49ms^{-1}$ বেগে অনুভূমিকের সাথে α কোণে ছোড়া হল। $\alpha = 60°$ হলে বস্তুটি দেয়ালের যে বিন্দুতে আঘাত করবে তার উচ্চতা নির্ণয় কর। ($g = 9.81ms^{-2}$) **[BUET'10-11]**

(a) 26.01m (b) 78.03m (c) 254.61m (d) 46.20m

সমাধান: (b); $y = x\tan\alpha - \frac{gx^2}{2v_o{}^2\cos^2\alpha} \Rightarrow y = 78.03m$

Written

06. একটি প্রক্ষেপক $21ms^{-1}$ বেগে এবং অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে শূন্যে প্রক্ষেপ করা হল। এটির পাল্লা, সর্বাধিক উচ্চতা এবং দুই সেকেন্ড পর তার অবস্থান ও বেগ নির্ণয় কর। **[KUET'19-20]**

সমাধান: পাল্লা, $R = \frac{v_0^2\sin2\theta_0}{g} = 21^2 \times \frac{\sin(2\times30)}{9.8} = 38.97m$

সর্বাধিক উচ্চতা, $H = \frac{v_0^2\sin^2\theta_0}{2g} = \frac{21^2\times\sin^2 30}{2\times9.8} = 5.625m$

$x = v_0\cos\theta_0\, t = 21 \times \cos30° \times 2 = 21\sqrt{3}m$

$y = v_0\sin\theta_0\, t - \frac{1}{2}gt^2 = 21 \times \sin30° \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2 = 1.4m$

$\therefore$ নিক্ষেপণ বিন্দু থেকে অবস্থান, $r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(21\sqrt{3})^2 + (1.4)^2} = 36.4m$

$v_x = v_0\cos\theta_0 = 21 \times \cos30 = 18.187ms^{-1}$; $v_y = v_0\sin\theta_0 - gt = 21 \times \sin30 - 9.8 \times 2 = -9.1ms^{-1}$

$\therefore$ বেগ, $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{(18.187)^2 + (-9.1)^2} = 20.336ms^{-1}$ (Ans.)

07. যদি $v\cos\theta = u\cos\theta$ এবং $v^2\sin^2\theta = u^2\sin^2\theta - 2gh$ হয় প্রমাণ কর যে, $v^2 = u^2 - 2gh$। **[BUTEX'18-19]**

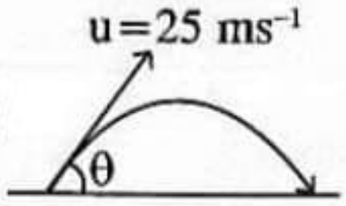
সমাধান: দেওয়া আছে, $v\cos\theta = u\cos\theta$ .... (i)

$v^2\sin^2\theta = u^2\sin^2\theta - 2gh$ .... (ii)

$(i)^2 + (ii) \Rightarrow v^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = u^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) - 2gh \therefore v^2 = u^2 - 2gh$ (Proved)

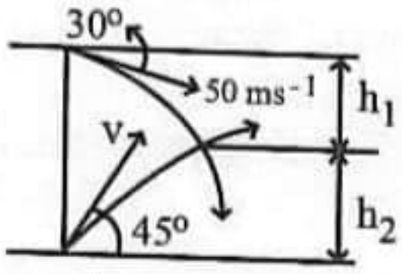
08. একটি বস্তু অনুভূমির সাথে θ কোণে উপর দিকে নিক্ষিপ্ত হয়। বস্তুটির নিক্ষেপ করার গতি 25 ms^{-1}. 1.25 সেকেন্ডে বস্তুটির নিক্ষেপ করার স্থানের উপর তাহার সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌছালে, θ এর মান কত নির্ণয় কর। $g = 10\ ms^{-2}$ ব্যবহার কর। **[KUET'04-05]**

সমাধান: $t = \frac{u\sin\theta}{g} \Rightarrow 1.25 = \frac{25\times\sin\theta}{10} \Rightarrow \sin\theta = \frac{1}{2} \therefore \theta = 30°$ (Ans.)



09. 100 মিটার উচ্চ একটি টাওয়ারের শীর্ষ হতে 50 মিঃ/সেঃ বেগে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে নীচের দিকে একটি বস্তু নিক্ষেপ করা হলো। একই সময়ে টাওয়ারের পাদদেশ হতে অপর একটি বস্তু অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। কত সময়ে পরে বস্তু দুইটি মিলিত হবে? **[RUET'04-05]**

সমাধান:



মিলিত হতে হলে উভয় বস্তুর অনুভূমিক বেগ সমান হতে হবে।

$\therefore v\cos 45° = 50\cos 30° \Rightarrow v = 25\sqrt{6}\ ms^{-1}$

আবার, $h_1 = 50\sin 30° \times t + \frac{1}{2}gt^2$; $h_2 = 25\sqrt{6}\sin 45° \times t - \frac{1}{2}gt^2 \therefore h = h_2 = 100$

$\Rightarrow 25\sqrt{6}\sin 45° \times t + 50\sin 30° \times t = 100 \Rightarrow t = 1.464\ s$ (Ans.)

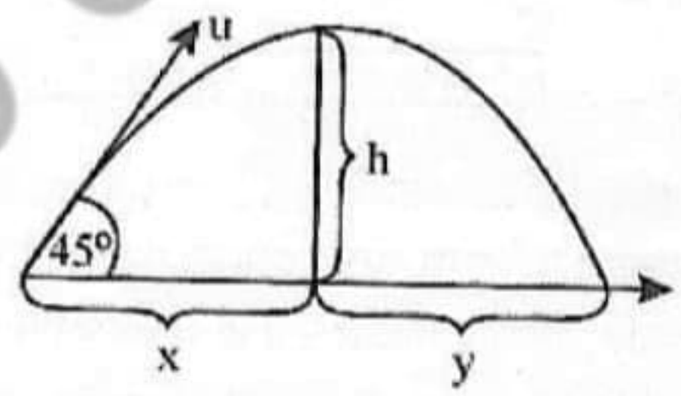
10. একটি খাড়া দেয়ালের পাদদেশ হতে ভূমি বরাবর x দূরত্বে কোন বিন্দু হতে 45° কোণে একটি বস্তু নিক্ষেপ করা হল। তা দেয়ালের ঠিক উপর দিয়ে গেল এবং দেয়ালের অপর পার্শ্বে y দূরত্বে গিয়ে মাটিতে পড়ল। দেখাও যে, দেয়ালটির উচ্চতা $\frac{xy}{x+y}$. **[BUTEX'04-05]**

সমাধান: $R = x + y; \alpha = 45°$

ধরি, উচ্চতা $= h$

তাহলে, $h = x\tan\alpha\left(1 - \frac{x}{R}\right) \Rightarrow h = x\tan 45°\left(1 - \frac{x}{x+y}\right)$

$\Rightarrow h = x\left(\frac{x+y-x}{x+y}\right) \therefore h = \frac{xy}{x+y}$ (Showed)



Question Type-18: বস্তুকণার বিচরণকাল, দীর্ঘতম উচ্চতা এবং অনুভূমিক পাল্লা সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

- প্রাসের পাল্লা, $R = \frac{u^2\sin 2\alpha}{g}$
- মোট বিচরণ কাল $T = \frac{2u\sin\alpha}{g}$
- বৃহত্তম উচ্চতা, $H = \frac{u^2\sin^2\alpha}{2g}$ [সর্বোচ্চ উচ্চতায় প্রাসের গতিবেগ অনুভূমিক থাকে।]
- $\tan\alpha = \frac{4H}{R}$

Note: দুইটি বস্তুকে একই আদিবেগে α এবং $\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$ কোণে নিক্ষেপ করলে তারা একই অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করে।

MCQ

01. u বেগে অনুভূমিকের সাথে α কোণে প্রক্ষিপ্ত বস্তুর বৃহত্তম উচ্চতা কত? **[Ans: a][BUTEX'15-16]**

(a) $\frac{u^2\sin^2\alpha}{2g}$ (b) $\frac{u\sin^2\alpha}{2g}$ (c) $\frac{u^2\sin 2\alpha}{2g}$ (d) $\frac{u^2\sin\alpha}{2g}$

02. অনুভূমিক তলের পাল্লা সর্বোচ্চ পাল্লার অর্ধেক হলে প্রক্ষিপ্ত কোণ কত? **[BUTEX'13-14]**

(a) 15° (b) 30° (c) 45° (d) 60°

সমাধান: (a); $R' = \frac{R_o}{2} \therefore \sin 2\alpha = \frac{1}{2} \therefore \alpha = 15°$

03. একটি পাথর 200 ft/sec বেগে অনুভূমিক তলের সাথে 30°বেগে প্রক্ষিপ্ত হলো উহা কত উচ্চতায় উঠবে? **[BUTEX'12-13]**

(a) $256\frac{1}{4}$ ft (b) $356\frac{1}{4}$ ft (c) $156\frac{1}{4}$ ft (d) $56\frac{1}{4}$ ft

সমাধান: (c) ; $H_{max} = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{(200)^2 \times (\sin 30^\circ)^2}{2\times 32} = 156\ \frac{1}{4}$ ft

04. একটি কণা v বেগে নিক্ষিপ্ত হলে তার অনুভূমিক পাল্লা লব্ধ সর্বোচ্চ উচ্চতার 4 গুণ হয়। এক্ষেত্রে প্রক্ষেপণ কোণ হবে – **[BUET'11-12]**

(a) 90° (b) 60° (c) 30° (d) 45°

সমাধান: (d); $\frac{4H}{R} = \tan\theta \Rightarrow \frac{4H}{4H} = \tan\theta \Rightarrow \theta = 45^\circ$

05. u বেগে এবং অনুভূমিকের সাথে 45^0 কোণে প্রক্ষিপ্ত কণার অনুভূমিক পাল্লা হল- **[CUET'11-12]**

(a) $\frac{u^2}{2g}$ (b) $\frac{u^2}{\sqrt{2g}}$ (c) $\left(\frac{u}{\sqrt{g}}\right)^2$ (d) None of these

সমাধান: (c); u বেগে ও অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে নিক্ষিপ্ত কণার অনুভূমিক পাল্লা বা সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা $= \frac{u^2}{g} = \left(\frac{u}{\sqrt{g}}\right)^2$

Written

06. একই বেগে নিক্ষিপ্ত একটি প্রক্ষেপকের নির্দিষ্ট পাল্লা R এর জন্য দুটি বিচরণ পথের সর্বাধিক উচ্চতা h, h′ হলে, দেখাও যে, $R = 4\sqrt{hh'}$। **[BUTEX'14-15, 19-20]**

সমাধান: $R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$ [ধরি, নিক্ষেপণ বেগ u ও কোণ θ]

$= \frac{2u^2 \sin\theta\cos\theta}{g}$

আবার, $h = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$ $\therefore h' = \frac{u^2 \sin^2(90^\circ-\theta)}{2g} = \frac{u^2\cos^2\theta}{2g}$

$\therefore 4\sqrt{hh'} = 4\sqrt{\frac{u^4 \sin^2\theta\cos^2\theta}{4g^2}} = \frac{2u^2\cos\theta\sin\theta}{g} = R \therefore R = 4\sqrt{hh'}$ (Showed)

07. বন্দুক থেকে নিক্ষিপ্ত একটি গোলা নিক্ষেপণ বিন্দু থেকে 50 yards দূরে এবং 75 feet উঁচু দেওয়ালের ঠিক উপর দিয়ে অনুভূমিকভাবে অতিক্রম করে। গোলার নিক্ষেপণ গতিবেগ ও নিক্ষেপণ কোণের মান নির্ণয় কর **[BUET'02-03, CUET'14-15]**

সমাধান: ধরি, গোলার গতিবেগ u এবং নিক্ষেপণ কোণ α

$\therefore \frac{R}{2} = \frac{u^2 \sin 2\alpha}{2g} = 50 \times 3 \Rightarrow u^2 \sin 2\alpha = 100 \times 32 \times 3 \ldots\ldots (i)$

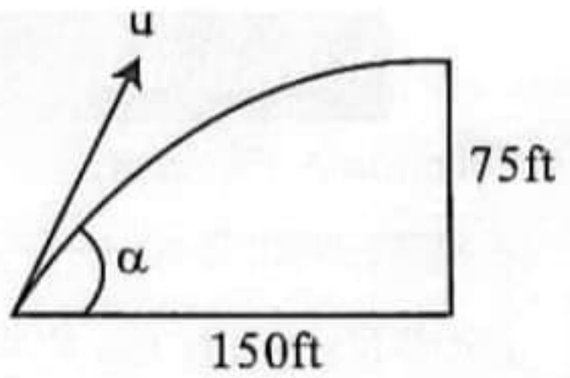
এবং $75 = H = \frac{u^2 \sin^2\alpha}{2g} \Rightarrow u^2 \sin^2\alpha = 150 \times 32 \ldots\ldots\ldots (ii)$

$(ii) \div (i) \Rightarrow \frac{\sin^2\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha} = \frac{150}{100\times 3} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$(Ans.)

(i) নং এ $\alpha = 45^\circ$ বসিয়ে, $u^2.1 = 100 \times 32 \times 3 \therefore u = 40\sqrt{6}\text{fts}^{-1}$

বিকল্প: $\frac{4H}{R} = \tan\theta \Rightarrow \frac{4\times 75}{50\times 3\times 2} = \tan\theta \Rightarrow \theta = 45^\circ$

$R = \frac{u^2 \sin 2}{g} \Rightarrow u^2 = \frac{300\times 32}{\sin 90^\circ} \Rightarrow u = 40\sqrt{6}\ \text{fts}^{-1}$



08. α কোণে u বেগে নিক্ষিপ্ত কোনো প্রক্ষেপকের সর্বাধিক উচ্চতা কত? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: $H_{max} = \frac{u^2 \sin^2\alpha}{2g}$

09. একটি বস্তু একই বেগে অনুভূমিক তলের সাথে দুইটি ভিন্ন হয়ে একই অনুভূমিক পাল্লা R অতিক্রম করে। যদি তাদের ভ্রমনকাল t_1 এবং t_2 হয়, তবে দেখাও যে, $R = \frac{1}{2}gt_1t_2$ **[BUTEX'07-08]**

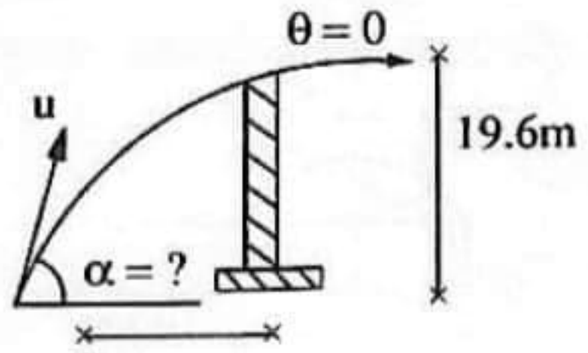
সমাধান: আমরা জানি, একই অনুভূমিক পাল্লার জন্য একই u বেগে প্রক্ষিপ্ত বস্তুর দুইটি সম্ভাব্য প্রক্ষেপ কোণ আছে। একটি কোণ α হলে অপরটি $\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)$.

তাহলে, $t_1 = \frac{2u\sin\alpha}{g} \ldots\ldots\ldots (i)$ এবং $t_2 = \frac{2u\sin\left(\frac{\pi}{2}-\alpha\right)}{g} = \frac{2u\cos\alpha}{g} \ldots\ldots\ldots (ii)$

$L.H.S = R = \frac{u^2\sin 2\alpha}{g} = \frac{2u\sin\alpha.2u\cos\alpha}{2g} = \frac{g}{2}.\frac{2u\sin\alpha}{g}.\frac{2u\cos\alpha}{g} = \frac{1}{2}gt_1t_2 = R.H.S$ [দেখানো হল]

10. একটি বুলেট 39.2 মিটার দূরবর্তী 19.6 মিটার উচ্চতা বিশিষ্ট একটি দেওয়াল স্পর্শ করে অনুভূমিকভাবে চলে যায়। বুলেটটির প্রক্ষেপণ বেগ ও কোণ নির্ণয় কর। **[CUET'05-06]**

সমাধান: এখানে, $H = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$



$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} \Rightarrow \frac{H}{R} = \frac{1}{4}\tan\theta \Rightarrow \frac{19.6}{39.2\times2} = \frac{1}{4}\tan\theta$

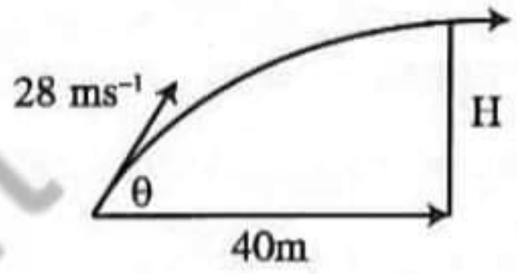
$\therefore \tan\theta = \frac{2\times19.6}{39.2} = 1 \Rightarrow \theta = 45°$

$R = 39.2 \times 2 = \frac{u^2}{g}\sin 90° \therefore u = 27.72 ms^{-1}$ (Ans.)

11. ভূমি হতে 28 ms^{-1} বেগে বুলেট ছোঁড়া হল। তা নিক্ষেপণ বিন্দু থেকে 40 m দূরে এবং H মিটার উঁচু একটি দেওয়াল কোন রকমে অনুভূমিকভাবে অতিক্রম করল। দেওয়ালের উচ্চতা H এবং বুলেট নিক্ষেপণের কোণ নির্ণয় কর। ($g = 9.81\ ms^{-2}$)

সমাধান: ধরি, নিক্ষেপণ কোণ θ_0 **[CUET'03-04]**

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



$\Rightarrow 80 = \frac{(28)^2 \times \sin 2\theta_0}{9.8} \therefore \theta = 45°$ (Ans.)

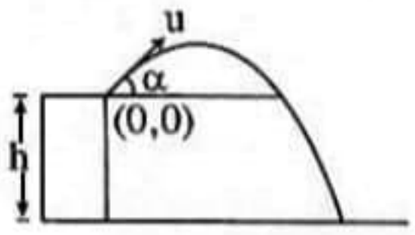
আবার, $H = \frac{v_0^2 \sin^2\theta_0}{2g} = \frac{(28)^2 \times \sin^2 45°}{2\times9.81} = 19.98m$ (Ans.)

[বি.দ্র. কোন উচ্চতা কোন রকমে অতিক্রম করার অর্থ হচ্ছে সেটি হচ্ছে সর্বোচ্চ উচ্চতা]

Question Type-19: ভূমি থেকে h উচ্চতায় α কোণে উপরে নিক্ষিপ্ত প্রাসের গতি সংক্রান্ত

➲ **Concept:** এই ক্ষেত্রে কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থার মাধ্যমে সমাধান করলে সহজে হয়। নিক্ষেপ বিন্দুকে $(0,0)$ এবং $x-y$ অক্ষ ধরে সূত্র প্রয়োগ করবে।

$h = u\sin\alpha t - \frac{1}{2}gt^2;\ x = u\cos\alpha t$



MCQ

01. একজন খেলোয়াড় 3.5 মিটার উচ্চতায় ভূমির সাথে 30° কোণে 9.8 মি/সে বেগে একটি ক্রিকেট বল ছুঁড়ে মারলে অপর একজন খেলোয়াড় 2.1 মিটার উঁচুতে বলটিকে ধরে ফেলে। খেলোয়াড় দুইজন কত দূরে ছিল? **[IUT'11-12, CKRUET'20-21]**

(a) 10.44m (b) 12.56m (c) 11.20m (d) 20.89m (e) None of them

সমাধান: (a); বলটির অতিক্রান্ত উলম্ব দূরত্ব, $h = 3.5 - 2.1 = 1.4m$

$h = -u\sin\alpha t + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 1.4 = -9.8 \times \sin 30t + \frac{1}{2}\times 9.8 \times t^2 \Rightarrow 4.9t^2 - 4.9t - 1.4 = 0 \therefore t = 1.23s$

$\therefore$ খেলোয়াড়দের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $x = u\cos\alpha t = 9.8 \times \cos 30° \times 1.23 = 10.44m$

02. 39.2 মিটার উচু একটি স্তম্ভের চূড়া হতে 19.4 ms^{-1} বেগে এবং 30° উন্নতি কোণে একটি বল ছুড়ে দেওয়া হলো। বলটি স্তম্ভের পাদদেশ থেকে কত দূরে মাটিতে আঘাত করবে? **[KUET'18-19]**

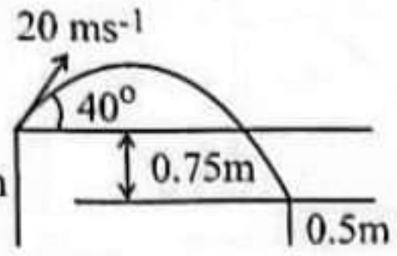
(a) 32.5m (b) 65m (c) 6.63m (d) 637m (e) 98m

সমাধান: (b); $-39.2 = x\tan 30° - \frac{gx^2}{2\times19.4^2\times\cos^2 30°} \Rightarrow x \approx 65m$

Written

03. একজন ব্যাটসম্যান 1.25m উচ্চতায় $20ms^{-1}$ বেগে অনুভূমিকের সাথে 40° কোণে একটি বলকে আঘাত করে। একজন ফিল্ডার বলটিকে ভূমি থেকে 50cm উচ্চতায় ধরে ফেলে। ব্যাটসম্যান ও ফিল্ডারের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUET'18-19]**

সমাধান:



$h = -ut\sin\alpha + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 0.75 = -20\sin 40^\circ t + \frac{1}{2}\times 9.8t^2$

$\Rightarrow 4.9t^2 - 12.8557t - 0.75 = 0 \ \therefore t = 2.68\,s \quad | \quad h = 1.25 - 0.5 = 0.75m$

দূরত্ব, $x = u\cos\alpha t = 41.06$ m (Ans.)

04. 39.2m উচু হতে $19.6ms^{-1}$ বেগ এবং 30° উন্নতি কোণে একটি বল ছুঁড়ে দেওয়া হল। বলটি কখন, কোথায় এবং কত বেগে মাটিতে আঘাত করবে? **[CUET'09-10, RUET'07-08, 11-12]**

সমাধান: $v_y = v_{y_0} + gt$

$v_y = -19.6\sin 30^\circ + 9.8t \ldots\ldots (i)$

$h = v_{y_0}t + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 39.2 = -19.6\sin 30^\circ t + 4.9t^2$

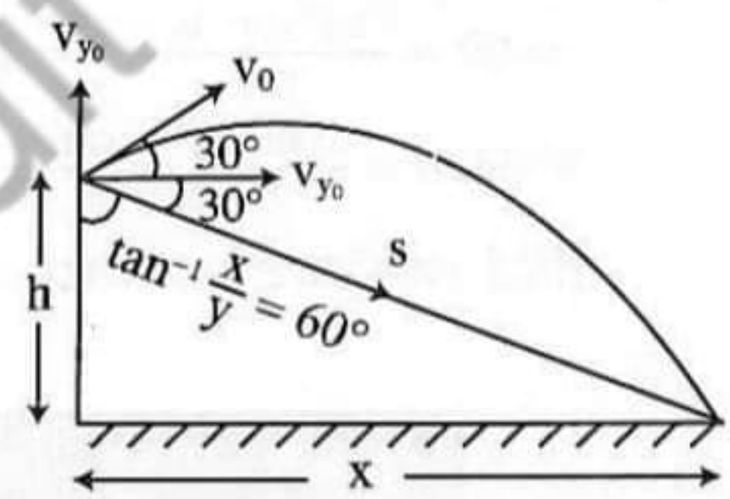
$\Rightarrow 4.9t^2 - 9.8t - 39.2 = 0 \Rightarrow t^2 - 2t - 8 = 0$

$\Rightarrow t^2 - 4t + 2t - 8 = 0 \qquad x = v_{x_0}t = 19.6\cos 30^\circ \times 4 = 67.8963m$

$\Rightarrow t(t-4) + 2(t-4) = 0 \quad$ (i) হতে, $v_y = -9.8 + 9.8\times 4 = 29.4ms^{-1}$

$\Rightarrow (t-4)(t+2) = 0 \qquad s = \sqrt{x^2 + y^2} = 78.4m$

$\therefore t = 4, -2$ (অগ্রাহ্য)



$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{29.4^2 + 16.97^2} = 33.95ms^{-1}$

$\therefore$ বলটি 4s পর, আদি বিন্দু থেকে 78.4m দূরে ভূমির সাথে 30° কোণে, $33.95ms^{-1}$ বেগে আঘাত করবে।

05. ভূমি হতে 1 m উপরে অবস্থিত একটি ক্রিকেট বলকে $t = 0$ সময়ে ব্যাট দিয়ে আঘাত করা হলো। বলটি ভূমির সাথে 30° কোণে $20ms^{-1}$ গতিতে ব্যাট ছাড়লে, মাটিতে আঘাত করতে বলটি কত সময় নিবে? বল কর্তৃক অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্বও নির্ণয় কর।

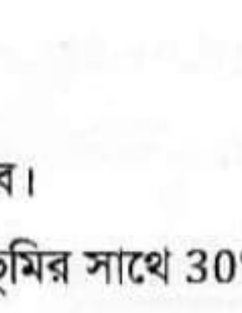
সমাধান: Here, $h = -u(\sin\alpha).t + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 1 = -20\times\sin 30^\circ t + 4.9t^2 \Rightarrow 4.9t^2 - 10t - 1 = 0$ **[RUET'06-07]**

$\Rightarrow t = \frac{10\pm\sqrt{100-4.(4.9)(-1)}}{9.8} = 2.136s[t > 0]$ (Ans)

$\therefore x = (u\cos\alpha)\,t = 20\times\cos 30^\circ \times 2.136 = 37$ m (Ans.)

06. একজন খেলোয়াড় 2 মিটার উচ্চতায় ভূমির সাথে 30° কোণে 20 মি./সে. বেগে একটি ক্রিকেট বল ছুঁড়ে মারল। অপর একজন খেলোয়াড় 1 মিটার উচুঁতে বলটি ধরে ফেলে। খেলোয়াড় দুইজনের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। **[BUTEX'06-07]**

সমাধান: মনে করি, B থেকে বলটি ছুঁড়ে মারা হল ও t সময় পরে C থেকে একজন তা ধরে ফেলল।



তাহলে, $OB = 2m$ ও $OD = 1m \ \therefore BD = 1m$

তাহলে, $BD = 1 = -u\sin\alpha\, t + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 1 = -20\sin 30^\circ t + \frac{1}{2}gt^2 = -10t + 4.9t^2$

$\Rightarrow 4.9t^2 - 10t - 1 = 0 \ \therefore t = 2.1363s$ (সময় ঋণাত্মক হয় না)

$\therefore$ খেলোয়াড়দের মধ্যে দূরত্ব $= OA = u\cos\alpha\, t = 20\cos 30^\circ \times 2.1363 = 37m$ (প্রায়) (Ans.)

Click to edit

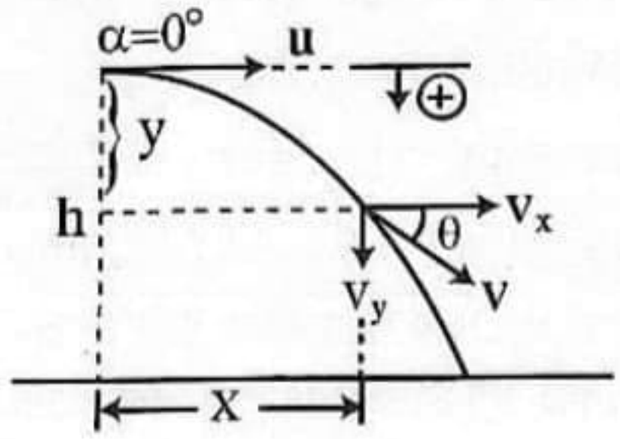
Question Type-20: ভূমি থেকে h উচ্চতা হতে ভূমির সমান্তরাল দিকে নিক্ষিপ্ত প্রক্ষেপকের গতি সংক্রান্ত

➲ **Formula & Concept:**

নিচের দিককে ধনাত্মক (+ve) বিবেচনা করলে,

➢ $u_x = u,\ u_y = 0$

➢ $a_x = 0,\ a_y = +g$



➢ $v_x = u_x = u$ ➢ $v_y = u_y + gt = gt$

➢ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

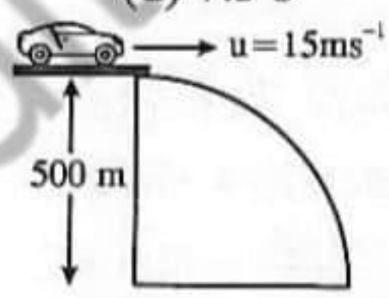
➢ $\theta = \tan^{-1}\frac{v_y}{v_x}$

➢ $x = u_x t = ut$ ➢ $y = u_y t + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2$

MCQ

01. A car of mass 1.5 ton is pushed horizontally from the edge of a cliff of height 500m. If the initial velocity of the car is 15 ms^{-1} at the edge, find the time it hits the ground. **[IUT'19-20]**

(a) 8.69 s (b) 10.10 s (c) 6.42 s (d) 7.5 s



Solution: (b); $h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2\times500}{9.8}} \therefore t = 10.10\ sec$

02. An airplane is flying on a straight level course at 200kmh^{-1} at a height of 1000m above the ground. An anti-aircraft gun located on the ground fires a shell with an initial velocity of 300ms^{-1}, at the instant when the plane is vertically above it. At what inclination, to the horizontal, should the gun be fired to hit the plane? **[IUT'14-15]**

(a) 86.96° (b) 79.33° (c) 83.68° (d) None of these

Solution: (b); $v_{aircraft} = \frac{200}{3.6} = 55.56\ ms^{-1} \Rightarrow v_{aircraft} \cdot t = (300\cos\alpha)t \Rightarrow \cos\alpha = \frac{55.56}{300} \Rightarrow \alpha = 79.33°$

03. একটি উঁচু টাওয়ারের শীর্ষবিন্দু হতে এটি বল 21ms^{-1} গতিবেগে অনুভূমিক দিকে নিক্ষেপ করা হলো। বলটি টাওয়ারের পাদদেশ হতে 84 m দূরে ভূমিতে আঘাত করলে টাওয়ারের উচ্চতা কত? **[RUET'12-13]**

(a) 30 m (b) 39 m (c) 45 m (d) 20 m (e) None

সমাধান: (e); $t = \frac{x}{v_x} = \frac{84}{21} = 4s\ ;\ y = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}\times 9.8 \times 4^2 = 78.4m$

04. একজন বৈমানিক 4900 মি. উপর দিয়ে 126 কিমি/ঘণ্টা বেগে উড়ে যাবার সময় একটি বোমা ফেলে দিল। সে যে বস্তুতে আঘাত করতে চায় সে বস্তু হতে তার অনুভূমিক দূরত্ব কত ($g = 9.8ms^{-2}$)? **[CUET'10-11]**

(a) 1106.8m (b) 553.4m (c) 1660.2m (d) None of these

সমাধান: (a); $h = (y\sin\alpha)t + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 4900 = (35\sin 0)\times t + \frac{1}{2}\times 9.8 \times t^2$

$\Rightarrow t^2 = 1000\ \therefore t = 31.623s\ \therefore x = (u\cos\alpha)t = 35 \times \cos 0 \times 31.623 = 1106.8m$

Written

05. 176.4 মিটার উঁচু একটি টাওয়ারের শীর্ষ হতে একটি বস্তু কী গতিবেগে অনুভূমিকভাবে নিক্ষেপ করলে তা টাওয়ারের পাদদেশ থেকে 96 মিটার দূরে ভূমিতে পড়বে? **[BUTEX'18-19]**

সমাধান: পতনকাল, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 65$

$s = v_x t \Rightarrow 96 = v_x \times 6 \Rightarrow v_x = 16ms^{-1}$ [Ans.]

06. নির্দিষ্ট কোনো উচ্চতা হতে ভূমির সমান্তরালে প্রক্ষিপ্ত একটি বস্তুকণার গমন পথ কী হবে? **[BUTEX'09-10]**

সমাধান: প্যারাবোলা

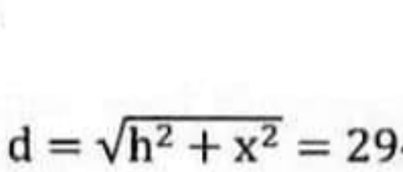
07. ভূমি হতে 9.8 কি.মি. উপর দিয়ে ঘণ্টায় 360 কি.মি./ ঘণ্টা বেগে চলন্ত একটি উড়োজাহাজ হতে একটি বস্তু নিচের দিকে ছেড়ে দেওয়া হল। বস্তুটি ভূমিতে যে স্থানে পতিত হবে সে স্থান হতে নিক্ষেপ বিন্দুর সরল রৈখিক দূরত্ব নির্ণয় কর। **[CUET'07-08]**

সমাধান: $9.8 \times 1000 = \frac{1}{2}gt^2$

$\therefore t = 44.7213s$ এবং $u = \frac{360\times1000}{3600} = 100ms^{-1}$

$x = ut = (100 \times 44.7213)m = 4472.13m$

$\therefore d = \sqrt{4472.13^2 + 9800^2}\ m = 10772.186m$ (Ans.)



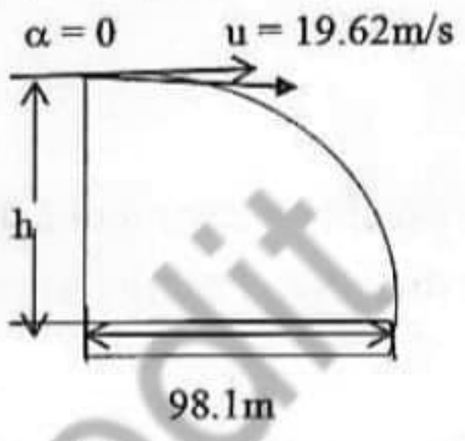
08. একটি উঁচু টাওয়ারের শীর্ষ বিন্দু হতে একটি পাথর খন্ডকে $19.62\ ms^{-1}$ গতিবেগে অনুভূমিক দিকে নিক্ষেপ করা হলো। পাথর খণ্ডটি টাওয়ারের পাদদেশে হতে 98.1 m দূরে ভূমিকে আঘাত করলে টাওয়ারের উচ্চতা নির্ণয় কর। **[KUET'03-04]**

সমাধান: অনুভূমিক উপাংশ, $x = u\cos\alpha t$

$\Rightarrow 98.1 = 19.62 \times t \Rightarrow t = \frac{98.1}{19.62} = 5sec$

উলম্ব উপাংশ, $h = u\sin\alpha t + \frac{1}{2}gt^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2$

$= 4.9\times25 = 122.5m$ (Ans.)



09. ভূমি হতে 2.94 কি.মি. উপর দিয়ে ঘণ্টায় 180 কি.মি. বেগে চলন্ত একটি উড়োজাহাজ হতে একটি বস্তু নিচের দিকে ছেড়ে দেয়া হল। বস্তুটি ভূমিতে যে স্থানে পতিত হবে, সে স্থান হতে নিক্ষেপ বিন্দুর সরল রৈখিক দূরত্ব নির্ণয় কর। **[RUET'03-04]**

সমাধান: $u = \frac{180\times1000}{3600} = 50ms^{-1},\ h = 2940m,\ x = ut,\ x = ?$

$2940 = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2940\times2}{9.8}};\ x = 50 \times \sqrt{\frac{2940\times2}{9.8}} = 1225m \therefore d = \sqrt{h^2 + x^2} = 2942.551m$ (Ans.)

Question Type-21: নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র সংক্রান্ত

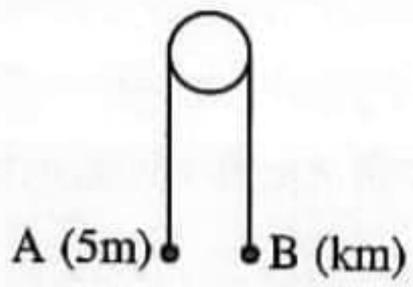
➲ **Formula & Concept:**

নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রঃ বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে হয়।

$\frac{d}{dt}(mv) = \sum F \Rightarrow \sum F = m\frac{dv}{dt} \therefore \boxed{\sum F = ma}$

MCQ

01. Two particles A and B have masses 5m and km respectively, where $k < 5$. The particles are connected by a light inextensible string which passes over a smooth light fixed pulley. The system is held at rest with the string taut, the hanging parts of the string vertical and with A and B at the same height above a horizontal plane, as shown in the following figure. The system is released from rest. After release, A descends with acceleration $\left(\frac{1}{4}\right)g$ Find the tension in the string as A descends. **[IUT'20-21]**



(a) $\left(\frac{17}{4}\right)mg$ (b) $\left(\frac{15}{4}\right)mg$ (c) $\left(\frac{19}{15}\right)mg$ (d) $\left(\frac{4}{15}\right)mg$

Solution: (b); $a = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}g \Rightarrow \frac{1}{4}g = \frac{5m-km}{5m+km}g \therefore k = 3 \therefore T_A = \frac{2m_1m_2g}{m_1+m_2} = \frac{2\times5\times3\times m^2g}{8m} = \frac{15}{4}mg$

02. A bird flies against the wind blowing at $5\ \text{kmh}^{-1}$ for a distance of 10 km and then flies back in the direction of wind. If the whole flight time is 2 hours, find the bird's flying speed in still air. **[IUT'19-20]**

(a) $2.03\ \text{kmh}^{-1}$ (b) $10\ \text{kmh}^{-1}$ (c) $12.07\ \text{kmh}^{-1}$ (d) $5\ \text{kmh}^{-1}$

Solution: (c); Say, speed of bird in still air = u; speed of wind, $v = 5\ \text{kmh}^{-1}$

Say, time it takes to fly 10 km against the wind is t_1 and in the direction of the wind is t_2

so, $t_1 + t_2 = 2 \Rightarrow \frac{10}{u-v} + \frac{10}{u+v} = 2 \Rightarrow \frac{10}{u-5} + \frac{10}{u+5} = 2 \therefore u = 12.07\ \text{kmh}^{-1}$

03. স্থিতাবস্থায় 36kg ভরের একটি বস্তুর উপর কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বস্তুটির গতিবেগ এক মিনিট পর ঘণ্টায় 15km হবে?

(a) 2.5 N (b) 9.0 N (c) 25.0 N (d) 2.9 N **[BUET'13-14]**

সমাধান: (a); $F = ma = 36 \times \frac{15/3.6}{60} = 2.5\text{N}$

04. 5kg ভরের একটি বস্তু মাধ্যাকর্ষণ শক্তির প্রভাবে 40ms^{-1} বেগে নিচে পড়ছে। কী পরিমাণ সমবল তাকে 4sec সময়ে থামিয়ে দিবে? $[g = 9.8\ \text{ms}^{-2}]$ **[BUET'13-14]**

(a) 99.0N (b) 99.2N (c) 99.5N (d) 99.4N

সমাধান: (a) ; $F = m(g + a) = 5 \times \left(9.8 + \frac{v}{t}\right) = 5\left(9.8 \times 1 + \frac{40}{4}\right) = 99\text{N}$

05. গাছ থেকে 2 কেজি ভরের একটি নারিকেল নিচের দিকে পড়ছে। বাতাসের বাধা 7.6N হলে নারকেলের ত্বরণ কত?

(a) $43.3\ \text{ms}^{-2}$ (b) $12\ \text{ms}^{-2}$ (c) $6\ \text{ms}^{-2}$ (d) $4\ \text{ms}^{-2}$ **[BUTEX'11-12]**

সমাধান: (c); নারিকেলের ত্বরণ $= g - \frac{\text{বাতাসের বাধা}}{\text{নারিকেলের ভর}} = 9.8 - \frac{7.6}{2} = 6$

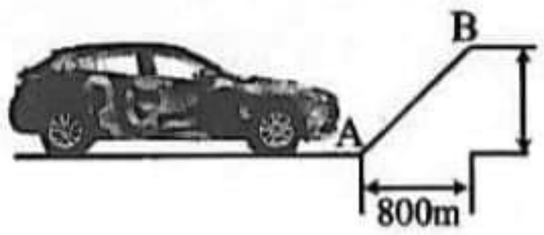
06. A thin glass sheet can just carry a mass of 5.5 kg. The sheet was raised with an increasing acceleration with an object on it and was found to breakdown when the acceleration equals 1.2 m/sec. What is the mass of the object? Note: $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$. **[IUT'11-12]**

(a) 5.45 kg (b) 4.15 kg (c) 4.5 kg (d) 4.9 kg

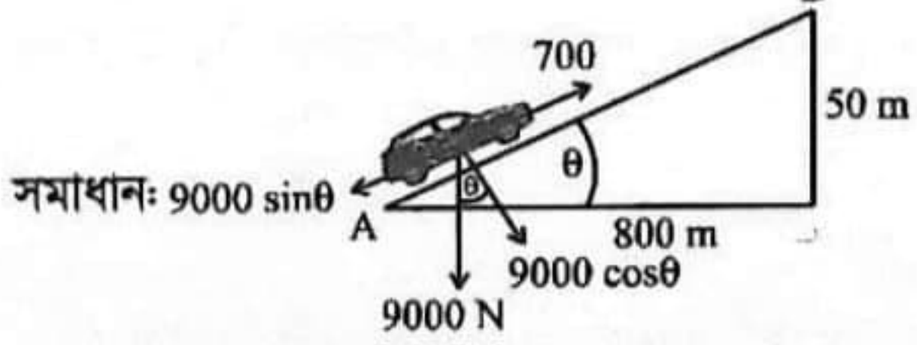
Solution: (d); $5.5 \times 9.8 = m(9.8 + 1.2) \Rightarrow m = \frac{5.5 \times 9.8}{9.8 + 1.2} = 4.9\text{kg}$

Written

07. রাস্তার উপর B বিন্দুটি A বিন্দুর সাপেক্ষে অনুভূমিক বরাবর 800m দূরে এবং 50m উচ্চতায় অবস্থিত। 9000N ওজনবিশিষ্ট একটি গাড়ীকে রাস্তা বরাবর 700N বল প্রয়োগ করে স্থিরাবস্থা থেকে চালু করে A থেকে B বিন্দুতে নিয়ে যেতে কত সময় লাগবে? **[BUET'18-19]**



B



$m = \frac{9000}{9.8} = 918.37\ \text{kg}$; $\sum F = ma$; হেলানো তল বরাবর, $700 - 9000\ \sin\theta = ma$

$\Rightarrow 700 - 9000 \times \frac{50}{\sqrt{50^2 + 800^2}} = \frac{9000}{9.8} a \Rightarrow a = 0.1509\ \text{ms}^{-2}$

তলের দৈর্ঘ্য, $s = \sqrt{50^2 + 800^2} \therefore s = \frac{1}{2}at^2 [\because u = 0] \Rightarrow t = 103.06\ \text{s}$ (Ans.)

08. একটি স্থির মসৃণ পুলির উপর দিয়ে ঝুলানো একটি হালকা রশির এক প্রান্তে 51kg ওজনের একটি বস্তু সংযুক্ত আছে। রশির অপর প্রান্ত বেয়ে সুষম ত্বরণে একটি বালক 4 s এ 4.9 m উপরে উঠে। বস্তুটি যদি স্থির অবস্থায় থাকে তবে বালকটির ওজন নির্ণয় কর। $[g = 9.8ms^{-2}]$ **[BUET'14-15]**

সমাধান: $u = 0,\ t = 4s, h = 4.9$

এখন, $s = ut + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow 4.9 = 0 + \frac{1}{2} \times a \times 4^2 \quad \therefore a = 0.6125$

$\therefore,\ 51 \times 9.8 = m(9.8 + 0.6125) \therefore m = 48\,kg - wt$ (Ans.)

09. $\frac{1}{8}$ কি. গ্রা. ভরের একটি বুলেট, 4 মিটার লম্বা নল বিশিষ্ট রাইফেলের নলমুখ হইতে 1280 মিটার/সে. গতিবেগে নির্গত হয়। নলের মধ্যে বুলেটের উপর কার্যরত বলের মান ও বুলেটের নল অতিক্রমণের সময় নির্ণয় কর। **[BUTEX'11-12]**

সমাধান: $v^2 = u^2 + 2as \quad \therefore 1280^2 = 0 + 2 \times a \times 4 \ \therefore a = 204800ms^{-2}$

$t = \frac{v-u}{a} = \frac{1280-0}{204800} = 6.25 \times 10^{-3}s \therefore F = \frac{1}{8} \times 204800N = 25600N$

10. $m_1 = 0.5kg$ এবং $m_2 = 1.0\,kg$ ভরের দুইটি অসম বস্তু একটি পুলিতে সুতা (ভর শূন্য) দ্বারা ঝুলানো আছে। বস্তু দুটির ত্বরণ ও সুতার উপর টান বের কর। **[BUTEX'01-02]**

সমাধান: এখানে, $m_1 = 0.5kg,\ m_2 = 1.0kg, g = 9.8ms^{-2}$

$f = \frac{m_2-m_1}{m_2+m_1} \times g = \frac{1-0.5}{1+0.5} \times 9.8 = 3.27ms^{-2}$ (Ans.)

$T = \frac{2m_1m_2g}{m_1+m_2} = \frac{2\times1\times0.5\times9.8}{0.5+1} = 6.53N$ (Ans.)

Question Type-22: বিবিধ

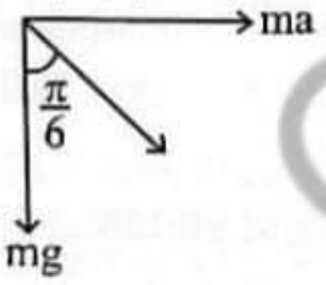
MCQ

01. সমত্বরণে চলমান একটি গাড়ির বাইরে ঝুলানো W ওজনের একটি বস্তু উলম্বের সঙ্গে $\frac{\pi}{6}$ কোণে ঝুলে থাকলে গাড়িটির ত্বরণ কত?

(a) $17m\,sec^{-2}$(প্রায়) (b) $6m\,sec^{-2}$(প্রায়) (c) $170cm\,sec^{-2}$(প্রায়) **[KUET'15-16]**

(d) $1.7m\,sec^{-2}$(প্রায়) (e) $566cm\,sec^{-2}$(প্রায়)

সমাধান: (e);



$\therefore \tan\frac{\pi}{6} = \frac{a}{g};\ a = \frac{g}{\sqrt{3}} = 5.658\,ms^{-1} \approx 565\,cms^{-1}$

02. একটি পাতলা তারের দুই প্রান্তে সংযুক্ত 5kg এবং 3kg ভরের দুইটি বস্তু একটি পুলির উভয় পার্শ্বে অবাধে ঝুলছে। 4sec পর তারটি ছিঁড়ে গেল। হালকা ভরটি আর কতদূর উঠবে এবং আর কতক্ষণ পর যাত্রাস্থলে ফিরে আসবে? **[CUET'15-16]**

(a) $(\sqrt{5}+1)sec$ (b) $\sqrt{5}\,sec$ (c) $(\sqrt{5}-1)sec$ (d) None of them

সমাধান: (a); $a = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)g = \left(\frac{5-3}{5+3}\right)g = \frac{g}{4}$

4s পর হালকা বস্তুর বেগ $= 4 \times \frac{g}{4} = g\,ms^{-1}$ এবং উচ্চতা $= \frac{1}{2} \times \frac{g}{4} \times 4^2 = 2g\,m$, বস্তুটি আরও উঠবে $= \frac{g^2}{2g} = \frac{g}{2}m$

ফেরত আসার সময় t হলে, $n = -ut + \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 2g = -gt + \frac{1}{2}gt^2$

$\Rightarrow t^2 - 2t - 4 = 0 \Rightarrow t = \frac{2\pm\sqrt{4+16}}{2} = 1 \pm \sqrt{5} \ \therefore t = (\sqrt{5}+1)sec$

03. Two masses of 3kg and 2kg are hanging freely overly a pulley. What is the velocity after 5 seconds?

(a) $21.6ms^{-1}$ (b)$19.6ms^{-1}$ (c) $9.8ms^{-1}$ (d) $4.9ms^{-1}$ **[BUTEX'12-13]**

Solution: (c); Common acceleration, $f = \frac{3-2}{3+2} \times 9.8 = \frac{9.8}{5}\,ms^{-2}$

So, velocity after 5s, $v = 0 + f.5 = \frac{9.8}{5} \times 5 = 9.8\,ms^{-1}$