Type-1

(দূরত্ব, সরণ, দ্রুতি, বেগ ও ত্বরণ)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• দ্রুতি, $v = \frac{d}{t}$	v = দ্রুতি	ms^{-1}
	t = সময়	s
	d = দূরত্ব	m
• বেগ, $v = \frac{s}{t}$	v = দ্রুতি	ms^{-1}
	s = সরণ	m
	t = সময়	s
• ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$	a = ত্বরণ	ms^{-2}
	u = আদিবেগ	ms^{-1}
	v = শেষ বেগ	ms^{-1}
	t = সময়	s
• গড় দ্রুতি, $V = \frac{s}{t}$	V = গড় দ্রুতি	ms^{-1}
	s = সরণ	m
	t = সময়	s

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-৪০, ৪৩]

☑ Example:

প্রশ্ন-৬ একটি মোটর সাইকেল স্থির অবস্থা থেকে 10s এ 72 km h^{-1} বেগ প্রাপ্ত হলো। মোটর সাইকেলটির ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{20ms^{-1} - 0ms^{-1}}{10s}$

$= \frac{20ms^{-1}}{10s}$

$= 2ms^{-2}$

ধরি, মোটর সাইকেলের ত্বরণ a
এখানে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 72\ km\ h^{-1}$
$= \frac{72\times1000\ ms^{-1}}{3600}$
$= 20ms^{-1}$
সময়, t = 10s

সুতরাং মোটর সাইকেলের ত্বরণ, $2\ ms^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৭ একটি ট্রেন 40 km h^{-1} বেগে চলছে। তাকে ব্রেক প্রয়োগ করে 30 সেকেন্ডে থামানো হলে মন্দন কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি, $v = u + at$

বা, $0 = \frac{100}{9}\ ms^{-1} + a.30\ s$

বা, $30\ s \times a = \frac{-100}{9}\ ms^{-1}$

$a = \frac{-100\ m\ s^{-1}}{9\times30s}$

$= -\frac{10}{27}\ ms^{-2}$

$= -0.37\ ms^{-2}$

দেওয়া আছে,
আদি বেগ, $u = 40km\ h^{-1}$
$= \frac{40\times1000}{60\times60}$
$= \frac{100}{9}\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
[থেমে যায় বলে]
সময়, t = 30s
ত্বরণ, a = ?

নির্ণেয় মন্দন $0.37m\ s^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৮ একটি গাড়ির বেগ $27ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 8s পরে $11ms^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ বের কর।

সমাধান:

আমরা জানি, $a = \frac{v-u}{t}$

বা, $a = \frac{11ms^{-1} - 27ms^{-1}}{8s}$

$= \frac{-16ms^{-1}}{8s}$

$= -2ms^{-2}$

দেওয়া আছে,
আদি বেগ, $u = 27ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 11ms^{-1}$
সময়, t = 8s
ত্বরণ, a = ?

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্নের অর্থ গাড়িটি তার আদিবেগের বিপরীত দিকে ত্বরিত হচ্ছে।
অর্থাৎ, গাড়ির মন্দন হচ্ছে $2\ ms^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৯ একটি ইঁদুর একটি বিড়াল থেকে 15m এগিয়েছিল। বিড়ালটি ইঁদুরটিকে ধরার জন্য 2 ms^{-2} সুষম ত্বরণে দৌড়াতে লাগলো। ইঁদুরটিও 20 ms^{-1} সুষম বেগে দৌড়াতে থাকলে কখন ইঁদুর এবং বিড়ালের বেগ সমান হবে?

সমাধান:

বিড়ালের বেগ ইঁদুরের বেগের সমান হলে বিড়ালের বেগ হবে $20ms^{-1}$।

আমরা জানি, $v = u + at$

বা, $at = v - u$

বা, $t = \frac{v-u}{a}$

$= \frac{20\ ms^{-1} - 0}{2ms^{-2}}$

$= \frac{20ms^{-1}}{2ms^{-2}}$

$= 10s$

এখানে,
বিড়ালের আদিবেগ, u = 0
শেষবেগ, $v = 20\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 2ms^{-2}$
সময়, t = ?

সুতরাং দৌড় শুরু করার 10s পর বিড়ালের বেগ ইঁদুরের বেগের সমান হবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-১০ স্থির অবস্থান থেকে একটি ট্রলি একটি আনত তল বরাবর সুষম ত্বরণে নামছিল। 40 cm যাওয়ার পর এর বেগ হয় $20cms^{-1}$। এর ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $(0.2ms^{-1})^2 = 0 + 2\times a\times40\times10^{-2}m$

বা, $0.04ms^{-2} = (0.8m)\times a$

বা, $a = 0.05\ m^2s^{-2}$

এখানে,
অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = 40 cm
$= 40\times10^{-2}m$
আদিবেগ, u = 0
শেষ বেগ, $v = 20\ cms^{-1}$
$= 0.2\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 20cms^{-1}$
$= 0.2\ ms^{-1}$

∴ ট্রলিটির ত্বরণ $0.05\ ms^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-১১ একটি গাড়ি 30 সেকেন্ডে 600 m দূরত্ব অতিক্রম করে। এর গড় দ্রুতি কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

গড় দ্রুতি, $V = \frac{s}{t}$

$= \frac{600\ m}{30\ s}$

$= 20\ ms^{-1}$

এখানে,
অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = 600 m
সময়, t = 30 s
গড় দ্রুতি, $\bar{v}$ = ?

নির্ণেয় গড় দ্রুতি $20\ ms^{-1}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-১২। একটি গাড়ির বেগ $5\ ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে বৃদ্ধি পেয়ে 10s পরে $45\ m\ s^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ বের কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $a = \frac{45\ ms^{-1} - 5\ ms^{-1}}{10\ s}$

$= \frac{40\ ms^{-1}}{10\ s}$

$= 4\ ms^{-2}$ [Ans.]

এখানে,
আদি বেগ, $u = 5\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 45\ ms^{-1}$
সময়, $t = 10\ s$
ত্বরণ, $a = ?$

Practice Problem:

প্রশ্ন-১৩। একটি গাড়ির বেগ $20\ ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 4s পরে $4\ ms^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ বের কর। [উত্তর: $-4ms^{-2}$]

প্রশ্ন-১৪। একটি বস্তুর বেগ 7 s এ $3\ ms^{-1}$ থেকে $31\ ms^{-1}$ এ উন্নীত হয়। বস্তুটির ত্বরণ কত? [উত্তর: $4\ ms^{-2}$]

Type-2

(গতির সাধারণ সূত্র)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$v = u + at$	$v =$ শেষ বেগ	ms^{-1}
	$u =$ আদি বেগ	ms^{-1}
	$a =$ সুষম ত্বরণ	ms^{-2}
	$t =$ অতিক্রান্ত সময়	s
$s = Vt$, যেখানে, $V = \frac{(u+v)}{2}$	$s =$ সরণ	m
	$V =$ গড় বেগ	ms^{-1}
	$v =$ শেষ বেগ	ms^{-1}
	$u =$ আদি বেগ	ms^{-1}
	$t =$ অতিক্রান্ত সময়	s
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$	$s =$ সরণ	m
	$u =$ আদি বেগ	ms^{-1}
	$a =$ সুষম ত্বরণ	ms^{-2}
	$t =$ অতিক্রান্ত সময়	s
$v^2 = u^2 + 2as$	$v =$ শেষ বেগ	ms^{-1}
	$u =$ আদি বেগ	ms^{-1}
	$a =$ সুষম ত্বরণ	ms^{-2}
	$s =$ সরণ	m

এই পাঁচটি রাশি "suvat" পরস্পর এমনভাবে সম্পর্কযুক্ত যে এর যেকোনো তিনটি রাশি জানা থাকলে বাকি দুইটি রাশি বের করা যায়।

⚠ Alert:
- বস্তু সমবেগে চললে বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়।

☑ Example:

প্রশ্ন-১৫। একটি বাঘ তার সামনের 30m দূরে অবস্থিত একটি হরিণকে ধরার জন্য স্থির অবস্থান থেকে $4ms^{-2}$ সুষমত্বরণে দৌড়াতে থাকল। হরিণটি $28ms^{-1}$ সমবেগে একই দিকে চলছে। কখন বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হবে নির্ণয় কর।

সমাধান:

বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হলে বাঘের বেগ হবে $28\ ms^{-1}$।

আমরা জানি, $v = u + at$

বা, $t = \frac{v-u}{a}$

বা, $t = \frac{28ms^{-1} - 0ms^{-1}}{4ms^{-2}}$

$= 7s$

উদ্দীপক হতে পাই,
বাঘের আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
বাঘের শেষ বেগ, $v = 28ms^{-1}$
বাঘের ত্বরণ, $a = 4ms^{-2}$
সময়, $t = ?$

অতএব, দৌড় শুরু করার 7s পর বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হবে। [Ans.]

প্রশ্ন-১৬। $2ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে স্থির অবস্থান থেকে একজন মোটর সাইকেল আরোহীর 84m পিছন থেকে আরেকজন সাইকেল আরোহী $20ms^{-1}$ সুষম বেগে একই পথে একই দিকে যাত্রা শুরু করল। কতক্ষণ পর উভয়ের বেগ সমান হবে?

সমাধান:

ধরি, যাত্রা শুরুর t সময় পর মোটর সাইকেল ও সাইকেলের বেগ সমান হবে। যেহেতু সাইকেলটি $20ms^{-1}$ সুষম বেগে চলছিল। তাই t সময় পরও সাইকেলের বেগ হবে $v = 20ms^{-1}$।

এখন, মোটর সাইকেলের ক্ষেত্রে,
t সময় পরে মোটর সাইকেলের বেগ,

$v' = u + at$

বা, $v' = 0ms^{-1} + 2ms^{-2} \times t$

বা, $v' = 2ms^{-2} \times t$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 2ms^{-2}$

প্রশ্নমতে, $v = v'$

বা, $20ms^{-1} = 2ms^{-2} \times t$

বা, $t = \frac{20}{2}s = 10s$

অতএব, যাত্রা শুরুর 10s পর মোটর সাইকেল ও সাইকেলের বেগ সমান হবে। [Ans.]

প্রশ্ন-১৭। একটি গাড়ি অমসৃণ পথে মন্দন সৃষ্টি করে চলছে। গাড়িটির প্রথম 40s এর গড়বেগ $18km\ h^{-1}$ এবং 1 মিনিট পর এর বেগ হ্রাস পেয়ে হয় $9\ km\ h^{-1}$। এরপর গাড়িটি আরও কিছুদূর গিয়ে থেমে যায়। গাড়িটির ত্বরণের মান কত?

সমাধান:

এখানে,

গড়বেগ $= \frac{u+v}{2}$

$= 18\ km\ h^{-1}$

$= \frac{18 \times 1000m}{3600s}$

$= 5ms^{-1}$

সময়, $t = 1\ min - 40s$

$= 60s - 40s$

$= 20s$

শেষ বেগ, $v = 9\ km\ h^{-1}$

$= \frac{9 \times 1000m}{3600s}$

$= 2.5\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

$v = \frac{u+v}{2} + at$

বা, $2.5ms^{-1} = 5ms^{-1} + a \times 20s$

বা, $a \times 20s = 5\ ms^{-1} - 2.5\ ms^{-1}$

বা, $a = -\frac{2.5\ ms^{-1}}{20s}$

$= -0.125ms^{-2}$

প্রশ্ন-১৮। একটি বিমান 360 km h^{-1} বেগে বিমান বন্দরে অবতরণ করছে। বিমানটি মাটি স্পর্শ করার 20s পর তার নির্ধারিত স্থানে থেমে যায়। বিমানটির অবতরণকালে ত্বরণ কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = u + at$

বা, $-u = at$

বা, $a = -\frac{u}{t}$

$= -\frac{100ms^{-1}}{20s}$

$= -5\ ms^{-2}$

এখানে, বিমানের আদিবেগ,

$u = 360\ km\ h^{-1}$

$= \frac{360 \times 1000m}{3600s}$

$= 100ms^{-1}$

সময়, $t = 20s$

শেষবেগ, $v = 0$

ত্বরণ, $a = ?$

অতএব, বিমানটি অবতরণকালে ত্বরণ $-5ms^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-১৯। একটি ট্রেন ঘণ্টায় 60 km বেগে চলা অবস্থায় ব্রেক করে 50cms^{-2} মন্দন সৃষ্টি করা হলো। ট্রেনটি কতক্ষণ পর থেমে যাবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

মন্দনের ক্ষেত্রে, $v = u - at$

বা, $u = at$

$\therefore t = \frac{u}{a}$

$= \frac{16.667\ ms^{-1}}{0.5ms^{-2}}$

$= 33.33s$

এখানে, আদিবেগ,

$u = 60\ km\ h^{-1}$

$= \frac{60 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$

$= 16.667ms^{-1}$

মন্দন, $a = 50cms^{-2}$

$= 0.5\ ms^{-2}$

শেষবেগ, $v = 0$

সময়, $t = ?$

সুতরাং ট্রেনটি 33.33s পর থামবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২০। 72 km h^{-1} বেগে চলমান গাড়ির একজন চালক 42m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেয়ে সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 2m সামনে এসে থেমে গেল। গাড়িটির ত্বরণ কত ছিল?

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $2as = v^2 - u^2$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{0 - (20\ ms^{-1})^2}{2 \times 40m}$

$= -5ms^{-2}$

দেওয়া আছে,

আদি বেগ, $u = 72km\ h^{-1}$

$= \frac{72 \times 10^3}{60 \times 60}\ ms^{-1}$

$= 20ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v = 0$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = (42 - 2) = 40m$

ত্বরণ, $a = ?$

নির্ণেয় ত্বরণ $-5ms^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২১। একটি গাড়ি 72km h^{-1} বেগে চলছিল। হঠাৎ 11m দূরে ড্রাইভার একটি শিশুকে দেখতে পেল। সাথে সাথে সে ব্রেক চাপল এবং শিশুটি থেকে 1m দূরে গাড়িটিকে থামাল। ব্রেক চাপার পর গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, গাড়িটির ত্বরণ = a

আমরা জানি,

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

বা, $2as = v^2 - u^2$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{0^2 - (20\ ms^{-1})^2}{2 \times 10\ m}$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 72\ kmh^{-1}$

$= \frac{72 \times 1000\ m}{3600\ s}$

$= 20\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 11\ m - 1\ m$

$= 10\ m$

$= -\frac{400\ m^2s^{-2}}{20\ m}$

$= -20\ ms^{-2}$

সুতরাং ব্রেক চাপার পর গাড়িটির ত্বরণ $-20\ ms^{-2}$ **[Ans.]**

প্রশ্ন-২২। 54 kmh^{-1} বেগে চলন্ত একজন গাড়ী চালক 46 m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 1 m সামনে এসে থেমে গেল। গাড়িটির বেগ কত হলে তা ঠিক লোকটির সামনে থেমে যেত বলে তুমি মনে কর, গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $(0ms^{-1})^2 = (15\ ms^{-1})^2 + 2a.45m$

বা, $a = -\frac{(15\ ms^{-1})^2}{2 \times 45\ m}$

$= -2.5\ ms^{-2}$

$\therefore$ ত্বরণ, $a = -2.5\ ms^{-2}$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 54\ kmh^{-1}$

$= \frac{54 \times 1000}{3600}\ ms^{-1}$

$= 15\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0ms^{-1}$ [∵ গাড়িটি থেমে যায়]

প্রথম ক্ষেত্রে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = (46 - 1)m$

$= 45\ m$

$\therefore$ ত্বরণ, $a = ?$

এখন, গাড়িটিকে ঠিক লোকটির সামনে থেমে যেতে হবে।

সুতরাং এক্ষেত্রে, অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 46\ m$

এবং শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

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

বা, $u^2 = -2as$

বা, $u^2 = -2.(-2.5\ ms^{-2}).46\ m$

বা, $u = \sqrt{230\ m^2s^{-2}}$

$= 15.166\ ms^{-1}$

$\therefore$ গাড়িটির বেগ 15.166 ms^{-1} হলে তা ঠিক লোকটির সামনে থেমে যেত বলে আমি মনে করি। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৩। 400m দৌড় প্রতিযোগিতায় দুজন প্রতিযোগী 10ms^{-1} বেগ নিয়ে যাত্রা শুরু করল। তারা কিছু সময় সমান দূরত্ব অতিক্রম করল। পরবর্তীতে তারা যথাক্রমে 15ms^{-1} এবং 12ms^{-1} বেগ নিয়ে প্রতিযোগিতা শেষ করল। প্রথম প্রতিযোগীর ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$v_1^2 = u_1^2 + 2a_1s$

বা, $(15)^2 = (10)^2 + 2a_1 \times 400$

বা, $125 = 800\ a_1$

$\therefore a_1 = 156.25 \times 10^{-3}\ ms^{-2}$

এখানে,

দূরত্ব, $s = 400\ m$

১ম প্রতিযোগীর আদিবেগ, $u_1 = 10\ ms^{-1}$

২য় প্রতিযোগীর আদিবেগ, $u_2 = 10\ ms^{-1}$

১ম প্রতিযোগীর শেষবেগ, $v_1 = 15\ ms^{-1}$

২য় প্রতিযোগীর শেষবেগ, $v_2 = 12\ ms^{-1}$

১ম প্রতিযোগীর ত্বরণ, $a_1 = ?$

২য় প্রতিযোগীর ত্বরণ, $a_2 = ?$

অতএব, প্রথম প্রতিযোগীর ত্বরণ $156.25 \times 10^{-3}\ ms^{-2}$। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৪। একটি ট্রাক ঘণ্টায় 60 km বেগে চলছিল। ট্রাক ড্রাইভার একজন পথচারীকে দেখতে পেয়ে 50 m দূরে পথচারীর নিকট থামালেন। ট্রাকটি পথচারীর নিকট পৌঁছাতে কত সময় লেগেছিল নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $0^2 = u^2 + 2as$

বা, $2as = -u^2$

বা, $a = \frac{-u^2}{2s}$

$= \frac{-(16.67\ ms^{-1})^2}{2 \times 50\ m}$

$= -2.78\ ms^{-2}$

দেওয়া আছে,
আদিবেগ, $u = 60\ kmh^{-1}$
$= \frac{60 \times 1000}{3600}\ ms^{-1}$
$= 16.67\ ms^{-1}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50\ m$
শেষ বেগ, $v = 0$
সময়, $t = ?$

আবার,

$v = u + at$

বা, $u + at = v$

বা, $u + at = 0$ [$\because v = 0$]

বা, $at = -u$

বা, $t = \frac{-u}{a}$

$= \frac{-16.67\ ms^{-1}}{-2.78\ ms^{-2}}$

$= 6\ s$

অতএব, ট্রাকটি পথচারীর নিকট 6 s এ পৌঁছাল। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৫। একটি মোটরগাড়ি সরলরেখা বরাবর $20\ ms^{-1}$ বেগে চলছে। গাড়ির চালক 100 m দূরে $36\ kmh^{-1}$ গতিসীমা নির্দেশক চিহ্ন দেখতে পেলেন। ব্রেক কষে গাড়িটিতে কত মন্দন সৃষ্টি করলে ঐ স্থানে গাড়িটি নির্দেশিত বেগ প্রাপ্ত হবে এবং ঐ নির্দেশ চিহ্ন পর্যন্ত পৌঁছাতে গাড়িটির কত সময় লাগবে?

<u>সমাধানঃ</u>

আমরা জানি,

$v_1^2 = u_1^2 - 2as_1$

বা, $a = \frac{u_1^2 - v_1^2}{2s_1}$

$= \frac{(20\ ms^{-1})^2 - (10\ ms^{-1})^2}{2 \times 100\ m}$

$= 1.5\ ms^{-2}$

এখানে,
আদিবেগ, $u_1 = 20\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s_1 = 100\ m$
শেষবেগ, $v_1 = 36\ kmh^{-1}$
$= \frac{36 \times 1000}{3600} ms^{-1}$
$= 10\ ms^{-1}$
মন্দন, $a = ?$
সময়, $t = ?$

আবার, $v = u - at$ [মন্দনের ক্ষেত্রে]

বা, $t = \frac{u - v}{a}$

$= \frac{20\ ms^{-1} - 10\ ms^{-1}}{1.5\ ms^{-2}}$

$= 6.67\ s$

সুতরাং গাড়িটি $1.5\ ms^{-2}$ মন্দন সৃষ্টি করলে নির্দেশিত বেগ লাভ করবে এবং নির্দেশ চিহ্ন পর্যন্ত পৌঁছাতে এটি 6.67 s সময় নিবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৬। $54\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি রেল গাড়িতে স্টেশন থেকে কিছু দূরে $0.75\ ms^{-2}$ মন্দন সৃষ্টিকারী ব্রেক দেওয়ায় গাড়িটি স্টেশনে এসে থেমে গেল। স্টেশন হতে কত দূরে ব্রেক দেওয়া হয়েছে এবং থামতে কত সময় লেগেছে?

<u>সমাধানঃ</u>

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2as$

বা, $s = \frac{u^2 - v^2}{2a}$

$= \frac{(15\ ms^{-1})^2 - (0)^2}{2 \times 0.75\ ms^{-2}}$

$= 150\ m$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 54\ kmh^{-1}$
$= \frac{54 \times 10^3}{3600}\ ms^{-1}$
$= 15\ ms^{-1}$
মন্দন, $a = 0.75\ ms^{-2}$
শেষবেগ, $v = 0$
ট্রেন থামতে সময়, $t = ?$
দূরত্ব, $s = ?$

আবার, $v = u - at$

বা, $t = \frac{u - v}{a}$

$= \frac{15\ ms^{-1} - 0}{0.75\ ms^{-2}}$

$= 20\ s$

সুতরাং গাড়িটি 150 m দূরত্ব অতিক্রম করবে এবং 20 s সময় লাগবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৭। একটি গাড়ি $126\ kmh^{-1}$ বেগে সোজা পথে চলছে। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িটি 200 m দূরত্বে থামানো হলো। ত্বরণ এবং গাড়িটি থামাতে কত সময় লেগেছিল নির্ণয় কর।

<u>সমাধানঃ</u>

আমরা জানি,

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

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

$= \frac{(0\ ms^{-1})^2 - (35\ ms^{-1})^2}{2 \times 200\ m}$

বা, $a = \frac{-1225\ m^2s^{-2}}{400\ m}$

$= -3.06\ ms^{-2}$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 126\ kmh^{-1}$
$= \frac{126 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$
$= 35\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s = 200\ m$
শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$ [থেমে যাওয়ার শেষবেগ শূন্য]
ত্বরণ, $a = ?$
সময়, $t = ?$

আবার, $v = u + at$

বা, $t = \frac{v - u}{a}$

$= \frac{0 - 35\ ms^{-1}}{-3.06\ ms^{-2}}$

$\therefore t = 11.43\ s$

সুতরাং গাড়িটির ত্বরণ $-3.06\ ms^{-2}$ এবং গাড়িটি থামতে 11.43 s সময় লেগেছিল। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৮। একজন গাড়ি চালক একটি ট্রাফিক সিগনাল বাতির দিকে $54\ kmh^{-1}$ বেগে এগুচ্ছিলেন। বাতি থেকে 30 m দূরে থাকতেই লালবাতি জ্বলে উঠল। ব্রেক চাপতে চাপতে যদি তার 0.4 s সময় লাগে আর গাড়িটি যদি সর্বোচ্চ $3.75\ ms^{-2}$ মন্দন প্রয়োগ করতে পারে তবে কি যথা সময়ে সিগনালে থামতে পারবেন?

<u>সমাধানঃ</u>

গাড়িটি ব্রেক চাপতে চাপতে দূরত্ব

অতিক্রম করে = $(15\ ms^{-1} \times 0.46\ s)$

$= 6\ m$

$\therefore$ গাড়িটি থামাতে হবে

$= (30 - 6)\ m$

$= 24\ m$ দূরত্বের মধ্যে

এখানে,
আদিবেগ, $u = 54\ kmh^{-1}$
$= \frac{54 \times 1000}{3600}\ ms^{-1}$
$= 15\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0$
ত্বরণ, $a = -3.75\ ms^{-2}$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $2as = v^2 - u^2$

বা, $s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$

$= \frac{0 - (15\ ms^{-1})^2}{2 \times (-3.75\ ms^{-2})}$

$= \frac{-225\ m^2s^{-2}}{-7.5\ ms^{-2}}$

$= 30\ m$

যেহেতু 30 m > 24 m, সেহেতু গাড়িচালক গাড়িটি যথাসময়ে সিগনালে থামাতে পারবেন না। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৯। ছকে স্থির অবস্থান হতে চলন্ত গাড়ির বিভিন্ন সময়ের জন্য বেগের মানের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। গাড়িটির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সময় (s)	0	8	16	24	32
বেগ (ms^{-1})	0	4	8	8	8

সমাধান:
উপরের সারণি হতে দেখা যায় যে গাড়িটি প্রথম 16 s সমত্বরণে এবং পরবর্তী 16 s সমবেগে চলে। অর্থাৎ প্রথম 16s এ বেগ বৃদ্ধির হার সমান এবং পরবর্তী 16s এ বেগ সমান থাকে।

আমরা জানি,
$s_1 = \left(\frac{v+u}{2}\right)t$
$= \left(\frac{8\ ms^{-1} + 0\ ms^{-1}}{2}\right) \times 16\ s$
$= \left(\frac{8\ ms^{-1}}{2}\right) \times 16\ s$
$\therefore s_1 = 64\ m$

প্রথমে 16 s এর ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 8\ ms^{-1}$
সময়, $t_1 = 16\ s$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = ?$

আমরা জানি,
$s_2 = vt$
$= 8\ ms^{-1} \times 16\ s$
$\therefore s_2 = 128\ m$

পরবর্তী 16 s ক্ষেত্রে,
সমবেগ, $v = 8\ ms^{-1}$
সময়, $t = 16\ s$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = ?$

$\therefore$ গাড়িটির প্রথম 32 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2$
$= 64\ m + 128\ m$
$= 192\ m$

অতএব, গাড়িটির প্রথম 32 s এ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব 192 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩০। একটি পাথর 60 ms^{-1} সমবেগে গতিশীল থাকলে 4 s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে, তা নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
সমবেগে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে,
$s = vt$
$= (60 \times 4)\ m$
$= 240\ m$

এখানে,
সময়, $t = 4\ s$
বেগ, $v = 60\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s = ?$

$\therefore$ 4s-এ পাথরটি 240 m দূরত্ব অতিক্রম করবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩১। 4 ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলন্ত একটি ট্রেন কোনো স্টেশন অতিক্রম করার পর 10 s-এ 240 m দূরত্ব অতিক্রম করে। স্টেশনকে অতিক্রম করার সময় ট্রেনটির বেগ কত ছিল?

সমাধান:
আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
বা, $240\ m = u \times 10\ s + \frac{1}{2} \times 4\ ms^{-2} \times (10\ s)^2$
বা, $240\ m = u \times 10\ s + (2\ ms^{-2} \times 100\ s^2)$
বা, $240\ m = u \times 10\ s + 200\ m$
বা, $240\ m - 200\ m = u \times 10\ s$
বা, $40\ m = u \times 10\ s$
বা, $u = \frac{40\ m}{10\ s}$
$\therefore u = 4\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে,
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 240\ m$
সময়, $t = 10\ s$
ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$
আদি বেগ, $u = ?$

$\therefore$ অতিক্রম করার সময় ট্রেনটির বেগ ছিল 4 ms^{-1}। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩২। 36kmh^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে ব্রেক কষে 50s-এ থামান হল। গাড়িটির ত্বরণ কত? এ সময়ে গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$
$= \frac{0\ ms^{-1} - 10\ ms^{-1}}{50\ s}$
$= \frac{-10}{50} \cdot \frac{ms^{-1}}{s}$
$= -0.2\ ms^{-2}$

দেওয়া আছে,
আদি বেগ, $u = 36\ kmh^{-1}$
$= \frac{36 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$
$= 10\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
[থেমে যাওয়ায় শেষবেগ শূন্য]
সময়, $t = 50\ s$
ত্বরণ, $a = ?$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আবার, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$= (10\ ms^{-1} \times 50\ s) + \frac{1}{2}(-0.2\ ms^{-2}) \times (50\ s)^2$
$= 500\ m - 250\ m$
$= 250\ m$

$\therefore$ গাড়ির ত্বরণ, $-0.2\ ms^{-2}$ এবং অতিক্রান্ত দূরত্ব, 250 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৩। ভূমি ত্যাগ করার পূর্বে স্থির অবস্থান থেকে 10 ms^{-2} সুষম ত্বরণে একটি বিমান রানওয়েতে 2 km দৌড়ায়। রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির কত সময় লাগবে?

সমাধান:
আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
বা, $2000m = (0\ ms^{-1} \times t) + \frac{1}{2} \cdot 10ms^{-2} \cdot t^2$
বা, $2000\ m = 5\ ms^{-2} \cdot t^2$
বা, $t^2 = \frac{2000\ m}{5\ ms^{-2}}$
$= 400\ s^2$
বা, $t = \sqrt{400\ s^2}$
$= 20\ s$

দেওয়া আছে,
আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 2\ km$
$= 2000m$
সময়, $t = ?$

$\therefore$ রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির 20 s সময় লাগবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৪। 72 kmh^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে 6s যাবত 1.5 ms^{-2} ত্বরণ প্রয়োগ হল। গাড়িটির শেষ বেগ কত এবং ত্বরণকালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
$v = u + at$
$= 20\ ms^{-1} + 1.5\ ms^{-2} \times 6s$
$= 20\ ms^{-1} + 9\ ms^{-1}$
$\therefore v = 29\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে,
আদি বেগ, $u = 72\ kmh^{-1}$
$= \frac{72 \times 1000\ m}{60 \times 60s}$
$= 20\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 1.5\ ms^{-2}$
সময়, $t = 6s$
শেষ বেগ, $v = ?$
দূরত্ব, $s = ?$

আবার, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$= 20\ ms^{-1} \times 6s + \frac{1}{2} \times 1.5\ ms^{-2} \times (6s)^2$
$= 120\ m + 27\ m$
$= 147\ m$

নির্ণেয় শেষ বেগ 29 ms^{-1} এবং দূরত্ব 147 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৫ M ভরের দুটি গাড়ি যথাক্রমে 6 ms^{-1} এবং 9 ms^{-1} বেগে যাত্রা শুরু করে একই সময়ে গন্তব্যস্থলে পৌছাল। গাড়ি দুটির ত্বরণ যথাক্রমে 5 ms^{-2} এবং 3 ms^{-2}। গাড়ি দুটি কত সময়ে গন্তব্যস্থলে পৌছাল।

সমাধান:
ধরি, উভয় গাড়ি t সময় যাবৎ গতিশীল থেকে s দূরত্ব অতিক্রম করে।

১ম গাড়ির জন্য, $s = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$ .... (১)

২য় গাড়ির জন্য, $s = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$ .... (২)

এখানে,
১ম গাড়ির ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u_1 = 6\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a_1 = 5\ ms^{-2}$
২য় গাড়ির ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u_2 = 9\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a_2 = 3\ ms^{-2}$

(১) নং ও (২) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2 = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$ [∵ অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান]

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

বা, $\frac{2(u_1 - u_2)}{a_2 - a_1} = t$ [∵ $t \neq 0$ তাই t দিয়ে উভয়পক্ষকে ভাগ করা সঠিক]

বা, $t = \frac{2 \times (6-9)\ ms^{-1}}{(3-5)\ ms^{-2}} = 3s$

∴ গাড়ি দুটি 3s সময়ে গন্তব্যে পৌঁছেছিল। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৬ একটি গাড়ির বেগ বনাম সময়ের সারণি নিম্নরূপ:

সময় t মি.	0	5	10
বেগ v (মি/ সে.)	2	4	6

গাড়িটির প্রথম 10 মিনিটে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{6\ ms^{-1} - 2\ ms^{-1}}{600\ s}$

$= \frac{4}{600}\ ms^{-2}$

এখানে,
বস্তুর আদিবেগ, $u = 2\ ms^{-1}$
সময়, $t = (10 - 0)$ min
$= 10$ min
$= 600$ s
শেষবেগ, $v = 6\ ms^{-1}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = ?

আবার, অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

$= 2\ ms^{-1} \times 600\ s + \frac{1}{2} \times \left(\frac{4}{600}\ ms^{-2}\right) \times (600\ s)^2$

$= 2400$ m

নির্ণেয় অতিক্রান্ত দূরত্ব 2400 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৭ দেলোয়ার মোটরসাইকেল নিয়ে মহাখালী ফ্লাইওভার হয়ে উত্তরা যাচ্ছিল। ফ্লাইওভারে উঠার সময় মোটরসাইকেলটি 4 ms^{-1} বেগে চলছিল। কিন্তু ফ্লাইওভারে উঠার পর সে লক্ষ করল যে, মাত্র 8s সময়ের মধ্যে মোটরসাইকেলটির বেগ 14 ms^{-1} উন্নীত হলো। উক্ত সময়ে মোটরসাইকেলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

∴ $a = \frac{14\ ms^{-1} - (4\ ms^{-1})}{8s}$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 4\ ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v = 14\ ms^{-1}$
সময়, $t = 8$ s

$= \frac{10\ ms^{-1}}{8}$

$= 1.25\ ms^{-2}$

এখন, মোটর সাইকেলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

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

$= (4\ ms^{-1}) \times 8s + \frac{1}{2} \times 1.25\ ms^{-2} \times (8s)^2$

$= 32\ m + 40\ m$

$= 72$ m

অতএব, মোটরসাইকেলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব 72 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৮ একটি টেনিস বল মাঠে সুষম মন্দনসহ চলতে শুরু করল। প্রথম 4s পর্যন্ত বলটি 30cm s^{-1} গড় বেগে চলল এবং পরবর্তী 4s পর্যন্ত এর বেগ হলো 10cm s^{-1}। টেনিস বলটির আদিবেগ ও ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,

$v = u - at$ [মন্দনের ক্ষেত্রে]

বা, $10\ cms^{-1} = 30\ cms^{-1} - a \times 4s$

বা, $a = \frac{30\ cms^{-1} - 10\ cms^{-1}}{4s}$

∴ $a = 5\ cms^{-2}$

এখানে,
সময়, $t = 4s$
পরবর্তী 4s ক্ষেত্রে
আদিবেগ = $30\ cms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 10\ cms^{-1}$
∴ ত্বরণ, a = ?

আবার, ১ম ক্ষেত্রে, 4s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = \text{গড়বেগ} \times t$

$= 30\ cms^{-1} \times 4s$

$= 120$ cm

তখন, আদিবেগ, u = ?

আমরা জানি,

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

বা, $120\ cm = u \times 4s - \frac{1}{2} \times 5\ cms^{-2} \times (4s)^2$

বা, $(120 + 40)\ cm = 4s \times u$

∴ $u = \frac{160\ cm}{4s}$

$= 40\ cms^{-1}$

∴ আদিবেগ 40 cms^{-1} এবং ত্বরণ 5 cms^{-2}। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩৯ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 5 ms^{-2} সমত্বরণে 118 m দূরত্ব অতিক্রম করে। গাড়িটি 40 m পর থেকে বাকি পথ 4 ms^{-2} ত্বরণে গমন করলে সময়ের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান:
গাড়িটি প্রথম 40 m দূরত্ব 5 ms^{-2} ত্বরণে অতিক্রম করে এবং বাকী $(118 - 40)\ m = 78$ m দূরত্ব 4 ms^{-2} ত্বরণে অতিক্রম করেছে।

আমরা জানি,

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

$= 0^2 + 2 \times 5\ ms^{-2} \times 40\ m$

$= 400\ m^2s^{-2}$

∴ $v = 20\ ms^{-1}$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0$
দূরত্ব, $s = 40$ m
ত্বরণ, $a = 5\ ms^{-2}$
শেষবেগ, v = ?

আবার, ধরি, 40 m এর পর থেকে বাকি 78 m দূরত্ব অতিক্রমের সময় t.

আমরা জানি,

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

বা, $78 = 20t + \frac{1}{2} \times 4t^2$

এখানে,
আদিবেগ, $u = 20\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$
দূরত্ব, $s = 78$ m
সময়, t = ?

বা, $2t^2 + 20t - 78 = 0$

বা, $t^2 = 13t - 3t - 39 = 0$

বা, $t(t + 13) - 3(t + 13) = 0$

বা, $(t + 13)(t - 3) = 0$

বা, $t + 13 = 0$ | অথবা, $t - 3 = 0$

$\therefore t = -13$ | $\therefore t = 3$

কিন্তু সময় ঋণাত্মক হতে পারে না

$\therefore$ গাড়িটি 40 m পর থেকে বাকি পথ $4\ ms^{-2}$ ত্বরণে গমন করলে 3s সময় লাগবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪০। একটি ইঁদুর একটি বিড়াল থেকে 15 m এগিয়েছিল। বিড়ালটি ইঁদুরটিকে ধরার জন্য $2\ ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে দৌড়াতে লাগল। ইঁদুরটি $14\ ms^{-1}$ সুষম বেগে দৌড়াতে থাকলে বিড়ালটি ইঁদুরটিকে ধরতে পারবে কি?

সমাধান:

ধরি, যাত্রা শুরুর t_1 সময় পর s দূরত্বে বিড়ালটি ইঁদুরটিকে ধরে ফেলবে।

t_1 সময়ে বিড়ালের অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

$s = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$

$= 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 2\ ms^{-2} \times t_1^2$

$\therefore s = 1\ ms^{-2} \times t_1^2$

এখানে,
বিড়ালের আদিবেগ, $u = 0$
ত্বরণ, $a = 2\ ms^{-2}$

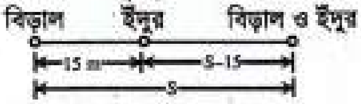
t_1 সময়ে ইঁদুরের অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$s_2 = vt_1$

$= 14\ ms^{-1} \times t_1$

এখানে,
ইঁদুরের সুষম বেগ, $v = 14\ ms^{-1}$

ইঁদুর এবং বিড়ালের মধ্যবর্তী দূরত্ব 15 m.



প্রশ্নমতে,

$s = s_2 + 15$

বা, $t_1^2 = 14t_1 + 15$

বা, $t_1^2 - 14t_1 - 15 = 0$

বা, $t_1^2 - 15t_1 + t_1 - 15 = 0$

বা, $t_1(t_1 - 15) + 1(t_1 - 15) = 0$

বা, $(t_1 - 15)(t_1 + 1) = 0$

হয়, $t_1 - 15 = 0$ | অথবা, $t_1 + 1 = 0$

$\therefore t_1 = 15$ | $\therefore t_1 = -1$

সময় ঋণাত্মক হতে পারে না বলে, $t_1 = 15$

আবার, $s = 1\ ms^{-2} \times t_1^2$

$= 1\ ms^{-2} \times (15s)^2$

$= 225\ m$

অতএব, বিড়ালটি যাত্রার 15 s পর যাত্রা শুরুর স্থান হতে 225 m দূরে ইঁদুরটিকে ধরতে পারবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪১। একটি গাড়ি স্থির অবস্থান হতে $4\ ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে 5s চলার পর একটি ফ্লাইওভারের প্রান্ত স্পর্শ করে $2\ ms^{-2}$ মন্দনে 5s চলার পর 10s এ ফ্লাইওভারের অপর প্রান্তে পৌঁছে। ফ্লাইওভারের দৈর্ঘ্য কত নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = u + at$

$= 0 + (4\ ms^{-2} \times 5s)$

$= 20\ ms^{-1}$

১ম ক্ষেত্রে,
গাড়ির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-1}$
সময়, $t = 5s$
5s পরে বেগ, $v = ?$

সুতরাং গাড়িটি $20\ ms^{-1}$ বেগ নিয়ে ফ্লাইওভারের শুরুর প্রান্ত স্পর্শ করে। তারপর 5s সমমন্দনে চলে

আমরা জানি,

$s_1 = ut - \frac{1}{2}at^2$ [মন্দনের ক্ষেত্রে]

$= (20\ ms^{-1} \times 5s)$

$- \frac{1}{2}(2\ ms^{-2} \times (5s)^2)$

$= 75\ m$

২য় ক্ষেত্রে,
গাড়ির আদিবেগ, $u = 20\ ms^{-1}$
মন্দন, $a = 2\ ms^{-2}$
সময়, $t = 5s$
5s পর বেগ, $v = ?$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = ?$

5s পরে বেগ, $v = u - at$

$= 20\ ms^{-1} - (2\ ms^{-2} \times 5s)$

$= 10\ ms^{-1}$

এবার প্রাপ্ত বেগ নিয়ে 10s চলে গাড়িটি অপর প্রান্তে পৌঁছায়।

আমরা জানি, সুষম বেগের ক্ষেত্রে,

$s_2 = vt$

$= 10\ ms^{-1} \times 10\ s$

$= 100\ m$

৩য় ক্ষেত্রে,
সুষম বেগ, $v = 10\ ms^{-1}$
সময়, $t = 10\ s$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = ?$

$\therefore$ ফ্লাইওভারের দৈর্ঘ্য, $s = s_1 + s_2$

$= 75\ m + 100\ m$

$= 175m$

নির্ণেয় ফ্লাইওভারের দৈর্ঘ্য 175 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪২। দুটি মোটর গাড়ি $16\ ms^{-1}$ এবং $12\ ms^{-1}$ বেগে একই সময়ে যাত্রা শুরু করে এবং একই সময়ে গন্তব্যে পৌঁছায়। গাড়ি দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে $5\ ms^{-2}$ এবং $4\ ms^{-2}$ হলে তাদের গন্তব্যে পৌঁছাতে কত সময় লেগেছিল এবং গন্তব্যের দূরত্ব কত ছিল?

সমাধান:

ধরি, গাড়ি দুটির গন্তব্যে পৌঁছাতে t সময়ে লেগেছিল এবং গন্তব্যের দূরত্ব s মিটার।

এখন, ১ম গাড়ির ক্ষেত্রে, $s = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে, $s = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$

এখানে,
১ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 16\ ms^{-1}$
১ম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 5\ ms^{-1}$
২য় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 12\ ms^{-1}$
২য় গাড়ির ত্বরণ, $a_2 = 4\ ms^{-1}$

$\therefore u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2 = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$ [∵ অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান]

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

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

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

$= \frac{2(16\ ms^{-1} - 12\ ms^{-1})}{4\ ms^{-2} - 5\ ms^{-2}}$

$= -8s$

সময় ঋণাত্মক হতে পারে না

$\therefore$ সময়, $t = -\ 8s$

এখন, $s = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$

$= 16\ ms^{-1} \times 8s + \frac{1}{2} \times 5\ ms^{-2} \times (8s)^2$

$= 288\ m$ **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৩। $50\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি বস্তুকে 10s ব্যাপী $10ms^{-2}$ হারে ত্বরিত করা হলো।
(ক) ত্বরণকালে বস্তুটির গড়বেগ কত?
(খ) গতির সমীকরণ ব্যবহার করে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।
(গ) গড়বেগ ব্যবহার করে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
(ক) ধরি,
বস্তুটির শেষবেগ = v

এখানে,
আদিবেগ, $u = 50\ ms^{-1}$
সময়, $t = 10\ s$
ত্বরণ, $u = 10\ ms^{-2}$
গড়বেগ, $\bar{v} = ?$

আমরা জানি,
$v = u + at$
$= 50\ ms^{-1} + 10\ ms^{-2} \times 10s$
$= 150\ ms^{-1}$

সুতরাং গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{u+v}{2}$
$= \frac{50\ ms^{-1} + 150\ ms^{-1}}{2}$
$= 100\ ms^{-1}$

(খ) অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$= 50\ ms^{-1} \times 10s + \frac{1}{2} \times 10\ ms^{-2} \times (10\ s)^2$
$= 1000\ m$

(গ) প্রাপ্ত গড়বেগ, $\bar{v} = 100\ ms^{-1}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = \bar{v}t$
$= 100\ ms^{-1} \times 10s$
$= 1000\ m$ **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৪। $54\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে 5 s যাবত $4\ ms^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলো। গাড়িটির শেষ বেগ কত এবং ত্বরণকালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান:

এখানে,
আদি বেগ, $u = 54\ kmh^{-1}$
$= 54\ \frac{km}{h}$
$= \frac{54 \times 10^3\ m}{3600\ s}$
$= 15\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$
সময়, $t = 5\ s$
শেষ বেগ, $v = ?$
দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,
$v = u + at$
$= 15\ ms^{-1} + 4ms^{-2} \times 5\ s$
$= 35\ ms^{-1}$
আবার,
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$
$= 15\ ms^{-1} \times 5\ s + \frac{1}{2} \times 4\ ms^{-2} \times (5\ s)^2$
$= 75\ m + 50\ m$
$= 125\ m$
শেষ বেগ $35\ ms^{-1}$; দূরত্ব 125 m **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৫। সোজা রাস্তায় স্থির অবস্থান থেকে একটি বাস $10\ ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে চলার সময় 80m দূরত্বে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে?

সমাধান:

এখানে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$
দূরত্ব, $s = 80\ m$
শেষ বেগ, $v = ?$

$v^2 = u^2 + 2as$
বা, $v^2 = 0 + 2 \times 10\ ms^{-2} \times 80\ m$
$= 1600\ m^2s^{-2}$
$\therefore v = 40\ ms^{-1}$ [Ans.]

প্রশ্ন-৪৬। বাপ্পি সাহেব জীপে করে বাড়ি থেকে অফিসে যাতায়াত করেন। তার বাড়ি এবং অফিসের মধ্যবর্তী দূরত্ব 3 km। যাত্রার শুরুতে গাড়িটি সুষম ত্বরণে চলে এবং 4 min-এ 1 km অতিক্রম করে। তারপর গাড়িটি সুষম বেগে চলে। বাপ্পি সাহেবের অফিসে পৌঁছতে কত সময় লাগে?

সমাধান:

ধরি, বাপ্পি সাহেবের অফিসে পৌঁছতে t মিনিট সময় লাগে।
সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে,
সময়, $t_1 = 4\ min$
$= 4 \times 60s$
$= 240\ s$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = 1\ km$
$= 1000m$
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষবেগ = v

আমরা জানি, $s = Vt$
$s_1 = \left(\frac{u+v}{2}\right)t \quad [\because V = \frac{u+v}{2}]$
বা, $\frac{u+v}{2} = \frac{s_1}{t}$
বা, $v = \frac{2s_1}{t} - u = \frac{2 \times 1000}{240} - 0$
$= 8.33\ ms^{-1}$
সমবেগের ক্ষেত্রে,
বেগ, $v = 8.33\ ms^{-1}$
দূরত্ব, $s_2 = 2\ km = 2000m$
সময় $= t_2$
আমরা জানি,
$s_2 = vt_2$
বা, $t_2 = \frac{s_2}{v}$
$= \frac{2000}{8.33}$
$= 240\ s$
$= 4\ min$
$\therefore$ মোট সময়, $t = t_1 + t_2$
$= 4min + 4\ min$
$= 8\ min$
সুতরাং বাপ্পি সাহেবের অফিসে পৌঁছাতে মোট সময় লাগে 8 min. **[Ans.]**

Practice Problem:

প্রশ্ন-৪৭। স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত একটি গাড়িতে $2\ ms^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে এর বেগ $20\ ms^{-1}$ হলো। কত সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল? [উত্তর: 10s]

প্রশ্ন-৪৮। একটি বুলেট কোনো দেয়ালে 0.12m প্রবেশের পর তার বেগ অর্ধেক হারায়। ঐ দেয়ালে বুলেটটি আর কতদূর প্রবেশ করতে পারবে? [উত্তর: 0.04m]

প্রশ্ন-৪৯। 15 g ভরের একটি বুলেট $300\ ms^{-1}$ বেগে 3 cm পুরুত্ব বিশিষ্ট তক্তা ভেদ করে থেমে গেলো। বুলেটটির ঐ তক্তা ভেদ করতে সময় লাগবে? [উত্তর: 2×10^4 s]

প্রশ্ন-৫০। স্থিরাবস্থা থেকে চলতে আরম্ভ করে 625 m দূরত্ব অতিক্রম করলে একটি বস্তুর বেগ $125\ ms^{-1}$ হলো। ত্বরণ নির্ণয় কর। [উত্তর: 66.67m]

প্রশ্ন-৫১। একটি রাইফেল থেকে গুলি ছোড়া হলো গুলিটি 8 cm পুরু একটি কাঠের ভিতরে 0.06 m প্রবেশ করার পর বেগ অর্ধেক হয়ে গেল। গুলিটি কাঠের ভিতর আর কতদূর প্রবেশ করবে? [উত্তর: 2cm]

প্রশ্ন-৫২। ভূমি ত্যাগ করার পূর্বে স্থির অবস্থান থেকে একটি বিমান 12 ms^{-2} সুষম ত্বরণে রানওয়েতে 2.4 km দৌড়ায়। রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির কত সময় লাগবে? [উত্তর: 20 s]

প্রশ্ন-৫৩। $72\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত রেলগাড়িকে ব্রেক করে 50s এ থামানো হল। এ সময়ে রেলগাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [উত্তর: 500 m]

প্রশ্ন-৫৪। $36\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়ি 8 s যাবৎ $2.5\ ms^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলো। গাড়িটির শেষ বেগ কত এবং ত্বরণকাল কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [উত্তর: 160 m]

(বুলেটের গতি সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$v^2 = u^2 + 2as$	u = আদি বেগ	ms^{-1}
	a = সুষম ত্বরণ	ms^{-2}
	s = সরণ	m
	v = শেষ বেগ	ms^{-1}

☑ Example:

প্রশ্ন-৫৫ । একটি দেয়ালের পুরুত্ব 50 cm । অপু তার বন্দুক থেকে 5 g ভরের একটি গুলি 200 ms^{-1} বেগে ছুড়ল। এতে গুলিটি দেয়ালের মধ্যে 0.28 m প্রবেশ করে গতিবেগ অর্ধেক হয়ে গেল। অপুর বন্দুকের ভর ছিল 3 kg । অপুর গুলিটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

বা, $100^2 = 200^2 + 2 \times a(0.28)$

বা, $a = -5.35 \times 10^4\ ms^{-2}$

আবার, $v_1^2 = u^2 + 2as_1$

বা, $0 = 200^2 - 2 \times 5.35 \times 10^4 \times s_1$

$\therefore s_1 = 0.37$ m **[Ans.]**

এখানে,
আদিবেগ = 200 ms^{-1}
ত্বরণ = a
গুলির ভর = 5×10^{-3}kg
দেয়ালের পুরুত্ব = 50×10^{-2}m
বন্দুকের ভর = 3kg

প্রশ্ন-৫৬ । 1টি 3 kg বন্দুকের গুলি কোনো দেয়ালের মধ্যে 0.07 m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আরও কিছুদূর প্রবেশ করলো। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আর কতদূর প্রবেশ করবে?

সমাধান:

ধরি, গুলির আদিবেগ = u

0.07 m বা 7 cm প্রবেশের পর বেগ = v এবং মন্দন = a

আমরা জানি,

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

বা, $\left(\frac{u}{2}\right)^2 = u^2 - 2a \times 7$

বা, $\frac{u^2}{4} = u^2 - 14a$

বা, $14a = \frac{3u^2}{4}$

বা, $a = \frac{3u^2}{56}$

এখানে,
$v = \frac{u}{2}$ [∵ বেগ অর্ধেক হয়ে যায়]
s = 7 cm

ধরি, আরও প্রবেশ করবে = s′

$v^2 = u^2 - 2as'$ [মন্দনের ক্ষেত্রে]

বা, $0 = \left(\frac{u}{2}\right)^2 - 2 \times \frac{3u^2}{56} \times s'$

বা, $0 = \frac{u^2}{4} - \frac{3u^2}{28} \times s'$

বা, $s' = \frac{u^2}{4} \times \frac{28}{3u^2}$

বা, $s' = \frac{7}{3}$ cm

$= 2.33$ cm

এখানে,
আদিবেগ = $\frac{u}{2}$
শেষবেগ, v = 0 ms^{-1} [প্রবেশ করে থেমে যায় বলে]
ত্বরণ, $a = \frac{3u^2}{56}$

অতএব, গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আরও 2.33 cm বা 0.0233 m প্রবেশ করবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫৭ । একজন শিকারী 20 g ভরের একটি গুলি 400 ms^{-1} বেগে ছুড়লো। 20 cm পুরু একটি গাছের মধ্যে 10 cm প্রবেশ করার পর গুলির বেগ অর্ধেক হয়ে যায়। গুলিটি গাছ ভেদ করে বের হতে পারবে কি?

সমাধান:

১ম ক্ষেত্রে, আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2as$ [মন্দনের ক্ষেত্রে]

বা, $\left(\frac{u}{2}\right)^2 = u^2 - 2a \times 10$

বা, $\frac{u^2}{4} - u^2 = -20a$

বা, $\frac{-3u^2}{4} = -20a$

বা, $20a = \frac{3u^2}{4}$

বা, $a = \frac{3u^2}{80}$

এখানে,
গুলির আদিবেগ = u
গুলির শেষবেগ, $v = \frac{u}{2}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = 10 cm
ত্বরণ = a

২য় ক্ষেত্রে, আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2as'$

বা, $0 = \left(\frac{u}{2}\right)^2 - 2 \times \frac{3u^2}{80} \times s'$

বা, $\frac{3u^2}{40} \times s' = \frac{u^2}{4}$

বা, $s' = \frac{u^2 \times 40}{4 \times 3u^2}$

$\therefore s' = 3.33$ cm

এখানে,
আদিবেগ, $u' = \frac{u}{2}$
শেষবেগ, v = 0 [থেমে যায় বলে]
ত্বরণ, $a = \frac{3u^2}{80}$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, s′ = ?

গুলিটি গাছের ভিতর মোট ঢুকল = (10 cm + 3.33 cm) = 13.33 cm

কিন্তু, গাছের পুরুত্ব 20 cm

সুতরাং উপরের ঘটনায় গুলিটি গাছ ভেদ করে বের হতে পারবে না। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫৮ । একটি রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে ঠিক ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ চারগুণ করা হয়, তবে অনুরূপ কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2as$ [মন্দনের ক্ষেত্রে ত্বরণ ঋণাত্মক হয়]

বা, $0 = u^2 - 2ax$

বা, $a = \frac{u^2}{2x}$

মনে করি, একটি তক্তার পুরুত্ব = x
১ম ক্ষেত্রে, আদিবেগ = u
শেষবেগ = 0
ত্বরণ = a
সরণ, s = x

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, তক্তার সংখ্যা n ধরলে, মোট পুরুত্ব বা সরণ, $s_1 = nx$

আদিবেগ, $u_1 = 4u$

শেষবেগ, $v_1 = 0$

ত্বরণ, $a = \frac{u^2}{2x}$

আবার, আমরা জানি,

$v_1^2 = u_1^2 - 2as_1$

বা, $0 = (4u)^2 - 2 \times \frac{u^2}{2x} \times nx$

বা, $nu^2 = 16u^2$

$\therefore n = 16$

∴ তক্তার সংখ্যা 16 টি। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫৯। একটি বন্দুকের গুলি কোন দেওয়ালের মধ্যে 0.08 m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেওয়ালের মধ্যে আর কতদূর প্রবেশ করতে পারবে?

সমাধান:
ধরি, গুলির আদিবেগ = u
0.08 m বা 8 cm প্রবেশের পর বেগ = v
মন্দন = a
আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$ .... (১)
এখানে, $v = \frac{u}{2}$
$s = 8$ cm
(১) নং হতে পাই, $\frac{u^2}{4} = u^2 - 16a$
বা, $16a = u^2 - \frac{u^2}{4}$
বা, $a = \frac{3u^2}{4 \times 16}$
ধরি, দ্বিতীয় অংশে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s′
আদিবেগ; $u = \frac{u}{2}$
শেষবেগ, $v = 0$ [প্রবেশ করে থেমে যায় বলে]
ত্বরণ, $a = \frac{3u^2}{4 \times 16}$
এ মানসমূহ (১) নং বসিয়ে পাই, $0 = \frac{u^2}{4} - 2 \times \frac{3u^2}{4 \times 16} \times s'$
বা, $\frac{3u^2}{4 \times 8} \times s' = \frac{u^2}{4}$
বা, $s' = \frac{8}{3}$ cm
$= 2.67$ cm
সুতরাং গুলিটি দেওয়ালের মধ্যে (8+2.67)cm বা, 10.67 cm প্রবেশ করবে। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৬০। একটি বন্দুকের গুলি কোনো দেয়ালের মধ্যে 0.04m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আর কত দূর প্রবেশ করতে পারবে? [কু. বো. ০৫; রা. বো. ০৫]

সমাধান:
আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as_1$
বা, $\left(\frac{u_0}{2}\right)^2 = u_0^2 - 2a \times 0.04$
বা, $-0.08a = \frac{u_0^2}{4} - u_0^2$
বা, $0.08a = u_0^2 - \frac{u_0^2}{4} = \frac{3u_0^2}{4}$

প্রথম ক্ষেত্রে:
ধরি, আদি বেগ, $u = u_0$ ms^{-1}
∴ শেষ বেগ, $v = \frac{u_0}{2}$ ms^{-1}
দূরত্ব, $s_1 = 0.04$ m
ধরি, মন্দন = a

বা, $a = \frac{3u_0^2}{4 \times 0.08}$
∴ $a = 9.375\ u_0^2$
আমরা পাই, $v^2 = u^2 - 2as_2$
বা, $0 = \left(\frac{u_0}{2}\right)^2 - 2 \times 9.375\ u_0^2 \times s_2$
বা, $s_2 = \frac{u_0^2}{4 \times 2 \times 9.375\ u_0^2}$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে:
আদি বেগ, $u = \frac{u_0}{2}$
শেষ বেগ, $v = 0$
মন্দন = $a = 9.3758\ u_0^2$
দূরত্ব, $s_2 = ?$

∴ $s = \frac{1}{4 \times 2 \times 9.375} = 0.0133$ m **[Ans.]**

কোনো বস্তু s দূরত্ব অতিক্রম করার পর তার বেগ যদি অর্ধেক হয়, সেক্ষেত্রে তার সরণ হবে, $s_1 = \frac{s}{3}$
বা, $s_1 = \frac{\text{আদি সরণ}}{3}$ উপরের প্রশ্নটির ক্ষেত্রে, সরণ হবে,
∴ $s_1 = \frac{s}{3} = \frac{0.04\text{ m}}{3} = 0.0133$ m

Note: উপরের Shortcut টির common বা সাধারণ form নিচে উল্লেখ করা হলো-
- কোন বস্তু s দূরত্ব অতিক্রম করার পর বেগ $\frac{1}{n}$ অংশ হ্রাস পেলে সরণ হবে-

$s_1 = \frac{s(n-1)^2}{2n-1}$ | s_1 = ভেদকৃত সরণ; s = অতিক্রান্ত দূরত্ব

উপরের সমস্যাটির ক্ষেত্রে, $\frac{1}{n} = \frac{1}{2}$ বা, $n = 2$
দেওয়ালের মধ্যে ভেদকৃত সরণ, $s_1 = \frac{0.04(2-1)^2}{2 \times 2 - 1}$
$= \frac{0.04 \times 1}{4 - 1}$
$= \frac{0.04}{3} = 0.0133$ m

প্রশ্ন-৬১। একটি বুলেট নির্দিষ্ট পুরুত্বের তক্তা ভেদ করার পর বেগ $\frac{1}{16}$ অংশ হ্রাস পায়। অনুরূপ কতটি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

সমাধান:
মনে করি, একটি তক্তার পুরুত্ব = x
আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$
বা, $\left(\frac{15v_0}{16}\right)^2 = v_0^2 - 2ax$ [আদিবেগ = V_0, $\frac{1}{16}$ অংশ হ্রাস পাবার পর বেগ $v = v_0 - \frac{1}{16}v_0 = \frac{15v_0}{16}$]
বা, $2ax = \frac{31v_0^2}{256}$
∴ $a = \frac{31v_0^2}{512\ x}$
ধরি, n সংখ্যক তক্তা ভেদ করতে পারবে।
আবার, $v^2 = v_0^2 - 2as$
বা, $0 = v_0^2 - 2 \times \frac{31v_0^2}{512\ x} \times nx$ [ভেদ করা শেষে শেষবেগ শূন্য]
বা, $\frac{62v_0^2 n}{512} = v_0^2$
বা, $n = \frac{512}{62}$
∴ $n = 8.258 \approx 8$ টি (প্রায়)

Practice Problem:

প্রশ্ন-৬২। একটি বন্দুকের গুলি কোনো দেয়ালের মধ্যে 0.08m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আর কত দূর প্রবেশ করতে পারবে? [উত্তর: 0.0267 m]

প্রশ্ন-৬৩। একটি বুলেট নির্দিষ্ট পুরুত্বের তক্তা ভেদ করার পর বেগ $\frac{1}{64}$ অংশ হ্রাস পায়। অনুরূপ কতটি তক্তা ভেদ করতে পারবে? [উত্তর: 32টি (প্রায়)]

Type-4
(পড়ন্ত বস্তুর গতি সম্পর্কিত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $v = u + gt$	v = শেষ বেগ	ms^{-1}
	u = আদি বেগ	ms^{-1}
	g = অভিকর্ষজ ত্বরণ	ms^{-2}
	t = অতিক্রান্ত সময়	s
• $h = \frac{(u+v)}{2} t$	h = উল্লম্ব দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব	m
	v = শেষ বেগ	ms^{-1}
	u = আদি বেগ	ms^{-1}
	t = অতিক্রান্ত সময়	s
• $h = ut + \frac{1}{2} gt^2$	h = উল্লম্ব দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব	m
	u = আদি বেগ	ms^{-1}
	g = অভিকর্ষজ ত্বরণ	ms^{-2}
	t = অতিক্রান্ত সময়	s
• $v^2 = u^2 + 2gh$	v = শেষ বেগ	ms^{-1}
	u = আদি বেগ	ms^{-1}
	g = অভিকর্ষজ ত্বরণ	ms^{-2}
	h = উল্লম্ব দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব	m

⚠ Alert:
• পড়ন্ত বা উৎক্ষিপ্ত বস্তুর বেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল হবে না।
• যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর গতি বিপরীত দিকে কাজ করে সেখানে এর মান ঋণাত্মক ধরা হয়। বিশেষ করে উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বলের মান ঋণাত্মক হবে।

☑ Example:

প্রশ্ন-৬৪। একটি বস্তুকে $98\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। দেখাও যে, 3s ও 17s সময়ে বস্তুর বেগদ্বয়ের মান সমান কিন্তু দিক বিপরীতমুখী।

সমাধান:
১ম ক্ষেত্রে, আমরা জানি,
$v_1 = u - gt_1$
$= 98\ ms^{-1} - 9.8\ ms^{-2} \times 3s$
$= 68.6\ ms^{-1}$
$\therefore v_1 = 68.6\ ms^{-1}$ (উপরের দিকে)

এখানে,
১ম ক্ষেত্রে আদিবেগ, $u = 98\ ms^{-1}$
সময়, $t_1 = 3s$
২য় ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u = 98\ ms^{-1}$
সময়, $t_2 = 17s$

২য় ক্ষেত্রে, আমরা জানি,
$v_2 = u - gt_2$
$= 98\ ms^{-1} - 9.8\ ms^{-2} \times 17s$
$= 98\ ms^{-1} - 166.6\ ms^{-1}$
$= -68.6\ ms^{-1}$ (নিচের দিকে)
3s ও 17s সময়ে বস্তুর বেগদ্বয়ের মান সমান কিন্তু দিক বিপরীতমুখী।
(দেখানো হলো)

প্রশ্ন-৬৫। 1 g ও 1 kg ভরের দুটি বস্তুকে উপর হতে ছেড়ে দেওয়া হলো। 4 সেকেন্ডে এরা কত নিচে নেমে আসবে?

সমাধান:
যেহেতু পড়ন্ত বস্তুর পতনের সময় বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না। সুতরাং বস্তুদ্বয় একই সময়ে একই দূরত্বে পড়বে। মনে করি, বস্তুদ্বয় h দূরত্ব নিচে পড়বে।

আমরা জানি, $h = ut + \frac{1}{2} gt^2$
$= \frac{1}{2} \times 9.8\ ms^{-2} \times (4s)^2$
$= 78.4\ m$

এখানে,
সময়, $t = 4s$
দূরত্ব, $h = ?$
$u = 0$
[যেহেতু স্থিরাবস্থা থেকে ছাড়া হয়]

সুতরাং 4s পর বস্তুদ্বয় 78.4 m নিচে নেমে আসবে।

প্রশ্ন-৬৬। 64 m উঁচু দালানের ছাদ থেকে 5 kg ভরের একটি পাথর ছেড়ে দেওয়া হলে ভূমিতে পৌঁছাতে এর কত সময় লাগবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
$h = ut + \frac{1}{2} gt^2$
বা, $64\ m = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8\ ms^{-2} \times t^2$
বা, $t^2 = \frac{2 \times 64\ m}{9.8\ ms^{-2}}$
বা, $t = \sqrt{13.061\ s^2}$
$= 3.61\ s$

এখানে,
উচ্চতা, $h = 64\ m$
আদিবেগ, $u = 0$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
পাথরের ভর, $m = 5\ kg$
ভূমিতে পৌঁছাতে সময়, $t = ?$

সুতরাং পাথরকে ভূমিতে পৌঁছাতে 3.61 s সময় লাগবে।

প্রশ্ন-৬৭। 44.1 m গভীর একটি কূপে একটি পাথর নিক্ষিপ্ত হলো। কূপের মধ্যে শব্দের বেগ $340\ ms^{-1}$ হলে পাথর নিক্ষেপের মুহূর্ত থেকে এটি পানিতে পতনের শব্দ শুনতে অতিক্রান্ত সময় বের কর।

সমাধান:
মনে করি, পাথরটি পানিতে পড়তে সময় লাগে t_1 এবং পাথরটি পানিতে পড়ার শব্দ কূপের কিনারা পর্যন্ত পৌঁছাতে সময় t_2।

আমরা জানি, $h = ut_1 + \frac{1}{2} gt_1^2$
বা, $44.1\ m = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8\ ms^{-2} \times t_1^2$
$\therefore t_1 = 3s$
আবার, $h = vt_2$
বা, $t_2 = \frac{h}{v}$
$= \frac{44.1\ m}{340\ ms^{-1}}$
$= 0.13\ s$
$\therefore$ মোট সময়, $t = t_1 + t_2$
$= 3s + 0.13\ s$
$= 3.13\ s$

এখানে,
পাথরের আদিবেগ, $u = 0$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
সময়, $t_1 = ?$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = 44.1\ m$
শব্দের বেগ, $v = 340\ ms^{-1}$
শব্দ আসার সময়, $t = ?$

সুতরাং পাথরটি পানিতে পড়তে 3s সময় লাগে এবং মোট অতিক্রান্ত সময় 3.13 s।

প্রশ্ন-৬৮। সাকিব ব্যাট দিয়ে আঘাত করার পর বলটি $49\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে উঠতে থাকল। কিন্তু কিছুক্ষণ পর একজন ফিল্ডার ভূমি থেকে 2 m উচ্চতায় বলটি ধরে ফেলল। ধরে না ফেললে বলটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠত?

সমাধান:
আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh$
বা, $(0\ ms^{-1})^2 = (49\ ms^{-1})^2 - 2 \times 9.8\ ms^{-1} \times h$
[সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ শূন্য]
বা, $h = \frac{(49\ ms^{-1})^2}{2 \times 9.8\ ms^{-1}}$
$\therefore h = 122.5\ m$
$\therefore$ বলটি সর্বোচ্চ 122.5 m উচ্চতায় উঠবে।

এখানে,
বলটির আদিবেগ, $u = 49\ ms^{-1}$
বলটির শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = -9.8\ ms^{-2}$
উচ্চতা, $h = ?$

Note: এক্ষেত্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর গতি বিপরীত দিকে কাজ করে বলে এর মান ঋণাত্মক ধরা হয়েছে।

প্রশ্ন-৬৯। 50 m দালানের ছাদ থেকে একটি বলকে ছেড়ে দিলে এটি নির্দিষ্ট বেগে ভূ-পৃষ্ঠে আঘাতপ্রাপ্ত হয়ে আবার 50 m উঁচুতে উঠে। এটি কত বেগে ভূ-পৃষ্ঠে আঘাত করবে?

সমাধান:
ধরি, বলটি v বেগে ভূ-পৃষ্ঠে আঘাত করবে।

আমরা জানি,
$v^2 = u^2 + 2gh$
বা, $v^2 = (0)^2 + 2 \times 9.8\ ms^{-2} \times 50\ m$
$\therefore v = 31.305\ ms^{-1}$

দেওয়া আছে,
উচ্চতা, h = 50 m
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
শেষবেগ, v = ?

অতএব, এটি $31.305\ ms^{-1}$ বেগে ভূ-পৃষ্ঠে আঘাত করবে।

প্রশ্ন-৭০। একটি সুরশলাকা ভূমি হতে 70 m উচ্চতার ছাদ হতে পড়ে গেলো। এটি কতবেগে ভূ-পৃষ্ঠকে আঘাত করবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
$v^2 = u^2 + 2gh$
$\therefore v^2 = 0 + 2 \times 9.8\ ms^{-2} \times 70\ m$
$= 1372\ m^2s^{-2}$
বা, $v = 37.04\ ms^{-1}$

এখানে, সুর শলাকার–
আদিবেগ, u = 0
অতিক্রান্ত দূরত্ব, h = 70 m
শেষ বেগ, v = ?
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

অতএব, সুর শলাকাটি $37.04\ ms^{-1}$ বেগে ভূমিকে আঘাত করবে।

প্রশ্ন-৭১। ভূমি থেকে 240.1 m উচ্চতায় অবস্থিত একটি স্থির হেলিকপ্টার থেকে একটি বস্তু ছেড়ে দেওয়া হলো। বস্তুটির ভূমিতে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে এবং সেটি কত বেগে ভূমিতে আঘাত করবে? ($g = 9.8\ ms^{-2}$)

সমাধান:
আমরা জানি,
$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$
বা, $240.1 = 0 \times 1 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$
বা, $4.9\ t^2 = 240.1$
বা, $t^2 = 49$
$\therefore t = 7s$
আবার, $v^2 = u^2 + 2gh$
বা, $v^2 = 0 + 2 \times 9.8\ ms^{-2} \times 240.1\ m$
বা, $v^2 = 4705.96\ m^2s^{-2}$
$\therefore v = 68.6\ ms^{-1}$

এখানে,
আদিবেগ, u = 0
অতিক্রান্ত দূরত্ব, h = 240.1 m
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
সময়, t = ?
শেষ বেগ, v = ?

অতএব, বস্তুটি ভূমিতে পৌঁছাতে 7s সময় লাগবে এবং $68.6\ ms^{-1}$ বেগে ভূমিকে আঘাত করবে।

প্রশ্ন-৭২। একটি বস্তুকে $196\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। (ক) কত সময় পর বস্তুটির বেগ শূন্য হবে? (খ) বস্তুটি 2 km উঠতে পারবে কি-না তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:
(ক) আমরা জানি, v = u + gt
বা, gt = v − u
বা, $t = \frac{v - u}{g}$
$= \frac{0 - 196\ ms^{-1}}{-9.8\ ms^{-2}}$
$= 20\ s$

এখানে,
বস্তুটির আদিবেগ, $u = 196\ ms^{-1}$
বস্তুটির শেষ বেগ, v = 0
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = -9.8\ ms^{-2}$
প্রয়োজনীয় সময়, t = ?

∴ 20 s পর বস্তুটির বেগ শূন্য হবে।

(খ) ধরি, বস্তুটি সর্বোচ্চ H উচ্চতায় উঠবে
আমরা জানি,
$H = ut + \frac{1}{2}gt^2$
$= 196\ ms^{-1} \times 20s - \frac{1}{2} \times 9.8\ ms^{-2} \times (20s)^2$
$= 3920\ m - 1960\ m$
$= 1960\ m$
$= 1.96\ km$

এখানে,
সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, v = 0
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
প্রয়োজনীয় সময়, t = 20 s
আদি বেগ, $u = 196\ ms^{-1}$

সুতরাং বলা যায় যে, বস্তুটি 2 km উঠতে পারবে না।

Note: এক্ষেত্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর গতি বিপরীত দিকে কাজ করে বলে এর মান ঋণাত্মক ধরা হয়েছে।

প্রশ্ন-৭৩। 50m উঁচু থেকে একটি বস্তু ভূমিতে পতিত হয়। (ক) ভূমিতে পৌঁছতে এর কত সময় লাগে? (খ) ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে এর বেগ কত?

সমাধান:
(ক) ভূমিতে পৌঁছাতে সময়, t = ?
আমরা জানি, $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$
বা, $t^2 = \frac{2 \times 50}{9.8}$
বা, $t = \sqrt{10.204}$
$\therefore t = 3.2\ s$ [Ans.]

এখানে,
উচ্চতা, h = 50m
আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

প্রশ্ন-৭৪। 1 gm ও 1 kg ভরের দুটি বস্তুকে ওপর হতে ছেড়ে দেওয়া হলো। 4 সেকেন্ডে এরা কত নিচে নেমে আসবে?

সমাধান:
আমরা জানি,
$h = \frac{1}{2}gt^2$
$= \frac{1}{2} \times (9.8\ ms^{-2})(4\ s)^2$
$= 78.4m$
উভয় বস্তুই 78.4 m নিচে নামবে। [Ans.]

এখানে,
সময়, t = 4s
দূরত্ব, h = ?
মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর পতনের সময় বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না। সুতরাং, বস্তুদ্বয় একই সময়ে একই দূরত্বে পড়বে।

Practice Problem:

প্রশ্ন-৭৫। 50 m উঁচু দালানের ছাদ থেকে কোনো বস্তু ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করবে? $g = 9.8\ ms^{-2}$ [উত্তর: $31.3\ ms^{-1}$]

প্রশ্ন-৭৬। একটি বস্তুকে $196\ ms^{-1}$ বেগে ওপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। 30 s পর এর বেগ কত হবে? [উত্তর: −98 m/s]