

10 MINUTE  
SCHOOL

# অনলাইন ব্যাচ ২০২৩

## ৯ম - ১০ম শ্রেণি পদার্থবিজ্ঞান

আলোচ্য বিষয়

অধ্যায় ০২ - গতি

অনলাইন ব্যাচ সম্পর্কিত যেকোনো জিজ্ঞাসায়,

কল করো

 16910

## ব্যবহারবিধি

### এক নজরে...

দেখে নাও এই অধ্যায় থেকে কোথায় কোথায় প্রশ্ন এসেছে এবং সৃজনশীল ও বহুনির্বাচনী গুরুত্ব।

### কুইক টিপস

সহজে মনে রাখার এবং দ্রুত ক্যালকুলেশন করতে সহায়ক হবে।

### বহুনির্বাচনী (MCQ)

বিগত বছর গুলোতে বোর্ড, স্কুল, কলেজ এবং বিশ্ববিদ্যালয়ে আসা বহুনির্বাচনী দেখে নাও উত্তরসহ।

### সৃজনশীল (CQ)

পরীক্ষায় আসার মতো গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল দেখে নাও উত্তরসহ।

### প্র্যাকটিস

পরীক্ষায় আসার মতো গুরুত্বপূর্ণ সমস্যাগুলো প্র্যাকটিস করে নিজেকে যাচাই করে নাও।

### উত্তরমালা

প্র্যাকটিস সমস্যাগুলোর উত্তরগুলো মিলিয়ে নাও।

### উদাহরণ

টপিক সংক্রান্ত উদাহরণসমূহ।

### সূত্রের আলোচনা

সূত্রের ব্যাপারে বিস্তারিত জেনে নাও।

### টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

সম্পূর্ণ অধ্যায়ের সুসজ্জিত আলোচনা।

## এক নজরে...

পদার্থ বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ শাখা হচ্ছে বলবিজ্ঞান - যেখানে বলের ক্রিয়াধীন বস্তুর স্থিতি ও গতি বিষয় নিয়ে আলোচনা করা হয়। এখানে আমরা শুধু গতি নিয়ে আলোচনা করবো। অধ্যায়টি শেষ করে আমরা যেসব বিষয় সম্পর্কে জানতে পারবো:

- ✓ স্থিতি ও গতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ✓ বিভিন্ন প্রকার গতির মধ্যে পার্থক্য করতে পারব।
- ✓ স্কেলার ও ভেক্টর রাশি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ✓ গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের পারস্পারিক সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- ✓ বাধাহীন ও মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর গতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ✓ লেখচিত্রের সাহায্যে গতি সম্পর্কিত রাশিসমূহের মধ্যে সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- ✓ আমাদের জীবনে গতির প্রভাব উপলব্ধি করতে পারব।

### স্থিতি ও গতি

চার দিকে তাকালেই আমরা আমাদের বিষয়টির সার্থকতা খোঁজে পাই। যেটি স্থির হয়ে আছে তাই “স্থিতি” এর উদাহরণ। যেমন: চেয়ার, টেবিল, বই, খাতা। অন্যদিকে যা চলমান তাই গতি এর উদাহরণ। যেমন: বাস, ট্রাক, ট্রেন। কিন্তু গতি বিষয়টি বুঝতে হলে আমাদের আরও একটি বিষয় সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে। তা হলো “প্রসঙ্গ কাঠামো”।

#### প্রসঙ্গ কাঠামো:

যে বস্তু বা পরিপার্শ্বের সাথে তুলনা করে আমরা অন্য বস্তুর অবস্থান, স্থিতি, গতি ইত্যাদি নির্ণয় করি তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

“প্রসঙ্গ কাঠামো” এর ধারণা থেকে খুব সহজেই “স্থিতি” ও “গতি” এর সঙ্গ দেয়া যায়।

#### স্থিতি:

সময়ের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন ঘটে না তখন ঐ বস্তুকে স্থিতিশীল বা স্থির বস্তু বলে। আর এ অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাকে স্থিতি বলে।

#### গতি:

সময়ের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন ঘটে তখন ঐ বস্তুকে গতিশীল বস্তু বলে। আর এ অবস্থান পরিবর্তনের ঘটনাকে গতি বলে।

কিন্তু কোন বস্তুর সাপেক্ষে স্থিতি বা গতি সেটি নিয়ে মাথা না ঘামালেও চলবে। কারণ “মহাবিশ্বের সকল স্থিতিই আপেক্ষিক, সকল গতিই আপেক্ষিক”।

### একটি উদাহরণ বিষয়টিকে রাত-দিনের মত পরিষ্কার করে দিবে।

ধরো, তুমি ও তোমার বন্ধু ঢাকা থেকে ট্রেনে রাজশাহী যাচ্ছে। যেহেতু তুমি ও তোমার বন্ধু পাশাপাশি বসে আছো তাই তোমরা একে অপরের সাপেক্ষে স্থির। কিন্তু ভেবে দেখ তো, তোমরা দুজনে আসলেই কী স্থির? তোমরা যখন ধানের ক্ষেতের মাঝখানে দিয়র ভ্রমণ করছো মাঠে থাকা কৃষকটি কিন্তু তোমাদেরকে গতিশীল দেখবে। তাহলে বুঝা গেল গতি ও স্থিতির বিষয়টি সম্পূর্ণ আপেক্ষিক।

### বিভিন্ন প্রকার গতি

আমরা আমাদের জীবনে বিভিন্ন প্রকার গতির দেখা পাই। কিছু সরল পথে চলছে, কিছু নড়ছে আবার কিছু ঘুরছে। সকল ধরনের গতিই নির্দিষ্ট কিছু শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত। নিচে গতির বিভিন্ন প্রকারভেদ বিস্তারিত আলোচনা করা হলো:

#### রৈখিক গতি:

আমরা সবাই নিশ্চই ট্রেনে ভ্রমণ করেছি। ট্রেনটি একটি সরল লাইনের উপর সীমাবদ্ধ থাকে, তাই না? তাহলে আমরা এ ধরনের গতির সংজ্ঞা দিতে পারি এভাবে, কোন বস্তুর গতি যদি একটি সরলরেখার উপর সীমাবদ্ধ থাকে, তাহলে তার গতিকে রৈখিক বা সরলরৈখিক গতি বলে।

#### ঘূর্ণন গতি:

বন্ধুরা, তোমরা যেখানে বসে আছো তার উপর দিকে তাকাও। গরমের দিনে এই জিনিসটির কথা আমরা সবচেয়ে বেশি স্মরণ করি। নিশ্চই ধরে ফেলেছো কোন জিনিসটির কথা বলছি। হ্যাঁ বস্তুটি ফ্যান। একটু লক্ষ্য করলেই দেখবে ফ্যান একটি কেন্দ্রে স্থির থেকে অনবরত ঘুরতে থাকে। ঘড়ির ক্ষেত্রেও এ বিষয়টি লক্ষ্য করবে। তাহলে ফ্যান বা ঘড়ির এ গতির সংজ্ঞা দেয়া যায়, “যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা রেখাকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন সে বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বা বৃত্তাকার গতি বলে”।

#### চলন গতি:

একখানা বইকে যদি ঘুরতে না দিয়ে টেনে টেবিলের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে নিয়ে যাওয়া হয়

বইয়ের প্রতিটি কণা সমান সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করেছে। এটিই চলন গতির প্রকৃষ্ট উদাহরণ। সুতরাং, **কোন বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে।**

#### পর্যায়বৃত্ত গতি:

পৃথিবী কীভাবে সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে তা কি দেখেছো, বন্ধুরা? একটি উপবৃত্তাকার পথে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর ঘুরতে থাকে। পর্যায়বৃত্ত গতির সংজ্ঞাটি কিন্তু এই উদাহরণ থেকেই চলে আসে।

কোন গতিশীল বস্তু যদি এমন হয় যে, **এটি এর গতি পথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুতে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।**

**“ঘূর্ণন গতি একটি বিশেষ ধরনের পর্যায়বৃত্ত গতি”।**

#### স্কেলার ও ভেক্টর রাশি

**আমরা জানি, ভৌত জগতে যা কিছু পরিমাপ করা যায়, তাকে রাশি বলে।** বস্তু জগতের সকল রাশিকে দুই ভাগে ভাগ করতে পারি। যথা:

১। অদিক রাশি বা স্কেলার রাশি।

২। দিক রাশি বা ভেক্টর রাশি।

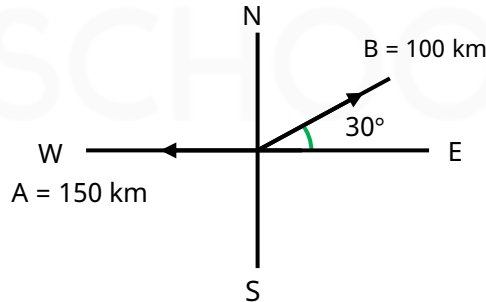
#### স্কেলার রাশি:

আমরা যদি একটি গাড়ি  $40\text{Kmh}^{-1}$  বেগে চলছে। এর দ্বারা আমরা গাড়িটির দ্রুতি প্রকাশ করছি। আবার তোমরা টেবিলের দৈর্ঘ্য 1.5 মি. বলার পর এর দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না।

**যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দিয়ে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে।** উদাহরণ: সরণ, বেগ, ত্বরণ, তড়িৎ, প্রাবাল্য ইত্যাদি।

ভেক্টর রাশি  $\vec{A}$  বা  $|\vec{A}|$  দিয়ে নির্দেশ করে।

চিত্রে, A ভেক্টরটি একটি বস্তু, যেটি পশ্চিম দিকে 150 Km সরণ নির্দেশ করে। অন্যদিকে B ভেক্টরটি পূর্ব দিকের সাথে  $30^\circ$  কোণ করে 100 Km সরণ নির্দেশ করে।



#### স্কেলার ও ভেক্টর রাশির উদাহরণ

স্কেলার রাশি			ভেক্টর রাশি		
নাম	সংকেত	উদাহরণ	নাম	সংকেত	উদাহরণ
দূরত্ব	d	40 m	সরণ	s বা $\vec{s}$	40 m পূর্ব দিকে
দ্রুতি	v	$30\text{ms}^{-1}$	বেগ	v বা $\vec{v}$	$30\text{ms}^{-1}$ উত্তর দিকে
সময়	t	15 s	বল	F বা $\vec{F}$	100 N উপরের দিকে
শক্তি	E	2000 J	ত্বরণ	a বা $\vec{a}$	$9.8\text{ms}^{-2}$ নিচের দিকে

### দূরত্ব ও সরণ:

ধরো, তুমি 4m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে 4 বার ঘুরলে এবং যেখান থেকে শুরু করে ছিলে সেখানেই থামলে এরপর তোমাকে যদি জিজ্ঞেস করা হয় তোমার সরণ কতটুকু হয়েছে? তুমি বলবে আমি 100 m অতিক্রম করে ফেলেছি। কিন্তু মজার ব্যাপার হচ্ছে, তোমার অতিক্রান্ত দূরত্ব 100 m হলেও সরণ 0। কারণ, কোনো বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব অর্থাৎ **সরলরৈখিক দূরত্বই হচ্ছে সরণের মান** এবং সরণের দিক হচ্ছে বস্তুর আদি অবস্থান থেকে শেষ অবস্থানের দিকে। বৃত্তাকার পথে ঘুরে আবার একই অবস্থানে আসলে তোমার আদি ও অন্ত অবস্থান একই। তাই নয় কি বন্ধুরা?

সরণের মাত্রা হলো দৈর্ঘ্যের মাত্রা। যেহেতু সরণ একটি নির্দিষ্ট দিক বরাবর সংঘটিত হয় তাই সরণ ভেক্টর রাশি।

$$\therefore [s] = L$$

### দ্রুতি:

ধরা যাক, রিম 100 মিটার দূরত্ব 50 সেকেন্ডে পার হল। অন্যদিকে আয়মান একই দূরত্ব 40 সেকেন্ডে পার হলে কে দ্রুত চলেছে? নিশ্চয় আয়মান।

$$1 \text{ সেকেন্ডে আয়মানের অতিক্রান্ত দূরত্ব } \frac{100}{40} = 2.5 \text{ মি.}$$

$$1 \text{ সেকেন্ডে রিমনের অতিক্রান্ত দূরত্ব } \frac{100}{50} = 2 \text{ মি.}$$

যেহেতু আয়মান 1 সেকেন্ডে রিমনের চেয়ে বেশি দূরত্ব অতিক্রম করেছে তাই আয়মান রিমনের চেয়ে দ্রুত চলেছে।

কোনো বস্তুর দ্রুতি নির্ভর করে **সময় ও অতিক্রান্ত দূরত্বের** উপর। দ্রুতির সংজ্ঞা হিসেবে আমরা বলতে পারি, **সময়ের সাথে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।**

$$\text{অতএব, দ্রুতি} = \frac{\text{সময়}}{\text{দূরত্ব}}$$

$$\text{বা, } v = \frac{d}{t}$$

দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি। দ্রুতি মাত্রা  $\frac{\text{সময়}}{\text{দূরত্ব}}$  এর মাত্রা।

$$\therefore [V] = \frac{L}{T} = LT^{-1}$$

$$\text{দ্রুতির একক } \frac{\text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}} (ms^{-1})$$

### কুইক টিপস

গাড়ির স্পিডো মিটারের দ্রুতি  $kmh^{-1}$  এ দেয়া থাকে।

### গড় দ্রুতি:

যদি কোনো গাড়ি ঢাকা থেকে চট্টগ্রাম যাওয়ার সময় 7 ঘণ্টায় 350 কি.মি. অতিক্রম করে তবে তার গড় দ্রুতি হচ্ছে  $\frac{350km}{7h} = 50kmh^{-1}$ । এখানে গড় দ্রুতি বলার কারণ হলো গাড়ি চলার পথে প্রত্যেক ঘণ্টায় 50 কি.মি. পথ অতিক্রম করেছে এমন কোন কথা নেই। গাড়িটি কখনো এর চেয়ে আস্তে বা জোরেও যেতে পারে।

$$\text{গড় দ্রুতি} = \frac{\text{মোট দূরত্ব}}{\text{মোট সময়}}$$

### তাৎক্ষণিক দ্রুতি:

ধরো, তুমি মাশরাফির কোন বলের দ্রুতি কত তা জানতে চাও। এজন্য তোমাকে তাৎক্ষণিক দ্রুতির সাহায্য নিতে হবে। যে কোন মুহূর্তের প্রকৃত বা তাৎক্ষণিক বেগ করতে হলে আমাদের অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব জানতে হবে। তার পর সেই দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বেগ করতে হবে।

### বেগ:

আমরা কিছুক্ষণ আগে দ্রুতি নিয়ে আলোচনা করেছি। সাধারণ কথা বার্তায় আমরা বেগ ও দ্রুতিকে একই অর্থে ব্যবহার করলেও বৈজ্ঞানিক পরিভাষায় এ দুটি শব্দের ভিন্নতা রয়েছে। দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি সুতরাং বুঝতেই পারছো এখানে কোন দিকে কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন হচ্ছে তার উল্লেখ নেই। কিন্তু বেগের ক্ষেত্রে, **কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাই বেগ।** যেহেতু এক্ষেত্রে দিকের উল্লেখ রয়েছে তাই বেগ একটি ভেক্টর রাশি।

যদি কোনো বস্তু  $t$  সময়ে নির্দিষ্ট দিকে  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বেগ,  $v = \frac{s}{t}$   
বেগের মাত্রা ও দ্রুতির মাত্রা একই তা হলো  $[LT^{-1}]$  একক  $ms^{-1}$ ।

উপরোক্ত আলোচনা থেকে একটি বিষয় স্পষ্ট যে, বস্তুর বেগের মানই তার দ্রুতি। নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর দ্রুতিই তার বেগ।  
আবার, যদি গতিশীল কোনো কোনো বস্তুর বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষমবেগ বা সমবেগ বলে।  
শব্দের বেগ সুষম বেগের উদাহরণ।

### কুইক টিপস

$0^\circ C$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ প্রতি সেকেন্ডে 332 মিটার।

### অসমবেগ:

কোন বস্তু যদি গতিকালে তার বস্তুর মান বা দিক বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে তাহলে বস্তুর সেই বেগকে অসমবেগ বলে।  
আমাদের চলা-ফেরা, গাড়ির বেগ ইত্যাদি অসমবেগের উদাহরণ।

### ত্বরণ ও মন্দন:

ধরো, তুমি গাড়িতে করে প্রতিদিন কলেজে আসো। একদিন তোমার শিক্ষক তোমাকে বলল, তুমি যে গাড়িতে করে কলেজে আসো সে গাড়ির প্রতি ৪ সেকেন্ডে বেগ কত হয় তা খাতায় লিখে আনবে। শিক্ষকের কথা মতো তুমি ড্রাইভারের পাশে বসে প্রতি ৪ সেকেন্ডে গাড়ির বেগ লিপিবদ্ধ করলে।

### বেগ-সময় সারণি

ক্রমিক নং	বেগ ( $ms^{-1}$ )	সময়
1	0	0
2	4	8
3	8	16
4	12	24

এ সারণি থেকে দেখা গেল, গাড়িটির প্রথম ৪ সেকেন্ডেও  $4 ms^{-1}$  বেড়েছে। সুতরাং প্রতি ৪ সেকেন্ড ব্যবধানে গাড়িটির বেগের পরিবর্তন হয়েছে  $4 ms^{-1}$ । সুতরাং প্রতি সেকেন্ডে গাড়ির বেগের পরিবর্তনের হার  $= \frac{4 ms^{-1}}{8s} = 0.5 ms^{-1}$ ।  
বেগের পরিবর্তনের হার বা একক সময়ে বেগ পরিবর্তনকেই ত্বরণ বলে। যদি সংজ্ঞাটি গুছিয়ে লিখি তবে বলতে পারি, **সরল পথে চলমান বস্তুর সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে। আর যদি সময়ের সাথে বেগ হ্রাস পায় তাকে মন্দন বলা হয়।**

বেগ যদি বৃদ্ধি পায় তবে বেগের পরিবর্তন বেগের দিকে। এক্ষেত্রে ত্বরণ হবে ধণাত্মক। আর বেগ হ্রাস পেলে বেগের পরিবর্তন বেগের বিপরীত দিকে। এক্ষেত্রে ত্বরণ ঋণাত্মক বা একে মন্দন বলা হয়।

যদি আদিবেগ  $u$  এবং  $t$  সময় পরে তার শেষবেগ  $v$  হয় তবে,

$t$  সময়ে বেগের পরিবর্তন  $= v - u$

$\therefore$  একক বেগের পরিবর্তন  $= v - u$

$\therefore$  একক সময়ে বেগের পরিবর্তন  $= \frac{v-u}{t}$

$\therefore$  বেগের পরিবর্তনের হার বা ত্বরণ,  $a = \frac{v-u}{t}$

**মাত্রা:** ত্বরণের মাত্রা  $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$  এর মাত্রা

ত্বরণ  $= \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^2}$

$\therefore [a] = \frac{L}{T^2} = LT^{-2}$

একক  $\frac{ms^{-1}}{s}$  বা  $ms^{-2}$

ত্বরণ আবার দু'রকম হতে পারে। যেমন:

#### সুষম ত্বরণ:

কোন বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে। যেমন: অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পরন্ত বস্তুর ত্বরণ যা  $9.8ms^{-2}$ ।

#### অসম ত্বরণ:

যদি সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হার সমান না হয় তবে তাকে অসম ত্বরণ বলে। যেমন: সাইকেল, রিকশা, বাসের ত্বরণ।

#### পড়ন্ত বস্তুর গতি:

তোমরা কি জান এ মহা বিশ্বের প্রতিটি বস্তু কণাই একে অপরকে আকর্ষণ করে। এই মহা বিশ্বের যে কোন দুই বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাই মহাকর্ষ। তাহলে বলো তো অভিকর্ষ কী? **কোন বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণকে অভিকর্ষ বলে।** যেমন ধরো, চাঁদ ও পৃথিবীর মধ্যে যে আকর্ষণ বল তা অভিকর্ষ আবার চাঁদ ও সূর্যের আকর্ষণ বল মহাকর্ষ।

#### অভিকর্ষজ ত্বরণ:

অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। অভিকর্ষজ ত্বরণকে **g** দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অভিকর্ষ ত্বরণের মাত্রা  $[LT^{-2}]$  এবং  $ms^{-2}$

ভূ পৃষ্ঠের যেকোন স্থানে g এর মানের রাশিমালা,  $g = \frac{GM}{R^2}$

M = পৃথিবীর ভর

G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক

R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ

#### কুইক টিপস

মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R তাই g এর মান সবচেয়ে বেশি।

বিশুবীয় অঞ্চলে R এর মান বেশি তাই g এর মান কম।

45° অক্ষাংশে সমুদ্র সমতলের g মান আদর্শ এবং তা হলো  $9.8ms^{-2}$  বা 9.81 মি.

বন্ধুরা, তোমরা চিন্তা করে দেখেছো তোমার বাসার ছাদ হতে একটি পাথর ও এক টুকরো কাগজ যদি একসাথে ফেলা হয় কোনটি আগে মাটিতে পৌছাবে? অবশ্যই পাথরটি আগে পৌছাবে। কেনো বলতো এমন হলো? যেহেতু অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না তাই দুটি বস্তু একই সময়ে মাটিতে পৌছানোর কথা। আসলে বাতাসের বাঁধার জন্য তারা ভিন্ন ভিন্ন সময়ে পৌছায়। বাতাসের বাঁধা না থাকলে তারা অবশ্যই একই সময়ে মাটিতে পৌছাত।

#### Σ সূত্রের আলোচনা

##### পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি

পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালিলিও তিনটি সূত্র বের করেন। সূত্র তিনটি হলো:

##### প্রথম সূত্র:

স্থির অবস্থান ও একই উচ্চতা থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

##### দ্বিতীয় সূত্র:

স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে (t) প্রাপ্ত বেগ (v) ঐ সময়ের সমানুপাতিক। অর্থাৎ,  $v \propto t$

##### তৃতীয় সূত্র:

স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। অর্থাৎ  $h \propto t^2$

## সূত্র পরিচিতি

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v = u + at$	$v =$ শেষ বেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ ত্বরণ	মি./ সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
$v^2 = u^2 + 2as$	$v =$ শেষ বেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ ত্বরণ	মি./ সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
	$s =$ সময়	মিটার (m)
$v^2 = u^2 + 2as$	$s =$ দূরত্ব	মিটার (m)
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
	$a =$ ত্বরণ	মি./ সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	$u =$ আদিবেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )
	$v =$ শেষবেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )

পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি		
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
	$a =$ ত্বরণ	মি./ সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	$u =$ আদিবেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )
	$v =$ শেষবেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )

## ১ সূত্রের আলোচনা

### সূত্র ১:

কোন বস্তুর শেষবেগ, তার ত্বরণ, সময়ের গুণফলের সাথে আদিবেগের যোগফলের সমান।



সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v = u + at$	$v =$ শেষ বেগ	মি./সে. ( $ms^{-1}$ )
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ ত্বরণ	মি./সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)

### 🔗 টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

১। একটি ট্রেনের বেগ  $5ms^{-1}$  থেকে সুষম ভাবে বৃদ্ধি পেয়ে 10s পরে  $40ms^{-1}$  হয়। ট্রেনটির ত্বরণ বের কর।

**সমাধান:** এখানে,

আদি বেগ,  $u = 5ms^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 40ms^{-1}$

সময়,  $t = 10s$

ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের গতির সমীকরণ থেকে আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } at = v - u$$

$$\text{বা, } a = \frac{v-u}{t}$$

$$\text{বা, } a = \frac{40ms^{-1} - 5ms^{-1}}{10s}$$

$$\text{বা, } a = 3.5ms^{-2}$$

∴ অর্থাৎ, ট্রেনটির ত্বরণ  $3.5ms^{-2}$

২। একটি হরিণ একটি বাঘ থেকে 15m এগিয়েছিল। বাঘ হরিণটিকে ধরার জন্য  $2ms^{-2}$  সুষম ত্বরণে দৌড়াতে লাগল। হরিণটিও  $20ms^{-2}$  সুষমবেগে দৌড়াতে থাকলে কখন বাঘ ও হরিণের বেগ সমান হবে?

**সমাধান:** দেওয়া আছে,

বাঘটির আদি বেগ,  $u = 0ms^{-1}$

বাঘটির শেষবেগ,  $v = 20ms^{-1}$

ত্বরণ,  $a = 2ms^{-2}$

হরিণের আদিবেগ =  $20ms^{-1}$ ; যাহা সুষমবেগে এবং অপরিবর্তিত থাকবে।

মনেকরি,  $t$  সময় পর বাঘ ও হরিণের বেগ সমান হবে। অর্থাৎ, সময় পর বাঘের বেগ হবে হরিণের সুষমবেগের সমান। আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } at = v - u$$

$$\text{বা, } t = \frac{v-u}{a} = \frac{20ms^{-1} - 0ms^{-1}}{2ms^{-2}}$$

$$= 10ms^{-1}$$

অতএব, দৌড় শুরু করার 10s পর বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হবে।

## Σ সূত্রের আলোচনা

### সূত্র ২:

কোন বস্তুর শেষবেগের বর্গ, তার দ্বরণ ও সণের গুণফলের দ্বিগুণের সাথে আদিবেগের বর্গের যোগফলের সমান।

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v^2 = u^2 + 2as$	$v =$ শেষ বেগ	মি./ সে. ( $ms^{-1}$ )
	$u =$ আদিবেগ	
	$a =$ দ্বরণ	মি./ সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
	$s =$ সময়	মিটার (m)

## 🔑 টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

১। 108 kmh<sup>-1</sup> বেগে চলন্ত একটি ট্রাক 50 m দূরে একটি ভ্যানকে দেখে ব্রেক চেপে দিল। এতে ট্রাকটি ভ্যানের সামনে এসে থেমে গেল। ট্রাকটি কত দ্বরণে এসে থেমেছিল?

**সমাধান:** দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{ট্রাকের আদিবেগ, } u &= 108 \text{ kmh}^{-1} \\ &= \frac{180 \times 1000}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1} \\ &= 30 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s = 50 \text{ m}$

শেষ বেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$  [যেহেতু ট্রাকটি ভ্যানের সামনে এসে থেমে গেছে তাই শেষ বেগ শূন্য]

দ্বরণ  $a = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } (0)^2 = (30 \text{ ms}^{-1})^2 + 2 \times a \times 50 \text{ m}$$

$$\text{বা, } 2ax50 \text{ m} = -900 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{বা, } a = \frac{-900 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}{2 \times 50 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } a = -9 \text{ ms}^{-2} \text{ [ঋণাত্মক চিহ্ন এটা নির্দেশ করে যে গাড়িটির মন্দন হয়েছে]}$$

অতএব, গাড়িটি  $-9 \text{ ms}^{-2}$  দ্বরণে বা  $-9 \text{ ms}^{-2}$  মন্দনে থেমেছিল।

২। একটি দেয়ালের পুরত্ব 50 cm আবিঁর তার বন্দুক হতে 5g ভরের একটি গুলি  $200 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ছুড়ল। এতে গুলিটি দেয়ালের মধ্যে 28cm প্রবেশ করে গতিবেগ অর্ধেক হয়ে গেল। আবিঁরের গুলিটির অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব নির্ণয় কর।

**সমাধান:** এখানে, ১ম ক্ষেত্রে;

$$\text{গুলির আদি বেগ, } u = 200 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{গুলির শেষবেগ, } v = \frac{200}{2} \text{ ms}^{-1} = 100 \text{ ms}^{-1} \text{ [28cm প্রবেশ করার পর গুলিটির বেগ অর্ধেক হয়ে গিয়েছিল]}$$

$$\text{গুলির অতিক্রান্ত দূরত্ব } s_1 = 28 \text{ cm} = 0.28 \text{ m}$$

এখন, গুলিটির দ্বরণ  $a$  হলে, আমরা জানি,

$$\text{বা, } v^2 = u^2 + 2as_1$$

$$\text{বা, } 2as_1 = v^2 - u^2$$

$$\text{বা, } a = \frac{v^2 - u^2}{2s_1} = \frac{(100 \text{ ms}^{-1})^2 - (200 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 0.28 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } a = \frac{(100\text{ms}^{-1})^2(200\text{ms}^{-1})^2}{0.56\text{m}}$$

$$\text{বা, } a = -5.351 \times 10^4 \text{ms}^{-2} \text{ [ঋণাত্মক চিহ্ন এটা নির্দেশ করে যে সময়ের সাথে সাথে গুলিটির বেগ হ্রাস পাচ্ছে অর্থাৎ মন্দন হচ্ছে।]}$$

এখন, মনেকরি, গুলিটি এই ত্বরণ নিয়ে আরো  $s_2$  পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করে।

এখন, ২য় ক্ষেত্রেঃ

$$\text{আদিবেগ, } u_1 = 100\text{ms}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0\text{ms}^{-1} \text{ [কারণ, মোট পুরত্ব অতিক্রম করার পর গুলিটি থেমে যাবে]}$$

আমরা জানি,

$$v_1^2 = u_1^2 + 2as_2$$

$$\text{বা, } 2as_2 = v_1^2 - u_1^2$$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{0^2 - (100\text{ms}^{-1})^2}{2 \times (-5.356 \times 10^4 \text{ms}^{-2})}$$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{-10000\text{m}^2\text{s}^{-2}}{-107140\text{m}^2\text{s}^{-2}}$$

$$\text{বা, } s_2 = 0.0933\text{m} = 9.33\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং, আবিরের গুলির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= s_1 + s_2 \\ &= (28 + 9.33)\text{cm} \\ &= 37.33\text{cm} \text{ (Ans)} \end{aligned}$$

৩। একটি রাইফেলের গুলি একটি তক্তাকে ভেদ করতে পারে। যদি গুলির বেগ ৪ গুণ করা হয়, তবে অনুরূপ করটি তক্তা ভেদ করতে পারবে?

**সমাধান:** ধরি, প্রতিটি তক্তার পুরুত্ব  $x$

$$1\text{ম ক্ষেত্রে গুলির আদিবেগ } u \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0\text{ms}^{-1} \text{ [কারণ, তক্তা ভেদ করার পর গুলির বেগ শূন্য হয়ে যাবে]}$$

$$\text{মন্দন, } a \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সরণ, } s = xm$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0 = u^2 - 2as$$

$$\text{বা, } a = \frac{u^2}{2x} \dots\dots\dots (1)$$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, তক্তার সংখ্যা  $n$  ধরলে,

$$\begin{aligned} \text{মোট পুরুত্ব বা সরণ, } s_1 &= nx \text{ [}\therefore 1 \text{ টি তকায় পুরুত্ব } x \\ &\therefore n \text{ টি তক্তায় পুরুত্ব } = nx] \end{aligned}$$

$$\text{আদিবেগ, } u_1 = 8u \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v^1 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{মন্দন, } a = \frac{u^2}{2x} \text{ [(1) নং হতে প্রাপ্ত মান অনুসারে]}$$

আবার, আমরা জানি,

$$v_1^2 = u_1^2 + 2as_2$$

$$\text{বা, } 0 = (8u)^2 - 2 \times \frac{u^2}{2x} \times nx$$

$$\text{বা, } nu^2 = 64u^2$$

$$\text{বা, } n = 64$$

$\therefore$  তক্তার সংখ্যা 64 টি।

অর্থাৎ, গুলির বেগ ৪ গুণ করলে একই পুরুত্বের 64 টি তক্তা ভেদ করতে পারবে।

## Σ সূত্রের আলোচনা

### সূত্র ৩:

কোন বস্তু সমত্বরণে  $u$  আদিবেগে চললে  $t$  সময় পরে  $v$  বেগ প্রাপ্ত হয় এবং  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে। কোনো বস্তুর সরণ তার বেগ ও সময়ের গুণফলের সমান।

সূত্র	প্রতিক পরিচিতি	একক
$v^2 = u^2 + 2as$	$s =$ দূরত্ব	মিটার (m)
	$t =$ সময়	সেকেন্ড (s)
	$a =$ ত্বরণ	মি./সে. <sup>২</sup> ( $ms^{-2}$ )
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	$u =$ আদিবেগ	মি./সে. ( $ms^{-1}$ )
	$v =$ শেষবেগ	মি./সে. ( $ms^{-1}$ )

## 🔧 টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

১। একটি বল  $20\ ms^{-1}$  সমবেগে গতিশীল থাকলে  $3s$  এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে তা নির্ণয় কর।

**সমাধান:** দেওয়া আছে,

$$\text{বেগ, } v = 20\ ms^{-1}$$

$$\text{সময় } t = 3s$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= vt \\ &= 20ms^{-1} \times 3s \\ &= 60m\end{aligned}$$

∴  $3\ s$  এ বলটি  $60\ m$  দূরত্ব অতিক্রম করবে।

২। তুমি ত্যাগ করার পূর্বে স্থির অবস্থান হতে একটি বিমান  $10ms^{-2}$  বেগে  $2km$  চলে। রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির কত সময় লাগবে?

**সমাধান:** দেওয়া আছে,

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

$$\text{ত্বরণ, } a = 10ms^{-2}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 2km = 2000m$$

$$\text{সময় } t = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{বা, } S = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 10\ ms^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } 2000m = 5ms^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = 400s^2$$

$$\text{বা, } t = 20\ s$$

∴ রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির  $20s$  সময় লাগবে।

৩। 1000 kg ভরের দুইটি  $6ms^{-2}$  ও  $9ms^{-1}$  বেগে যাত্রা শুরু করে একই সময়ে পৌঁছাল। ট্রাক দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে  $5ms^{-2}$  ও  $3ms^{-2}$ । ট্রাক দুইটি কত সময়ে গন্তব্যস্থলে পৌঁছল?

**সমাধান:** দেওয়া আছে, ১ম ট্রাকের ক্ষেত্রে,  
আদিবেগ,  $u_1 = 6ms^{-2}$   
ত্বরণ,  $a_1 = 5ms^{-2}$

আবার, ২য় ট্রাকের ক্ষেত্রে,  
আদিবেগ,  $u_2 = 9ms^{-2}$   
ত্বরণ,  $a_2 = 3ms^{-2}$

মনেকরি, উভয় ট্রাক  $t$  সময় যাবত গতিশীল থেকে  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে।

$$১ম ট্রাকের জন্য,  $s_1 = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$  ..... (i)$$

$$এবং, ২য় ট্রাকের জন্য,  $s_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$  ..... (ii)$$

শর্তমতে,

$$s_1 = s_2 \text{ [যেহেতু ট্রাক দুটি একই গন্তব্যে পৌঁছানো]} \\$$

$$\text{বা, } u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = s_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

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

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

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

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

অতএব, ট্রাক দুটি 3s সময়ে গন্তব্যে পৌঁছে।

৪। একটি ট্রেন স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে  $5ms^{-2}$  সমত্বরণে 118 m দূরত্ব অতিক্রম করে। ট্রেনটি 40 m এর পর থেকে  $4ms^{-2}$  ত্বরণে গমন করলে সময়ের পরিমাণ নির্ণয় কর।

**সমাধান:** মনেকরি, ট্রেনটি প্রথম 40 m  $5ms^{-2}$  ত্বরণে অতিক্রম করে এবং বাকি  $(118 - 40)m = 78m$  দূরত্ব  $4ms^{-2}$  ত্বরণে গমন করেছে।

এখানে, আদিবেগ,  $u = 0ms^{-1}$  [যেহেতু ট্রেনটি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করেছিল]

$$\text{দূরত্ব } s_1 = 40m$$

$$\text{ত্বরণ, } a_1 = 5ms^{-2}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = ?$$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2a_1 s_1$$

$$\text{বা, } v^2 = 0 + 2 X 5ms^{-2} X 40m$$

$$\text{বা, } v^2 = 40m^2s^{-2}$$

$$\therefore v = 20ms^{-1}$$

আবার, ধরি 40m এর পর থেকে বাকি 78m দূরত্ব অতিক্রমের পথে সময়  $t$  সেকেন্ড

২য় ক্ষেত্রে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 20ms^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 4ms^{-2}$$

$$\text{দূরত্ব, } s = 78m$$

$$\text{সময়, } t = ?$$

আমরা জানি,

$$s_2 = ut + \frac{1}{2}a_2t^2$$

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

বা,  $2t^2 + 20t - 78 = 0$

বা,  $t^2 + 10t - 39 = 0$

বা,  $t^2 + 13t - 3t - 39 = 0$

বা,  $t(t + 13) - 3(t + 13) = 0$

$\therefore t = 3 \quad t = -13$  [গ্রহণযোগ্য নয়, কারন সময় ঋণাত্মক হতে পারেনা]

অতএব, বাকি পথ অতিক্রম ট্রেনটির করতে 3s সময় লাগবে।

### Σ সূত্রের আলোচনা

সূত্র ৪:

#### পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি

- (i) কোন পড়ন্ত বস্তুর শেষবেগ ঐ বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণ ও সময়ের গুণফলের দ্বিগুণের সাথে আদিবেগের যোগফলের সমান।  
(ii) পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শেষবেগের বর্গ তার অভিকর্ষজ ত্বরণ ও অতিক্রান্ত দূরত্বের গুণফলের দ্বিগুণের সাথে আদিবেগের বর্গের গুণফলের সমান।  
(iii) পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব, গড়বেগ ও সময়ের গুণফলের সমান।

পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলি		
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	t = সময়	সেকেন্ড (s)
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	a = ত্বরণ	মি./সে. <sup>২</sup> (ms <sup>-2</sup> )
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	u = আদিবেগ	মি./সে. (ms <sup>-1</sup> )
$S = ut + \frac{1}{2}at^2$	v = শেষবেগ	মি./সে. (ms <sup>-1</sup> )

### 📌 কুইক টিপস

নিষ্ফিষ্ট বস্তুর ক্ষেত্রে (+) এর স্থলে (-) ব্যবহার করতে হবে।

### 🏠 টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

১। গভীর একটি কূপে একটি পাথর নিষ্ফিষ্ট হলো। কূপের মধ্যে শব্দের বেগ  $340ms^{-1}$  হলে পাথর নিষ্ফিপের মুহূর্তে থেকে এটি পতনের শব্দ শুনতে অতিক্রান্ত সময় বের কর।

সমাধান: মনেকরি,

পাথর পানিতে পড়তে সময় লাগে  $t_1$  এবং পাথরটি পানিতে পড়ার শব্দ কূপের কিনারা পর্যন্ত পৌঁছতে সময়  $t_2$

দেওয়া আছে,

পাথরের আদিবেগ,  $u = 0ms^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $h = 44.1m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8ms^{-2}$

সময়,  $t_1 = ?$

আমরা জানি,

$$h = ut_1 + \frac{1}{2}gt_1^2$$

বা,  $44.1 \text{ m} = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times t_1^2$

বা,  $t_2 = 3\text{s}$

আবার, ফিরে আসার সময়,

$$h = ut_2$$

বা,  $t_2 = \frac{v}{h} = \frac{44.1 \text{ m}}{340 \text{ ms}^{-1}} = 0.13 \text{ s}$

মোট সময়,  $t = t_1 + t_2$   
 $= 3\text{s} + 0.13\text{s}$   
 $= 3.13\text{s}$

### সৃজনশীল (CQ)

**প্রশ্ন ১।** একটি গাড়ি স্থিরাবস্থান হতে যাত্রা শুরু করে 6s সময় পর্যন্ত  $2\text{ms}^{-2}$  সুষম ত্বরণে চলার পর 1min সমদ্রুতিতে চলে।

(ক) মন্দন কী?

(খ) বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয় কেন?

(গ) সুষম ত্বরণে বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি বস্তুটি উদ্দীপকের সম্পূর্ণ দূরত্ব  $2\text{ms}^{-2}$  সুষম ত্বরণে অতিক্রম করত তবে মোট কত সময় লাগত?

**সমাধান:**

**(ক) মন্দন কী?**

সময়ের সাথে-সাথে অসমবেগ হ্রাস পাওয়াকে মন্দন বলে।

**(খ) বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয় কেন?**

বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে সামান্য চাপা। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সব চাইতে কম। ফলে মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ বেশি এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ বেশি হলে সে অঞ্চলে যেকোনো বস্তুর ওজনও বেশি। অন্যদিকে বিষুবীয় অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ বেশি বলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম। অভিকর্ষজ ত্বরণ কম হওয়ায় ঐ অঞ্চলে বস্তুর ওজন ও সে হারে কমবে। এ কারণে বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রকম হয়।

**(গ) সুষম ত্বরণে বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।**

মনে করি, সুষম ত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_1$

দেওয়া আছে, সময়,  $t_1 = 6\text{s}$

ত্বরণ,  $a = 2\text{ms}^{-2}$

আদিবেগ,  $u = 0$

আমরা জানি,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

$$= 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 2\text{ms}^{-2} \times (6\text{s})^2$$

$$= 36\text{m}$$

অতএব, সুষম ত্বরণে বস্তুটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $36\text{m}$

**(ঘ) যদি বস্তুটি উদ্দীপকের সম্পূর্ণ দূরত্ব  $2\text{ms}^{-2}$  সুষম ত্বরণে অতিক্রম করত তবে মোট কত সময় লাগত?**

$u = 0\text{ms}^{-1}$  [যেহেতু শুরুতে গাড়িটি স্থির অবস্থানে ছিলো]

$t = 6\text{s}$

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

মনে করি, ১ম 6s পর প্রাপ্ত বেগ v

$$\begin{aligned}\therefore v &= u + at \\ &= 0 + 2ms^{-2} \times 6s \\ &= 12ms^{-1}\end{aligned}$$

সমস্রুতিতে চলার সময়  $t_2 = 1 \text{ min}$   
 $= 60s$

আবার,

গ নং হতে, সুদূর দূরত্বে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_2 = 36m$

সমস্রুতিতে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_2$  হলে,

$$\begin{aligned}s_2 &= v_2 = 12ms^{-1} \times 60s \\ &= 720m\end{aligned}$$

$\therefore$  প্রথম ক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s = s_1 + s_2$   
 $= 36m + 720m$   
 $= 756m$

আবার, মনে করি, সম্পূর্ণ দূরত্ব  $2ms^{-2}$  সুসম দ্বরণে অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় হলো, t

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

বা,  $s = \frac{1}{2}at^2$  [u = 0]

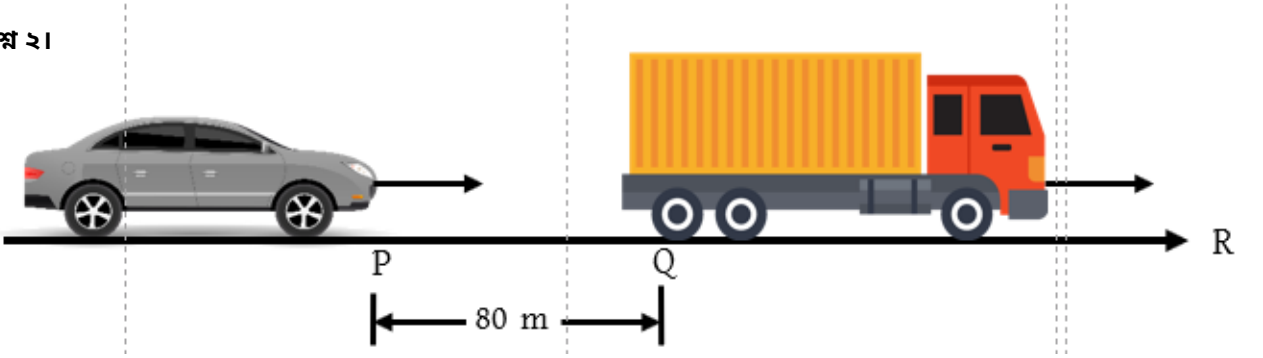
বা,  $t^2 = \frac{2s}{a}$

বা,  $t = \sqrt{\frac{2 \times 756m}{2ms^{-2}}} = 27.5s$

অতএব, সম্পূর্ণ দূরত্ব  $2ms^{-2}$  সুসম দ্বরণে অতিক্রম করতে 27.5s সময় লাগবে।

Ans: 27.5s

প্রশ্ন ২।



P অবস্থান থেকে একটি প্রাইভেট কার  $21ms^{-1}$  সমবেগে এবং Q অবস্থান থেকে অপর একটি ট্রাক ছিল অবস্থান হতে  $2ms^{-2}$  তরণে একই দিকে চলছে? **কু. বো. '১৮**

(ক) দ্বরণ কাকে বলে?

(খ) সমবেগে চলমান বস্তুর দ্বরণ শূণ্য কেন?

(গ) ট্রাকটির 20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) চলার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাকটি পরস্পরকে কতবার অতিক্রম করবে? গাণিতিক যুক্তি সহ বিশ্লেষণ কর।

**সমাধান:**

(ক) দ্বরণ কাকে বলে?

সময়ের সাথে সাথে অসমবেগের বৃদ্ধিকে দ্বরণ বলে।

(খ) সমবেগে চলমান বস্তুর দ্বরণ শূণ্য কেন?



যদি কোন কণার গতিকালে তার বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ কণাটি যদি নির্দিষ্ট দিকে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বস্তুর বেগকে সমবেগ বা সুষম বেগ বলে। আবার সময়ের সাথে অসমবেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। অর্থাৎ ত্বরণ হয় অসমবেগের ক্ষেত্রে, কারণ সময়ের সাথে অসমবেগের পরিবর্তন ঘটে কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে বেগের কোনো পরিবর্তন ঘটে না। তাই সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না। এ কারণেই সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়।

(গ) ট্রাকটির 20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

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

মনে করি, সময়  $t_1 = 19s$

$$t_2 = 20s$$

১ম 19s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $s_1$

এবং ১ম 20s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $s_2$

$$\begin{aligned}\text{এখন, ১ম 19s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 &= ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2 \\ &= 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times (19)^2 \\ &= 361m\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{অতএব, 20তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= s_2 - s_1 \\ \text{বা, } s &= 400m - 361m \\ \therefore s &= 39m\end{aligned}$$

### কুইক টিপস

যেখানে,  $u =$  আদিবেগ = 0

$a =$  ত্বরণ =  $2ms^{-2}$

$t =$  কত তম সময় = 20s

$$\begin{aligned}\text{আমরা জানি, } t \text{ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= u + \frac{1}{2}a(2t - 1) \\ &= 0 + \frac{1}{2} \times 2(2 \times 20 - 1) \\ &= 39m\end{aligned}$$

(ঘ) চলার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাকটি পরস্পরকে কতবার অতিক্রম করবে? গাণিতিক যুক্তি সহ বিশ্লেষণ কর।

মনে করি,  $t$  সময় পর প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে অতিক্রম করবে।

দেওয়া আছে,

প্রাইভেট কারের বেগ,  $v = 21ms^{-1}$

ট্রাকের বেগ,  $u = 0$

ত্বরণ,  $a = 2ms^{-2}$

এখন,

$$\begin{aligned}t \text{ s এ ট্রাক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 &= ut + \frac{1}{2}at^2 \\ &= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2\end{aligned}$$

আবার,

$t$  সেকেন্ডে প্রাইভেট কার কর্তৃক সমবেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_2$  হলে,

$$s_2 = vt = 21 \times t = 21t$$

প্রশ্নমতে,  $s_1 + 80 = s_2$  [যেহেতু, প্রাইভেট কার ট্রাক থেকে 80m পিছনে ছিল, তাই ট্রাকটি অতিক্রম করতে  $t$  sec এ প্রাইভেট কারকে  $(80 + s_1)m$  অতিক্রম করতে হবে]

$$\text{বা, } t^2 + 80 = 21t$$

$$\text{বা, } t^2 - 21t + 80 = 0$$

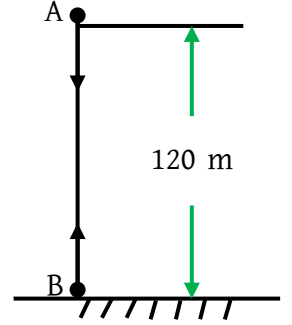
$$\text{বা, } t^2 - 16t - 5t + 80 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t(t - 16) - 5(t - 16) &= 0 \\ \text{বা, } (t - 16)(t - 5) &= 0 \\ t - 16 &= 0 & t - 5 &= 0 \\ \text{বা, } t &= 16s & \text{বা, } t &= 5s \end{aligned}$$

অতএব, যাবার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে দুইবার অতিক্রম করবে। প্রথমবার 5s পরে এবং দ্বিতীয় বার 16s পরে প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে অতিক্রম করবে।

### প্রশ্ন ৩।

চিত্রে একটি বস্তু A-কে 120m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। একই সময় অপর একটি বস্তু B-কে  $19.6ms^{-1}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।



- (ক) মাত্রা কাকে বলে?  
(খ) তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।  
(গ) 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।  
(ঘ) ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যুক্তি দাও।

### সমাধান:

#### (ক) মাত্রা কাকে বলে?

কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে রাশিটির মাত্রা বলে।

#### (খ) তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

সময়ের ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে গতিশীল কোনো বস্তুর কোনো একটি বিশেষ মুহূর্তের দ্রুতিকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

যে কোনো মুহূর্তের প্রকৃত বা তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হলে আমাদেরকে অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব জানতে হবে। অতঃপর সেই দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হবে।

$$\text{অর্থাৎ তাৎক্ষণিক দ্রুতি} = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$$

#### (গ) 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

এখানে দেওয়া আছে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 0ms^{-1} \text{ [যেহেতু, বস্তুটি স্থির অবস্থানে ছিল]}$$

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

$$\text{সময়, } t = 1.8s$$

$$\text{আমরা জানি, } v = u + gt = 0 + 9.8ms^{-2} \times 1.8s$$

$$\therefore v = 17.64ms^{-1}$$

অতএব, 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ হবে  $17.64ms^{-1}$ ।

#### (ঘ) ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যুক্তি দাও।

মনে করি, B বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুটির সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময় t এবং

$$\text{সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষবেগ, } v = 0$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 19.6ms^{-1}$$

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

এখন, নিষ্কিন্তু বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ,

$$v = u - gt$$

$$\text{বা, } 0 = 19.6ms^{-1} - 9.8ms^{-2}$$

$$\text{বা, } 9.8ms^{-2} \times t = 19.6ms^{-1}$$

$$\therefore t = \frac{19.6ms^{-1}}{9.8ms^{-2}} = 2s$$

[যেহেতু সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠার পর বস্তুটির শেষবেগ  $v = 0ms^{-1}$ ]

এখন, মনে করি,  $2s$  এ বস্তুটি সর্বোচ্চ  $h$  উচ্চতা পর্যন্ত অতিক্রম করেছে।  
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} h &= ut - \frac{1}{2}gt^2 \\ &= 19.6ms^{-1} \times 2s - \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times (2s)^2 \\ &= 39.2m - 19.6m \\ \therefore h &= 19.6m \end{aligned}$$

আবার, মনে করি, A বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুটি  $h^1 = (120 - 19.6)m$  বা  $100.4 m$  নামতে প্রয়োজনীয় সময় হলে,  $t'$  এখন, আমরা জানি,

$$h' = ut' + \frac{1}{2}gt'^2 \quad [A \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u = 0ms^{-1}]$$

$$\text{বা, } 100.4m = 0 \times t' + \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times t'^2$$

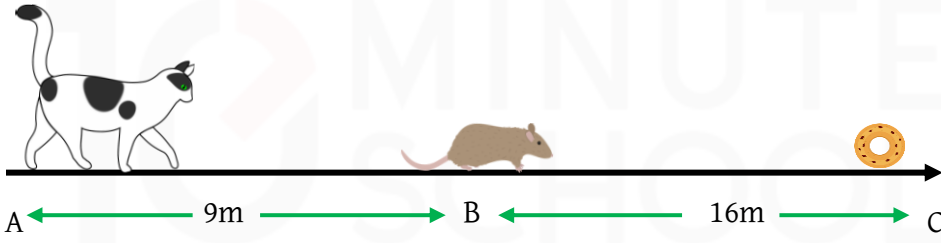
$$\text{বা, } 4.9 t'^2 = 100.4 s^2$$

$$\text{বা, } t'^2 = 20.94 s^2$$

$$\therefore t' = 4.572$$

এখানে, A বস্তুটির B বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতায় নামতে প্রয়োজনীয় সময়  $4.572s$ । এটি B বস্তুর বিচরণকাল  $2s \times 2 = 4s$  অপেক্ষা বেশি। এজন্য ভূমি ছাড়া A ও B বস্তুদ্বয় মিলিত হবে না।

#### প্রশ্ন ৪।



C অবস্থানে রক্ষিত রুটি সংগ্রহ করার জন্য একটি ইঁদুর B অবস্থান হতে  $0.4 ms^{-1}$  সমবেগে চলছে। A অবস্থানে বসে থাকা একটি বিস্তুল ইঁদুরকে লক্ষ্য করল এবং ইঁদুরটির আগেই রুটিটি সংগ্রহ করার জন্য  $0.02 ms^{-2}$  সমত্বরণে একই রাস্তা বরাবর ছুটে থাকল।  
[ঢাকা বোর্ড]

(ক) মেলিক রাশি কাকে বলে?

(খ) “বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না” - ব্যাখ্যা কর।

(গ) B অবস্থানে পৌঁছাতে বিড়ালটির কত বেগ প্রাপ্ত হতে হবে।

(ঘ) বিড়ালি পেছানোর পূর্বেই ইঁদুরটির পক্ষে রুটিটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

#### সমাধান:

(ক) মেলিক রাশি কাকে বলে?

যেসব রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ অর্থাৎ যে রাশিগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

(খ) “বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না” - ব্যাখ্যা কর।

আমরা জানি, সময়ের সাথে অসমবেগের পরিবর্তনই ত্বরণ। যদি কোন বস্তুর আদিবেগ  $u$ , শেষ বেগ  $v$  এবং সময়  $t$  হয় তবে বস্তুর ত্বরণ  $a = \frac{v-u}{t}$

কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে বস্তুর আদিবেগ ও শেষবেগ একই হলে অর্থাৎ  $v = u$  হলে ত্বরণ,  $a = \frac{u-u}{t} = \frac{0}{t} \therefore a = 0$

অর্থাৎ, বেগের পরিবর্তন না হলে বা সুস্থ বা সমবেগে যদি বস্তু চলতে থাকে তবে ঐ বস্তুটির ত্বরণ থাকে না। অতএব, আমরা বলতে পারি, সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়।

(গ) B অবস্থানে পৌঁছাতে বিড়ালটির কত বেগ প্রাপ্ত হতে হবে।

এখানে, দেওয়া আছে,

A বিন্দুতে বিড়ালের আদিবেগ  $u = 0$  [ $\therefore$  যেহেতু বিড়ালটি স্থির ছিল]

বিড়ালের ত্বরণ,  $a = 0.02ms^{-2}$

A বিন্দু থেকে B বিন্দুর দূরত্ব,  $s = 9m$

B বিন্দুতে বিড়ালের বেগ,  $v = ?$

ধরি, B বিন্দুতে পৌঁছাতে বিড়ালের সময় লাগে  $= t$  সেকেন্ড

এখন, আমরা জানি, সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে,  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$\text{বা, } 9m = 0 + \frac{1}{2} \times 0.02ms^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } 900s^2 = t^2$$

$$\text{বা, } t = \sqrt{900s}$$

$$\therefore t = 30s$$

আবার, B অবস্থায় পৌঁছে বিড়ালের বেগ  $v$  হলে,

আমরা জানি,  $v = u + at$

$$\text{বা, } V = 0 + 0.02ms^{-2} \times 30s = 0.6ms^{-1}$$

সুতরাং, B অবস্থায় পৌঁছাতে বিড়ালের বেগ  $0.6ms^{-1}$  হবে।

(ঘ) বিড়ালি পেছানোর পূর্বেই ইঁদুরটির পক্ষে রুটিটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

উদ্দীপক অনুসারে, ইঁদুরের পক্ষে তখনই রুটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে যখন ইঁদুরের BC দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়, বিড়ালের AC দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় অপেক্ষা কম হবে।

**সমাধান:**

এখন, ইঁদুরের ক্ষেত্রে: প্রশ্নানুসারে,

ইঁদুর (B) হতে রুটির (C) দূরত্ব  $s_1 = 16m$

ইঁদুরের বেগ,  $v = 0.4ms^{-1}$

মনে করি, B থেকে C বিন্দুতে পৌঁছাতে ইঁদুরের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_1$

আমরা জানি, সমবেগে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে,  $s_1 = vt_1$

$$t_1 = \frac{s_1}{v} = \frac{16m}{0.4ms^{-1}}$$

$$\therefore t_1 = 40s$$

বিড়ালের ক্ষেত্রে: প্রশ্নানুসারে,

বিড়াল থেকে রুটির দূরত্ব (AC)  $= s_2 = AB + BC = (9 + 16)m = 25m$

বিড়ালের ত্বরণ,  $a = 0.02ms^{-2}$

আবার মনে করি, A থেকে C বিন্দুতে যেতে বিড়ালের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_2$

এখন, আমরা জানি, সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে,  $s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{1}{2}at_2^2 \quad [\text{যেহেতু যাত্রার শুরুতে বিড়ালটি স্থির ছিল}]$$

$$\text{বা, } t_2 = \sqrt{\frac{2s_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 25m}{0.02ms^{-2}}} = 50s$$

$$\therefore t_2 = 50s$$

$$\therefore t_1 < t_2$$

রুটির কাছে ইঁদুরের পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_1$  অর্থাৎ, এখানে দেখা যাচ্ছে যে বিড়ালের প্রয়োজনীয় সময়  $t_2$  অপেক্ষা কম।

সুতরাং, ইঁদুরটি বিড়ালের আগেই C বিন্দুতে পৌঁছেছিল। তাই ইঁদুরটি বিড়াল পৌঁছানোর পূর্বেই রুটি সংগ্রহ করতে পেরেছিল।

**প্রশ্ন ৫।** সাকিব  $30ms^{-1}$  বেগে একটি ক্রিকেট বল খাড়া উপরের দিকে ছুড়ে মারল। অপরদিকে একজন ফিল্ডার 40m দূর থেকে  $2ms^{-2}$  ত্বরণে স্থির অবস্থান থেকে বলটিকে ধরার জন্য দৌড় শুরু করল। [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]

(ক) বেগ কাকে বলে?

(খ) বস্তুর গড়বেগ শূণ্য হলেও গড় দ্রুতি শূণ্য হয় না ব্যাখ্যা কর।

(গ) বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা নির্ণয় কর।

(ঘ) ভূমিতে পতিত হওয়ার পূর্ব মুহূর্তে ফিল্ডার বলটিকে ধরতে পারবে কী না - গাণিতিকভাবে দেখাও।

**সমাধান:**

**(ক) বেগ কাকে বলে?**

সময়ের সাথে কোনো বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।

**(খ) বস্তুর গড়বেগ শূণ্য হলেও গড় দ্রুতি শূণ্য হয় না ব্যাখ্যা কর।**

কোনো বস্তু একটি বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার যদি সেই বিন্দুতে ফিরে আসে তাহলে সরণ শূণ্য।

আমরা জানি, গড়বেগ,  $= \frac{\text{মোট সরণ}}{\text{সময়}}$

এক্ষেত্রে যেহেতু মোট সরণ শূণ্য, তাই গড়বেগও শূণ্য।

কিন্তু, গড় দ্রুতি  $= \frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

এক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব শূণ্য হয় না। তাই গড় দ্রুতিও শূণ্য হয় না। সুতরাং কোনো বস্তুর গড় বেগ শূণ্য হলেও গড় দ্রুতি শূণ্য নাও হতে পারে।

**(গ) বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা নির্ণয় কর।**

এখানে, আদিবেগ,  $u = 30ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8ms^{-2}$

বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা,  $H = ?$

$$v = u^2 - 2gh \quad [v = 0]$$

$$u^2 = 2gh$$

$$h = \frac{u^2}{2g}$$

আমরা জানি,  $h = \frac{u^2}{2g}$

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

**(ঘ) ভূমিতে পতিত হওয়ার পূর্ব মুহূর্তে ফিল্ডার বলটিকে ধরতে পারবে কী না - গাণিতিকভাবে দেখাও।**

এখানে, আদিবেগ,  $u = 30ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8ms^{-2}$

আমরা জানি, বিচরণকাল,  $T' = \frac{2u}{g}$

$$= \frac{2 \times 30ms^{-1}}{2 \times 9.8ms^{-2}} = 6.122s$$

T সময়ে ফিল্ডারের অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = u't + \frac{1}{2}aT^2$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times (6.122s)^2$$

কিন্তু উদ্দীপক অনুসারে, ব্যাটম্যান হতে ফিল্ডারের দূরত্ব 40m। যেহেতু  $s < 40m$  অতএব ভূমিতে পতিত হবার পূর্ব মুহূর্তে ফিল্ডার বলটি ধরতে পারবে না।

**প্রশ্ন ৬।**

সময়, t(s)	0	4	8	12	16	20	24
বেগ, v ( $ms^{-1}$ )	0	8	16	16	16	8	0

উপরের ছকে একটি চলন্ত গাড়ির বিভিন্ন সময়ের বেগের মানের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

- (ক) জড়তা কাকে বলে?  
 (খ) বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমবেগে চলতে পারে কি-না? ব্যাখ্যা কর।  
 (গ) উদ্দীপকের আলোকে সুষমবেগে গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।  
 (ঘ) গাড়িটির ত্বরণ ও মন্দনের মান সমান হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

**সমাধান:**

**(ক) জড়তা কাকে বলে?**

ভর হলো বস্তুর জড়তার পরিমাপক। কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

**(খ) বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমবেগে চলতে পারে কি-না? ব্যাখ্যা কর।**

বৃত্তাকার পথে চলমান কোন বস্তু সমবেগে চলতে পারে না।

কোনো গতিশীল বস্তুকণার বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকলে সেই বস্তুর বেগকে সমবেগ বলে। কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে চলে তার বেগ সমবেগে থাকে। বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর বেগের মান অপরিবর্তিত থাকলেও বেগের দিক প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়। বৃত্তাকার পথে চলা কালে প্রতিমুহূর্তে বেগ বৃত্তাকার পথের স্পর্শক বরাবর কাজ করে। তাই বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তু সমবেগে চলতে পারে না।

**(গ) উদ্দীপকের আলোকে সুষমবেগে গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।**

উদ্দীপক হতে দেখা যায় যে,  
 গাড়িটি ১ম (0 - 8)s সুসম ত্বরণে পরের (8 - 16)s সমবেগে এবং শেষ (16 - 24)s সমমন্দনে চলে।

অর্থাৎ, এখানে সুষমবেগ,  $v = 16ms^{-1}$

এবং সময়  $t = (16-8)s = 8s$

এখন, সুষমবেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s$  হলে,

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

অতএব, সুষম বেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব 128m।

**(ঘ) গাড়িটির ত্বরণ ও মন্দনের মান সমান হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।**

উদ্দীপকে প্রদত্ত ডাটা হতে আমরা পাই,

গাড়িটি ১ম 0s থেকে 8s পর্যন্ত ত্বরণে এবং 16s থেকে 24s পর্যন্ত সমমন্দনে চলে,

এখানে, আদিবেগ,  $u_1 = 0$

শেষ বেগ,  $v_1 = 16ms^{-1}$

সময়,  $t_s = 8s$

$$\text{এখন } (0 - 8)s \text{ এ সুষম ত্বরণ, } a_1 = \frac{v_1 - u_1}{t_1} \\ = \frac{(16-0)ms^{-1}}{8s} \\ = 2ms^{-2}$$

আবার, এখানে, আদিবেগ,  $u_2 = 16ms^{-1}$

শেষ বেগ,  $v_2 = 16ms^{-1}$

সময়,  $t_2 = (24 - 16)s = 8s$

শেষোক্ত (16 - 24)s এ মন্দন  $a_2$  হলে,

$$a_2 = \frac{v_2 - u_2}{t_2} \\ = \frac{(0-16)ms^{-1}}{8s}$$

$$\therefore a_2 = -2ms^{-2}$$

$$\therefore \text{মন্দন } 2ms^{-2}$$

এখানে দেখা যাচ্ছে যে,  $a_1 = a_2$ , অর্থাৎ, ত্বরণ = মন্দন।

$\therefore$  গাড়িটির ত্বরণ ও মন্দন সমান।

**প্রশ্ন ৭।** বন্দুক থেকে একটি গুলি  $300ms^{-1}$  বেগে বেড়িয়ে গিয়ে একটি কাঠের তাকায় আঘাত করে। 4cm যাওয়ার পরে বেগ অর্ধেক হারায়। তার পুরুত্ব 6cm।

- (ক) সরণ, গতি, ত্বরণ, সময় ইত্যাদির সংজ্ঞা প্রদান করেন কোন বিজ্ঞানী?  
 (খ) সরণ গতিপথের উপর নির্ভর করে না কেন? ব্যাখ্যা কর।  
 (গ) গুলিটি সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি?  
 (ঘ) যদি গুলিটি অর্ধেক পুরুত্ব গিয়ে দুই তৃতীয়াংশ বেগ হারায় তাহলে সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি-না গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর।

**সমাধান:**

**(ক) সরণ, গতি, ত্বরণ, সময় ইত্যাদির সংজ্ঞা প্রদান করেন কোন বিজ্ঞানী?**

বিজ্ঞানী গ্যালিলিও সরণ, গতি, ত্বরণ, সময়, ইত্যাদির সংজ্ঞা প্রদান করেন।

**(খ) সরণ গতিপথের উপর নির্ভর করে না কেন? ব্যাখ্যা কর।**

আমরা জানি, নির্দিষ্ট দিকে কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারই হলো সরণ। সরণ, ভেক্টর রাশি। কোন বস্তুর আদিঅবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী দূরত্বই হলো- সরণ, অর্থাৎ কোন বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় কোথায় ছিলো আর কোথায় গিয়েছে তার মধ্যবর্তী দূরত্বই সরণ। তাই সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

**(গ) গুলিটি সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি?**

দেওয়া আছে, গুলিটির আদিবেগ,  $u = 300ms^{-1}$

সরণ,  $s = 40cm = 0.04m$

শেষ বেগ,  $v = \frac{u}{2} = \frac{300}{2}ms^{-1} = 150ms^{-1}$

এখন, আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2as$

বা,  $a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{(150ms^{-1})^2 - (300ms^{-1})^2}{2 \times 0.04m}$

বা,  $a = -843750ms^{-2}$  [-Ve চিহ্ন, নির্দেশ করে গুলিটির মন্দন হয়েছে। অর্থাৎ সময়ের সাথে সাথে গুলিটির বেগ হ্রাস পেয়েছে]

এখন, গুলির অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_1$  হলে,  
 আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as_1$  এক্ষেত্রে, শেষ বেগ,  $v_1' = 0ms^{-1}$

বা,  $s_1 = \frac{v_1'^2 - u^2}{2a}$

বা,  $s_1 = \frac{(0ms^{-1})^2 - (300ms^{-1})^2}{2 \times (-843750)}$

এখানে  $s_1 < 6cm$ , অর্থাৎ, গুলিটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব তার দূরত্ব অপেক্ষা কম।  
 অতএব, গুলিটি সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে না।

**(ঘ) যদি গুলিটি অর্ধেক পুরুত্ব গিয়ে দুই তৃতীয়াংশ বেগ হারায় তাহলে সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে পারবে কি-না গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর।**

উদ্দীপক অনুসারে, গুলিটির আদিবেগ,  $u = 300ms^{-1}$

এখন, সেহেতু বলা হয়েছে অর্ধেক পুরুত্ব যায় এক্ষেত্রে,

সরণ,  $s' = \frac{6}{2}cm = 3cm = 0.03m$

এবং সেহেতু অর্ধেক পুরুত্ব যাওয়ার পর দুই-তৃতীয়াংশ বেগ হারায় সেহেতু,

শেষ বেগ,  $v' = \left(u - \frac{2u}{3}\right) = \frac{u}{3} = \frac{300ms^{-1}}{3} = 100ms^{-1}$

এক্ষেত্রে ত্বরণ যদি  $a'$  হয়, তাহলে

আমরা জানি,  $v'^2 = u^2 + 2as'$

বা,  $a' = \frac{v'^2 - u^2}{2s'} = \frac{(100ms^{-1})^2 - (300ms^{-1})^2}{2 \times 0.03m} = -1.33 \times 10^6ms^{-2}$

সেহেতু, গুলিটি মোট দুরত্ব অতিক্রম করার পর থেমে যায় সেহেতু, শেষ বেগ,  $v'_1 = 0ms^{-1}$

আবার, গুলির অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব  $s^{2'}$  হলে,

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

বা,  $s_2' = \frac{v_1'^2 - u^2}{2a}$

বা,  $s_2' = \frac{(0ms^{-1})^2 - (300ms^{-1})^2}{2 \times (-1.33 \times 10^6 ms^{-2})} = 0.03375m = 3.375 cm$

এখানে,  $s_2 < 6$  অর্থাৎ, এক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব তার দূরত্ব অপেক্ষা ছোট। অতএব, গুলিটি অর্ধেক দূরত্ব গিয়ে দুই-তৃতীয়াংশ বেগ হারালে সম্পর্ক তকত ভদ করত পরব না।

**প্রশ্ন ৮।** একটি গাড়ি স্থির অবস্থা হতে সুসম ত্বরণে যাত্রা শুরু করে এবং  $t = 20 s$  সময়ে 400m পথ অতিক্রম করে।

(ক) স্পন্দন গতি কী?

(খ) ঘড়ির কাঁটার গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলা হয় কেন?

(গ) গাড়িটি অর্ধেক সময়ে কতটুকু পথ অতিক্রম করেছিল?

(ঘ) গাড়িটি অর্ধেক পথ অতিক্রম করতে  $\frac{t}{\sqrt{2}}$  সময় নেয়- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

**সমাধান:**

(ক) স্পন্দন গতি কী?

পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বগতির বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিই স্পন্দন গতি।

(খ) ঘড়ির কাঁটার গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলা হয় কেন?

যে গতিতে কোনো বস্তু তার গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তাই পর্যায় বৃত্ত গতি। ঘড়ির কাঁটা একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর (60 s, 60 minute, 12 hr) গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে অতিক্রম করে। তাই পর্যায়বৃত্ত গতির সংজ্ঞানুসারে ঘড়ির কাঁটার গতি একটি পর্যায়বৃত্ত গতি।

(গ) গাড়িটি অর্ধেক সময়ে কতটুকু পথ অতিক্রম করেছিল?

দেওয়া আছে, দূরত্ব,  $s = 400m$ ; সময়  $t = 20s$ ; আদিবেগ,  $u = 0ms^{-1}$

ধরা যাক, গাড়িটির ত্বরণ  $a$

এখন, আমরা জানি,  $\therefore s = ut + \frac{1}{2}at^2$

বা,  $s = 0 + \frac{1}{2}a \times (20s)^2$

বা,  $a = \frac{2 \times 400m}{(20s)^2}$

এখন, গাড়িটি অর্ধেক সময়ে অর্থাৎ, 10s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

এখানে,  $t' = 10 s$

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

$u = 0ms^{-1}$

$$\therefore s' = 100m$$

$a = 2ms^{-2}$

অতএব, গাড়িটি অর্ধেক সময়ে 100m পথ অতিক্রম করেছিল।

(ঘ) গাড়িটি অর্ধেক পথ অতিক্রম করতে  $\frac{t}{\sqrt{2}}$  সময় নেয়- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

মনে করি, গাড়িটির অর্ধেক পথ অর্থাৎ  $\frac{400}{2} = 200m$  পথ অতিক্রমণে প্রয়োজনীয় সময়  $t''$  অর্থাৎ,  $s'' = 200m$ ;  $t'' = ?$

এখন, আমরা জানি,

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

বা,  $200m = 0 + \frac{1}{2} \times 2ms^{-2} \times t''^2$

[শুরুতে গাড়িটি স্থির ছিল তাই আদিবেগ,  $v = 0ms^{-1}$ ]

বা,  $t''^2 = 200s^2$

বা,  $t''^2 = \sqrt{200s}$

বা,  $t''^2 = \frac{\sqrt{400}}{\sqrt{2}}s$



বা,  $t'' = \frac{20}{\sqrt{2}} s$

বা,  $t'' = \frac{t}{\sqrt{2}}$  [t=20s]

এখানে দেখা যাচ্ছে যে,  $t'' = \frac{t}{\sqrt{2}}$  সুতরাং, বলা যায় যে, গাড়িটি অর্ধেক পথ অতিক্রম করতে  $\frac{t}{\sqrt{2}}$  সময় নেয়।

**প্রশ্ন ৯।**  $10ms^{-1}$  আদি বেগে চলন্ত মোটরসাইকেলের এক ছিনতাইকারী একটি মহিলার হাতব্যাগ ছিনতাই করে  $2ms^{-2}$  ত্বরণে পালাবার সময় 25 mm পিছনে থাকা পুলিশ ছিনতাইকারীকে ধাওয়া করল। পুলিশের সর্বোচ্চ বেগ  $20ms^{-1}$

(ক) গড় দ্রুতি কাকে বলে?

(খ) বেগ ও দ্রুতির ৩ টি পার্থক্য লিখ।

(গ) যখন উভয়ের বেগ সমান তখন ছিনতাইকারীর দূরত্ব কত?

(ঘ) পুলিশ কি ছিনতাইকারীকে ধরতে সক্ষম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

**সমাধান:**

**(ক) গড় দ্রুতি কাকে বলে?**

বস্তু যদি সুসম গতিতে না চলে তাহলে তার অতিক্রান্ত মোট দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করলে গড়ে প্রতি একক সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব পাওয়া যায়। একে গড় দ্রুতি বলে।

**(খ) বেগ ও দ্রুতির ৩ টি পার্থক্য লিখ।**

বেগ	দ্রুতি
১। সময়ের সাথে বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।	১। সরল বা বক্রপথে সময়ের সাথে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।
২। বেগ ভেক্টর রাশি।	২। দ্রুতি স্কেলার রাশি।
৩। নির্দিষ্ট দিকে দ্রুতিই বেগ।	৩। বস্তুর বেগের মানই দ্রুতি।

**(গ) যখন উভয়ের বেগ সমান তখন ছিনতাইকারীর দূরত্ব কত?**

উদ্দীপক অনুযায়ী,

দেওয়া আছে,

ছিনতাইকারীর আদিবেগ  $u = 10ms^{-1}$

ত্বরণ,  $a = 2ms^{-2}$

এবং পুলিশের সমবেগ,  $v = 20ms^{-1}$

যেহেতু, পুলিশের সমবেগ পরিবর্তিত হবে না সেহেতু পুলিশ ও ছিনতাইকারী উভয়ের বেগ সমান হতে হলে ছিনতাইকারীর বেগ,  $v = 20ms^{-1}$  হতে হবে,

এখন, ছিনতাইকারীর অভিক্রান্ত দূরত্ব  $s$  হলে,

আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2as$

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

$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{(20ms^{-1})^2 - (10ms^{-1})^2}{2 \times 2ms^{-2}} = 75m$

অতএব, এখানে দেখা যাচ্ছে যে, যখন উভয়ের বেগ সমান তখন ছিনতাইকারীর কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব 75 m

**(ঘ) পুলিশ কি ছিনতাইকারীকে ধরতে সক্ষম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।**

ধরি, দৌড় শুরু করার  $t$  সেকেন্ড পর  $s_1$  দূরত্বে পুলিশ ছিনতাইকারীকে ধরতে পারবে,

এখানে, পুলিশের সমবেগ,  $v = 20ms^{-1}$

আমরা জানি,  $\therefore s_1 = vt$

আবার,  $t$  সময়ে ছিনতাইকারীর কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_2$  হলে,

আমরা জানি,  $s_2 = ut + \frac{1}{2}at^2$

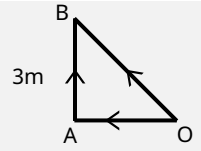
প্রথমতে,  $s_1 - 25 = s_2$  [যেহেতু, পুলিশ ছিনতাইকারীর 25m পিছনে ছিল]  
 বা,  $vt - 25 = ut + \frac{1}{2}at^2$  [যেহেতু, পুলিশ সমবেগে ছিল তাই  $s_1 = vt$  এবং ছিনতাইকারীর ত্বরণে ছিল তাই  $s_2 = ut + \frac{1}{2}vt^2$ ]  
 বা,  $20t - 25 = 10t + \frac{1}{2} \times 2 \times t^2$   
 বা,  $t^2 - 10t + 15 = 0$   
 বা,  $(t - 5)^2 = 0$   
 বা,  $t - 5 = 0$   
 $\therefore t = 5s$   
 অর্থাৎ, পুলিশ এবং ছিনতাইকারী দেড় শুরু করার 5s পর এক জায়গায় মিলিত হবে।  
 অতএব, দৌড় শুরুর 5s পর পুলিশ ছিনতাইকারীকে ধরতে পারবে।

### ❓ বহুনির্বাচনী (MCQ)

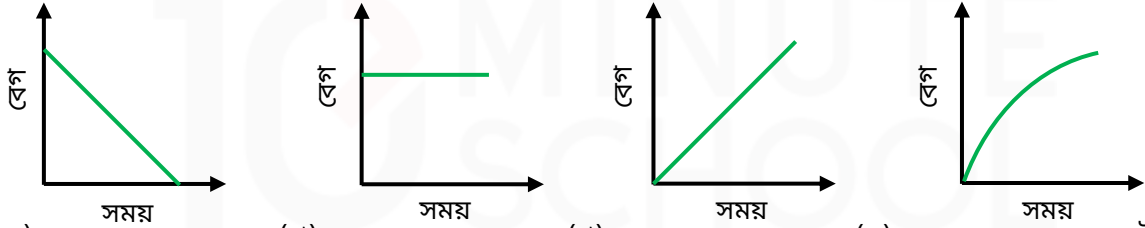
০১। একটি বস্তু একটি স্থান থেকে 4m সোজা পূর্বদিকে গিয়ে সেখান থেকে সোজা উত্তর দিকে 3 m অতিক্রম করল।  
 বস্তুটির দূরত্ব ও সরণের পার্থক্য কত মিটার? [দি. বো. '১৬]  
 (ক) 7 (খ) 5 (গ) 2 (ঘ) 1 উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: অতিক্রান্ত দূরত্ব = 4 + 3 m  
 = 7

$\therefore$  সরণ,  $OB = \sqrt{OA^2 + AB^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5m$   
 পার্থক্য = 7-5=2m



০২। নিচের বেগ-সময় লেখচিত্রের কোনটি মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর লেখচিত্র নির্দেশ করে?



(ক) (খ) (গ) (ঘ) উত্তর:গ

০৩। একটি বাক্সকে ধাক্কা দিলে এটি না উলটিয়ে যে গতি লাভ করে তা- [য. বো. '১৫]

(ক) স্পন্দন গতি (খ) চলন গতি (গ) পর্যায় গতি (ঘ) ঘূর্ণন গতি উত্তর:খ

০৪। একটি গাড়ির বেগ  $30ms^{-1}$  থেকে সুস্থভাবে হ্রাস পেয়ে 5s পরে  $10ms^{-1}$  হয় গাড়িটির ত্বরণ কত? [রা. বো. '১৫]

(ক)  $-8ms^{-2}$  (খ)  $8ms^{-2}$  (গ)  $-4ms^{-2}$  (ঘ)  $4ms^{-2}$  উত্তর:গ

ব্যাখ্যা: এখানে,  $u = 30ms^{-1}$ ,  $v = 10ms^{-1}$ ,  $t = 5s$

আমরা জানি,  $a = \frac{v-u}{t}$

বা,  $a = \frac{10-30}{5} = -4ms^{-2}$

০৫। মস্তভাবে পড়ন্ত সকল বস্তু-

- সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে
- ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছে
- এর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর:খ

নিচে একটি গাড়ির নির্দিষ্ট সময় পর পর তার সরণের একটি সারণি দেওয়া হল-

সময়, t(s)	0	10	20	30	40
বেগ, v ( $ms^{-1}$ )	0	5	10	10	5

উদ্দীপকের আলোকে ৬ ও ৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

০৬। যাত্রার 10 s পর গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত?

(ক) 50m

(খ) 25m

(গ) 5m

(ঘ) 2m

[দি. বো. '১৫]

উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: এখানে,  $u = 0, v = 5, t = 10s$

আমরা জানি,  $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

বা,  $s = \frac{0+5}{2} \times 10 = 25m$

০৭। স্থির অবস্থান হতে প্রতি 10 সেকেন্ড পর পর গাড়িটির গতির প্রকৃতি সম্পর্কে নিচের কোনটি সত্য?

[দি. বো. '১৫]

(ক) সমত্বরণ, সমবেগ ও সমমন্দন

(খ) সমবেগ, সমত্বরণ ও সমবেগ

(গ) সমবেগ, সমত্বরণ ও সমমন্দন

(ঘ) সমত্বরণ, সমমন্দন ও সমবেগ

উত্তর:ক

০৮। চলন্ত ট্রেনে দুই বস্তু যদি মুখোমুখি বসে থাকে, তবে একজনের সাপেক্ষে অন্যজনের অবস্থানকে কী বলে?

(ক) আপেক্ষিক স্থিতি

(খ) আপেক্ষিক গতি

(গ) পরম স্থিতি

(ঘ) পরম গতি

উত্তর:ক

০৯। নিচের কোনটি পর্যায়বৃত্ত গতির উদাহরণ?

(ক) সোজা রাস্তায় গাড়ির গতি

(খ) টেবিলের উপর বইয়ের গতি

(গ) ঘড়ির কাঁটার গতি

(ঘ) ঘড়ির কাঁটার গতি

উত্তর:গ

১০। নিচের কোনটি স্কেলার রাশি?

(ক) তড়িৎ তীব্রতা

(খ) ওজন

(গ) তাপমাত্রা

(ঘ) মন্দন

উত্তর:গ

১১। কোন বস্তু 50 সেকেন্ডে 100 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করলে তার দ্রুতি কত হবে?

(প্রয়োগ)

(ক)  $50ms^{-1}$

(খ)  $100ms^{-1}$

(গ)  $4ms^{-1}$

(ঘ)  $2ms^{-1}$

উত্তর:ঘ

ব্যাখ্যা: এখানে, সময়  $t = 50s$  এবং দূরত্ব,  $s = 100m$

আমরা জানি, দ্রুতি =  $\frac{দূরত্ব}{সময়} = \frac{100m}{50s} = 2ms^{-1}$

১২। একটি বস্তু বৃত্তাকার পথে একবার ঘুরে আসলে তার সরণ কত?

(অনুধাবন)

(ক) 0

(খ)  $\pi r^2$

(গ)  $2r$

(ঘ)  $2\pi r$

উত্তর:ক

ব্যাখ্যা: প্রশ্নানুসারে, চিত্রের A বিন্দু থেকে কোনো বস্তু যখন ঘুরে

আবার A বিন্দুতে আসে তখন বস্তুর সরণ শূন্য হয়।



১৩। একটি রাইফেল থেকে  $1000ms^{-1}$  বেগে  $0.01kg$  ভরের একটি বুলেট ছোড়া হলো। রাইফেল এর ভর যদি  $2kg$  হয়, তবে এর পশ্চাৎ বেগ কত?

(প্রয়োগ)

(ক)  $5ms^{-1}$

(খ)  $-5ms^{-1}$

(গ)  $20ms^{-1}$

(ঘ)  $-2ms^{-1}$

উত্তর:খ

ব্যাখ্যা: রাইফেলের ভর,  $M=2g$ , গুলির ভর,  $m=0.01kg$ , বেগ,  $1000ms^{-1}$

রাইফেলের পশ্চাৎ বেগ  $V$  হলে, আমরা জানি,  $MV = mv = 0$

$$\text{বা, } V = \frac{mv}{M} = -\frac{0.01kg \times 1000ms^{-1}}{2g}$$

$$\therefore V = -5ms^{-1}$$

সুতরাং, পশ্চাৎ বেগ =  $-5ms^{-1}$

১৪। সমত্বরণে উপদিকে চলন্ত লিফটে আরোহী নিজেকে মনে করে-।

(প্রয়োগ)

(ক) হালকা

(খ) ওজনহীন

(গ) ভারী

(ঘ) স্বাভাবিক

উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

কোন বস্তুর ভর,  $m$  এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g$  হলে, বস্তুর ওজন =  $mg$

যদি  $a$  সমত্বরণে বস্তুটি চলন্ত লিফটে উপরের দিকে উঠে তাহলে লিফটের ভিতরে ত্বরণ =  $g - (-a) = (g+a)$

অতএব,

লিফটের ভিতরে বস্তুর ওজন =  $m(g+a)$  যা বস্তুর প্রাথমিক ওজনের চেয়ে বেশি। তাই সমত্বরণে উপরের দিকে চলন্ত লিফটে আরোহী নিজেকে ভারী মনে করে।

১৫।  $L - T^2$  লেখাটি কেমন হবে?

(প্রয়োগ)

(ক) বক্ররেখা

(খ) সরলরেখা

(গ) বৃত্তাকার

(ঘ) অধিবৃত্ত

উত্তর: খ

১৬।  $10ms^{-1}$  সমবেগে চলমান  $1kg$  বস্তুর দ্বরণ অত? (প্রয়োগ)  
(ক)  $0ms^{-2}$  (খ)  $10ms^{-2}$  (গ)  $9.8ms^{-2}$  (ঘ)  $98ms^{-2}$  উত্তর: ক

**ব্যাখ্যা:** দ্বরণ হলো বস্তুর অসমবেগের পরিবর্তনের হার। যেহেতু সমবেগে বস্তুর বেগ অপরিবর্তিত থাকে সেহেতু সমবেগে চলমান বস্তুর দ্বরণ সর্বদা শূন্য হবে।

১৭। স্থির অবস্থান থেকে সুষম দ্বরণে চলতে থাকা কোনো বস্তুর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দক্ষতা)  
(ক)  $v \propto t$  (খ)  $v \propto s$  (গ)  $s \propto t$  (ঘ)  $v^2 \propto \sqrt{s}$  উত্তর: ক

**ব্যাখ্যা:** গতির সমীকরণ থেকে পাই,  
 $v = u + at$   
 $v = at$ ; যেহেতু স্থির অবস্থান থেকে চলমান  
আবার, সুষম দ্বরণে চলমান বলে বস্তুর দ্বরণ ধ্রুব থাকে। অর্থাৎ,  $v \propto t$

১৮। একটি রাইফেলের গুলি কেবল  $0.5 m$  পুরু একটি তক্তাকে ভেদ করতে পারে। গুলির বেগ দ্বিগুণ করা হলে এরূপ কতটি তক্তা ভেদ করতে পারবে? (প্রয়োগ)  
(ক) ২ টি (খ) ৩ টি (গ) ৪ টি (ঘ) ৫ টি উত্তর: গ

**ব্যাখ্যা:** গুলির ভর,  $m$  এবং বেগ,  $v$  হলে  $0.5m$  পুরু একটি তক্তা ভেদ করতে গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2}mv^2$   
যদি বেগ দ্বিগুণ হয়,  $E_{\mu_2} = \frac{1}{2}m(2v)^2 = 4 \times \frac{1}{2}mv^2$  অর্থাৎ,  $E_{\mu_2} = 4 \times E_{k_1}$   
অতএব, গুলির বেগ দ্বিগুণ হলে  $0.5 m$  এর চারটি তক্তা ভেদ করতে পারবে।  
অর্থাৎ,  $[বেগ]^2$  অতিক্রান্ত তক্তার সংখ্যা।  $\therefore v^2 = n$

১৯। নিচের কোনটি অভিকর্ষ বল? (অনুধাবন)  
(ক) দুইটি ইটের মধ্যবর্তী বল (খ) মানুষ ও গাছের মধ্যবর  
(গ) পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী বল (ঘ) সূর্য ও চাঁদের মধ্যবর্তী বল উত্তর: খ  
(প্রয়োগ)

২০। ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ দ্বরণ  $g$  এর রাশিমালা কোনটি?  
(ক)  $g = \frac{GR}{M^2}$  (খ)  $g = \frac{GM}{R^2}$  (গ)  $g = \frac{RM}{G^2}$  (ঘ)  $g = \frac{GR^2}{M}$  উত্তর: খ  
২১।  $g$  এর আদর্শ মান কত? (জ্ঞান)  
(ক)  $9.90665ms^{-2}$  (খ)  $9.70665 ms^{-2}$  (গ)  $9.80665ms^{-2}$  (ঘ)  $9.50665ms^{-2}$  উত্তর: গ

**ব্যাখ্যা:** ভূ-পৃষ্ঠে সর্বত্র  $g$ -এর মান সমান নয় বলে  $45^\circ$  অক্ষাংশে সমুদ্র সমতলে  $g$ -এর মানকে আদর্শ মান ধরা হয়।  $g$ -এর আদর্শ মান  $9.80665ms^{-2}$ । হিসেবের সুবিধার জন্য আদর্শ মান ধরা হয়  $9.8ms^{-2}$  বা  $9.81ms^{-2}$ ।

২২। নিচের কোনটি সঠিক? (প্রয়োগ)  
(ক)  $h \propto \sqrt{t}$  (খ)  $h \propto t$  (গ)  $h \propto \frac{1}{t^2}$  (ঘ)  $h \propto t^2$  উত্তর: ঘ

**ব্যাখ্যা:** পড়ন্ত বস্তুর ওয় সূত্র মতে,  
“স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব ( $h$ ) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের ( $t$ ) বর্গের সমানুপাতিক” অর্থাৎ,  $h \propto t^2$

২৩। রৈখিকভাবে গতিশীল বস্তু—  
i. সরলরেখা বরাবর গতিশীল  
ii. এর গতি সরলরেখার উপর সীমাবদ্ধ  
iii. কোন নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে বস্তুকণার দূরত্ব অপরিবর্তিত থাকে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: ক

**ব্যাখ্যা:** কোনো বস্তু যদি একটি সরলরেখা বরাবর গতিশীল হয় অর্থাৎ কোনো বস্তুর গতি যদি একটি সরল রেখায় সীমাবদ্ধ থাকে, তাহলে তার গতিকে রৈখিক গতি বলে।

২৪। ঘড়ির কাঁটার গতি হচ্ছে—  
i. ঘূর্ণন গতি  
ii. চলন গতি  
iii. পর্যায়বৃত্ত গতি  
নিচের কোনটি সঠিক?  
(ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: খ

২৫। স্থির অবস্থান থেকে একটি কণা  $5\text{cms}^{-2}$  সমত্বরণে কোন নির্দিষ্ট সরলরেখা বরাবর চলছে -

- i.  $3\text{s}$  এর পর বেগ  $15\text{ms}^{-1}$
- ii.  $4\text{s}$  এর পর বেগ  $22\text{ms}^{-1}$
- iii.  $3\text{s}$  এর পর বেগ  $22.5\text{cm}$

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: সমত্বরণে  $a = 5\text{cms}^{-2}$  এবং আদিবেগ না থাকায়,

$$t_1 = 4\text{s} \text{ পর বেগ, } v = at_1 = 5 \times 4 = 20\text{cms}^{-1}$$

$$t_2 = 3\text{s} \text{ পর বেগ, } v = at_2 = 5 \times 3 = 15\text{cms}^{-1}$$

২৬।  $54\text{kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত গাড়িতে  $5\text{s}$  যাবত  $4\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে গাড়িটির -

- i. শেষ বেগ  $35\text{ms}^{-1}$
- ii. অতিক্রান্ত দূরত্ব  $125\text{m}$
- iii. আদিবেগ  $15\text{ms}^{-1}$

নিচের কোনটি সঠিক?

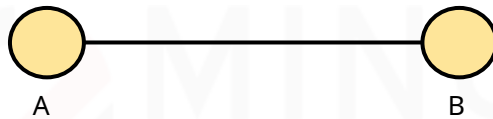
- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: আদিবেগ,  $u = 54\text{kmh}^{-1} = \frac{54 \times 1000}{3600} \text{ms}^{-1}$

অর্থাৎ,  $u = 15\text{ms}^{-1}$ , সময়,  $t = 5\text{s}$ , ত্বরণ,  $a = 4\text{ms}^{-2}$

শেষ বেগ,  $v = u + at = 15 + 4 \times 5 = 35\text{ms}^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 15 \times 5 + \frac{1}{2} \times 4 \times 5^2 = 125\text{m}$



❖ একটি বস্তু A অবস্থান থেকে B অবস্থানে  $7\text{s}$  এ স্থানান্তরিত হয়। এ সময় বস্তুটির বেগ  $3\text{ms}^{-1}$  থেকে  $31\text{ms}^{-1}$  এ উন্নিত হয়।

উদ্দীপকের আলোকে ২৭ ও ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৭। মিটার/ সেকেন্ড<sup>২</sup> এককে বস্তুটির ত্বরণ কত?

- (ক) 1.0 (খ) 2.0 (গ) 3.0 (ঘ) 4.0 (প্রয়োগ) উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,  $a = \frac{v-u}{t} = \frac{31-3}{7} = 4\text{ms}^{-2}$

২৮। উক্ত সময়ে বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব কত হবে?

- (ক) 45 m (খ) 47 m (গ) 49 m (ঘ) 119 m (প্রয়োগ) উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: দূরত্ব নির্ণয়ের সূত্র:  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

যেখানে,  $u$  = বস্তুর আদিবেগ,  $t$  = দূরত্বের অতিক্রান্ত সময়,  $a$  = ত্বরণ।

প্রশ্নে উল্লেখিত মানগুলো উপর্যুক্ত সূত্রে বসালে সঠিক মান 119 m পাওয়া যাবে।

A m উচ্চ দালানের ছাদ থেকে কোন বস্তুকে ছেড়ে দিলে তা  $31.3\text{ms}^{-1}$  বেগে ভূমিকে আঘাত করে।

উদ্দীপকের আলোকে ২৭ ও ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৯। নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) বস্তুটি সুশম ত্বরণে পড়ে (খ) বস্তুটির বেগ  $31.3\text{ms}^{-1}$  (অনুধাবন)

(গ) বস্তুটি পড়ন্ত বস্তুর সূত্রকে সমর্থন করবে

(ঘ) বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব  $31.3\text{ms}^{-1}$

৩০। A এর মান কত?

- (ক) 5 m (খ) 31 m (গ) 50 m (ঘ) 100 m উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: এখানে,  $v = 31.3\text{ms}^{-1}$

$$g = 9.8\text{ms}^{-1}$$

$$u = 0$$

আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2gh$   
বা,  $2gh = v^2 - u^2$   
বা,  $h = \frac{v^2 - u^2}{2g} = 49.98 = 50m = A$

৩১। উদ্দীপকের তথ্য মতে—

- বস্তুটির আদিবেগ শূণ্য
- বস্তুটির শেষবেগ শূণ্য
- বস্তুটি অভিকর্ষজ বলের প্রভাবে পড়ে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

(উচ্চতর দক্ষতা)  
উত্তর: ঘ



৩২। কোন গাড়ির বেগ  $15ms^{-1}$  সুষমভাবে বৃদ্ধি পেয়ে 10s পরে  $75ms^{-1}$  হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত?

(ক)  $2ms^{-2}$

(খ)  $3ms^{-2}$

(গ)  $6ms^{-2}$

(ঘ)  $5ms^{-2}$

[সি. বো. '১৫]  
উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: এখানে,  $u = 15ms^{-1}$ ,  $t = 10s$ ,  $v = 75ms^{-1}$

আমরা জানি,  $a = \frac{v-u}{t}$

বা,  $a = \frac{75-15}{10} = 6ms^{-2}$

৩৩। 10 m ব্যাসবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে পরিধির এক-চতুর্থাংশ অতিক্রম করলে সরণ কত হবে?

(ক) 7.854 m

(খ) 7.071 m

(গ) 5 m

(ঘ) 2.5 m

[কু. বো. '১৫]  
উত্তর: ক

ব্যাখ্যা:  $\frac{1}{4} \times \pi r = \frac{1}{4} \times \pi \times 10$   
 $= 7.854m$

৩৪। মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু 1 সেকেন্ডে 0 m দূরত্ব অতিক্রম করলে 5 sec এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

(ক) 5 m

(খ) 15 m

(গ) 25 m

(ঘ) 75 m

উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: 1s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $3 = \frac{1}{2} \times a \times a^2$  [ $u = 0$ ]  
 $\therefore a = 6ms^{-2}$

$\therefore 5s$  পর দূরত্ব  $= \frac{1}{2} \times 6 \times (5)^2 = 75m$



৩৫। রনি ও রানার দ্রুতি যথাক্রমে  $3ms^{-2}$  এবং  $2ms^{-2}$  একই দিকে একই রেখা বরাবর চলতে থাকে 30s পর তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হবে? [মতিঝিল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

(ক) 30 m

(খ) 40 m

(গ) 60 m

(ঘ) 150 m

উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $s_1 - s_2$

$v_1t - v_2t = 30ms^{-2} \times 30s - 2ms^{-2} \times 30s$   
 $= 90m - 60m = 30m$

৩৬। স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত একটি গাড়িতে  $1.5ms^{-2}$  ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে এর বেগ  $18ms^{-1}$  হলে কত সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল? [গবর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, রাজশাহী]

(ক) 10 s

(খ) 12 s

(গ) 15 s

(ঘ) 27 s

উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: আদি বেগ,  $h = 0$ ; শেষ বেগ,  $v = 18ms^{-1}$ ; ত্বরণ,  $a = 1.5ms^{-2}$

$\therefore a = \frac{v-u}{t} = \frac{18-0}{1.5} = 12s$

৩৭। নিচের কোন রাশিগুলোর একক অভিন্ন?

(ক) দ্রুতি, সরণ (খ) সরণ, ত্বরণ (গ) দ্রুতি, বেগ (ঘ) দ্রুতি, ত্বরণ উত্তর: গ

৩৮। সোজা রাস্তায় স্থির অবস্থান থেকে একটি বাস  $10ms^{-2}$  ত্বরণে চলার সময় ৪০ম দূরত্বে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে? [হলি ক্রস উচ্চ বালিকা বিদ্যালয়, ঢাকা]

(ক)  $40ms^{-1}$  (খ)  $20ms^{-1}$  (গ)  $10ms^{-1}$  (ঘ)  $25ms^{-1}$  উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: বাসের আদিবেগ,  $u = 0$ ; ত্বরণ,  $a = 10ms^{-2}$

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

$$2 \times 10 \times 80 = 1600m^2s^{-2}$$

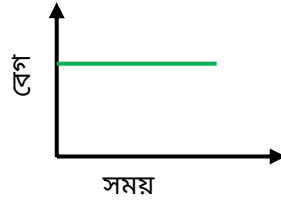
$$\therefore v = 40ms^{-1}$$

৩৯। সুষম বেগের উদাহরণ কোনটি?

[এস. ভি. সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, কিশোরগঞ্জ]

(ক) শব্দের বেগ (খ) পড়ন্ত বস্তুর বেগ (গ) পৃথিবীর বেগ (ঘ) নিষ্কিপ্ত বস্তুর বেগ উত্তর: ক

৪০। লেখচিত্রে একটি গতিশীল বস্তুর বেগের প্রকৃত দেখানো হয়েছে। নিম্নের কোন সমীকরণটি তার গতি প্রকৃতির সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ? [সেন্ট জোসেফ উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়, ঢাকা]



(ক)  $v = u + at$

(খ)  $s = vt$

(গ)  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

(ঘ)  $v^2 = u^2 + 2as$

উত্তর: খ

৪১। “স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে”- এটা কোন সূত্র? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

(ক) পড়ন্ত বস্তুর প্রথম সূত্র

(খ) পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্র

(গ) পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্র

(ঘ) গতি ২য় সূত্র

উত্তর: ক

৪২। একটি পাথরকে  $19.6m$  উচ্চতা থেকে মুক্তভাবে ডু-পুষ্ঠে পড়তে দেওয়া হল। শেষ  $1m$  পথ অতিক্রম করতে পাথরটির কত সময় লাগবে? [বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

(ক) 2 sec (খ) 1.95 sec (গ) 1 sec (ঘ) 0.05 sec উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা:  $g = 9.8ms^{-2}$ ,  $h_1 = 19.6m$ ,  $h_2 = 16.6m - 1 = 18.6m$

$$h_1 = ut_1 + \frac{1}{2}gt_1^2$$

$$\text{আবার, } h_2 = ut_2 + \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$\text{বা, } 19.6m = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times t_1^2$$

$$\text{বা, } 16.6m = 0 \times t_2 + \frac{1}{2} \times 9.8ms^{-2} \times t_2^2$$

$$\text{বা, } 4.9t_1^2ms^{-2} = 19.6m$$

$$\text{বা, } 16.6m = 4.9ms^{-2} \times t_2^2$$

$$\text{বা, } t_1^2 = \frac{19.6m}{4.9ms^{-2}} = 4$$

$$\text{বা, } t_2^2 = \frac{16.6m}{4.9ms^{-2}} = 1.95s$$

$$\therefore t_1 = 2s$$

$$\therefore t = t_1 - t_2 = 2s - 1.95s = 0.05s$$

৪৩। যদি একটি বস্তুকে  $g$  এর মানের সমান বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হয়, তাহলে কতক্ষণ পর ভূমিতে পতিত হবে? [মতিঝিল মডেল হাই স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

(ক) 1 sec (খ) 2 sec (গ) 9.8 sec (ঘ) 9.8 sec উত্তর: খ

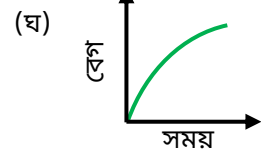
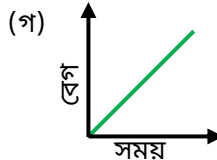
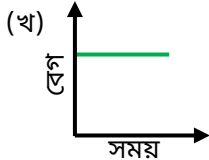
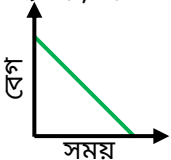
ব্যাখ্যা: আমরা জানি,  $v = u + gt$

$$t = \frac{v}{g} [u = 0] = \frac{g}{g}v = g = 1s$$

$$\therefore \text{পতনের সময়} = (1+1)s = 2s$$

৪৪। ভূমি থেকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় নিষ্কিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে নিচের কোন লেখচিত্রটি প্রযোজ্য? [বিদ্যামইয়ী সরকারি বালিকা উচ্চবিদ্যালয়, ময়মনসিংহ]

(ক) (খ) (গ) (ঘ) উত্তর: ক



৪৫। বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে। এক্ষেত্রে-

- i. একক  $ms^{-2}$
- ii. মাত্রা  $LT^{-2}$
- iii. অদিক রাশি

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii উত্তর: ক

❖ অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৪৬ ও ৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

স্থির থাকা অবস্থায় একটি বস্তুকে নিচে পড়তে দেয়া হল।  $g = 9.8ms^{-2}$  ধর। [পুলিশ লাইন মাধ্যমিক বিদ্যালয়, যশোর]

৪৬। কতক্ষণ পর বস্তুর পড়ন্ত বেগ  $49ms^{-1}$  হবে?

- (ক) 50 s (খ) 5 s (গ) 20 s (ঘ) 10 s উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: এখানে,  $u = 0$ ,  $v = 49ms^{-1}$ ,  $g = 9.8ms^{-2}$

আমরা জানি,  $g = \frac{v-u}{t}$

বা,  $t = \frac{v-u}{g} = \frac{49}{9.8} = 5s$

৪৭। 10 s পর বস্তুটি কত নিচে নামবে?

- (ক)  $4.9 \times 10^2m$  (খ)  $4.9 \times 10^3cm$  (গ) 98m (ঘ) 49m উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: এখানে,  $u = 0$ ,  $t = 10s$ ,  $g = 9.8ms^{-2}$

আমরা জানি,  $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$= \frac{1}{2} \times 9.8 \times 10^2 = 490m = 4.9 \times 10^2m$

৪৮। কোনটি ভেক্টর রাশি?

- (ক) দ্রুতি (খ) দ্রুতি (গ) মন্দন (ঘ) ভর উত্তর: গ

৪৯। কোন গাড়ির ১ম সীন্ডে দ্রুতি  $5ms^{-1}$ । গাড়িটি 30 সেকেন্ডে চলার পর 33 সেকেন্ডে তার দ্রুতি  $7ms^{-1}$ । এটা কি দ্রুতি?

- (ক) গড় দ্রুতি (খ) মোট দ্রুতি (গ) সুসম দ্রুতি (ঘ) তাৎক্ষণিক দ্রুতি উত্তর: ঘ

৫০।  $5kmh^{-1}$  সমান কত  $ms^{-1}$  হবে? (প্রয়োগ)

- (ক)  $\frac{5}{18}$  (খ)  $\frac{10}{18}$  (গ)  $\frac{15}{18}$  (ঘ)  $\frac{25}{18}$  উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: এখানে,  $5kmh^{-1} = \frac{5 \times 1000m}{3600s} = \frac{25}{18}ms^{-1}$



০১। একটি বস্তুর প্রথম ৪ সেকেন্ডের গড় বেগ  $0.3ms^{-1}$  এবং পরবর্তী ৪ সেকেন্ডের গড় বেগ  $0.11ms^{-1}$  বস্তুটি সুষ্ম ত্বরণে গতিশীল আছে ধরে এর আদিবেগ ও ত্বরণ নির্ণয় কর।

**সমাধান:**

মনে করি,

আদিবেগ,  $v_0$                       ত্বরণ,  $a$

৪s পর বেগ,  $v = v_0 + 4a \dots \dots (i)$

আবার,

$$\text{গড় বেগ} = \frac{v_0 + v_0 + 4a}{2}$$

$$0.3 = v_0 + 2a$$

$$\text{বা, } v_0 = 0.3 - 2a \dots \dots (ii)$$

আবার,

$$\begin{aligned} \text{পরবর্তী ৪s পর বেগ } v_1 &= v + 4a \\ &= v_0 + 4a + 4a \\ &= v_0 + 8a \end{aligned}$$

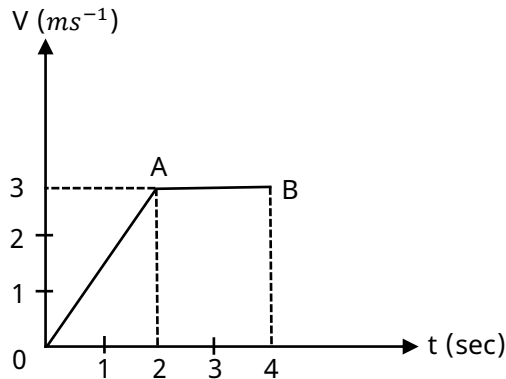
$$\begin{aligned} \text{গড় বেগ} &= \frac{v + v_1}{2} \\ &= \frac{v_0 + 4a + v_0 + 8a}{2} \\ &= v_0 + 6a \end{aligned}$$

$$\text{বা, } v_0 + 6a = 0.11 \dots \dots (iii)$$

$$\begin{aligned} (iii) \text{ এ } v_0 \text{ এর মান বসিয়ে } 0.3 - 2a + 6a &= 0.11 \\ 4a &= -0.19 \\ a &= -0.0475 \\ &\approx -0.05ms^{-2} [\text{Ans.}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{আবার (iii) নং হতে, } v_0 &= 0.11 - 6a \\ &= 0.11 - 6 \times (-0.05) \\ &= 0.41ms^{-1} [\text{Ans}] \end{aligned}$$

০২।



OA এবং AB অংশের দূরত্ব এক না ভিন্ন গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

সমাধান:

OA অংশের ত্বরণ:

এখানে,

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

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ s}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 3 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

আমরা জানি,

$$v = v_0 + at$$

$$\text{বা, } a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{3 - 0}{2} = 1.5 \text{ ms}^{-2}$$

OA অংশের অতিক্রান্ত দূরত্ব:

এখানে,

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

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ s}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 1.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 = ?$$

AB অংশের অতিক্রান্ত দূরত্ব: যেহেতু AB অংশে বস্তুটি সুষম বেগে চলে সেহেতু,

এখানে,

$$\text{বেগ, } v = 3 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = (4 - 2) \text{ s} = 2 \text{ s}$$

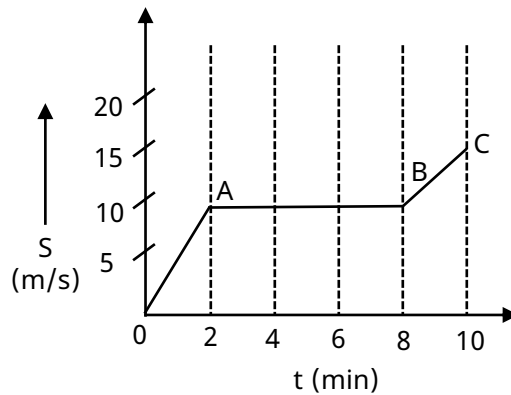
$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = ?$$

$$s_2 = vt$$

$$= (3 \times 2) \text{ m} = 6 \text{ m}$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যাচ্ছে যে, OA এবং AB অংশের দূরত্ব ভিন্ন।

০৩।



লেখচিত্রে একটি গাড়ীর যাত্রাকালীন প্রথম 10 মিনিটে বেগের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। গাড়ীটির 10 মিনিটে অতিক্রান্ত দূরত্ব লেখচিত্রের অন্তর্ভুক্ত ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলের সমান – উক্তিটির যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

**সমাধান:**

এখানে,

প্রথম 2 min সময়ে,  $t_1 = 2 \text{ min} = 120 \text{ s}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 10 \text{ ms}^{-1}$

পরবর্তী 2 min বা, 120 s সময়ে গাড়িটি  $10 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে চলে।

$$\begin{aligned} \therefore \text{প্রথম } 2 \text{ min এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 &= \left(\frac{u+v}{2}\right) t \\ &= \frac{10}{2} \times 120 \text{ m} \\ &= 600 \text{ m} \end{aligned}$$

পরবর্তী 2 min থেকে 8 min পর্যন্ত গাড়িটি  $10 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে চলে।

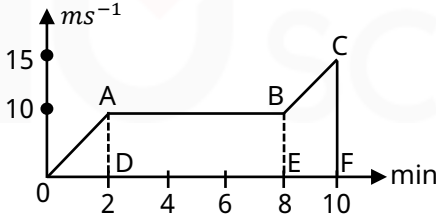
$$\begin{aligned} \therefore \text{পরবর্তী } (8 - 2) \text{ min বা, } 6 \text{ min এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,} \\ s_2 &= (10 \times 6 \times 60) \text{ m} = 3600 \text{ m} \end{aligned}$$

সর্বশেষ 8 min থেকে 10 min পর্যন্ত 2 min এ গাড়িটির বেগ  $10 \text{ ms}^{-1}$  থেকে  $15 \text{ ms}^{-1}$  এ উন্নীত হয়েছে।

$$\begin{aligned} \therefore \text{সর্বশেষ } 2 \text{ min এ অতিক্রান্ত দূরত্ব } s_3 &= \left(\frac{u+v}{2}\right) t \\ s_3 &= \left(\frac{10+15}{2}\right) \times 120 = 1500 \text{ m} \end{aligned}$$

তাহলে, যাত্রা শুরু হতে 10 min এ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned} s &= s_1 + s_2 + s_3 \\ &= (600 + 3600 + 1500) \text{ m} \\ &= 5700 \text{ m} \end{aligned}$$



এখন, লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল

$$\begin{aligned} &= OABCF \text{ এর ক্ষেত্রফল} \\ &= \text{ত্রিভুজ ক্ষেত্র } OAD + \text{চতুর্ভুজ ক্ষেত্র } ABED + \text{ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্র } BCFE \\ &= \frac{1}{2} \times (2 \times 60) \times 10 + (8 - 2) \times 60 \times 10 + \frac{1}{2} (10 + 15) \times (10 - 8) \times 60 \quad [\because 1 \text{ min} = 60 \text{ s}] \\ &= 600 + 3600 + 1500 \\ &= 5700 \text{ m} \end{aligned}$$

অতএব, গাড়িটির 10 মিনিটে অতিক্রান্ত দূরত্ব লেখচিত্রের অন্তর্ভুক্ত ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলের সমান। উক্তিটি যথার্থ।

০৪। দুটি গাড়ি A ও B যথাক্রমে  $v_A = 0$  এবং  $v_B = 22.5 \text{ ms}^{-1}$  বেগে যাত্রা শুরু করে ১ম 15 sec যথাক্রমে  $a_A = 1 \text{ ms}^{-2}$  এবং  $a_B = -1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে চলে। পরবর্তীতে গাড়ি দুটি আরো 15 sec সমবেগে চলমান ছিল। কোন গাড়িটি অধিকতর দূরত্ব অতিক্রম করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর।

**সমাধান:**

A গাড়ির ক্ষেত্রে,

প্রথম 15 sec এ  $1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

এখানে,

আদিবেগ,  $v_A = 0$

ত্বরণ,  $a_A = 1 \text{ ms}^{-2}$

সময়,  $t = 15 \text{ s}$

$$\begin{aligned} s_{A_1} &= v_A \times t + \frac{1}{2} \times a_A \times t^2 \\ &= 0 \times 15 + \frac{1}{2} \times 1 \times (15)^2 \\ &= 112.5 \text{ m} \end{aligned}$$

15 s পর A গাড়ির শেষবেগ,

$$\begin{aligned} v_A' &= v_A + a_A \times t \\ &= (0 + 1 \times 15) \text{ m} \\ &= 15 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং, পরবর্তী 15 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned} s_{A_2} &= v_A' \times t \\ &= (15 \times 15) \text{ m} = 225 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore A \text{ গাড়ির দ্বারা মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_A &= (s_{A_1} + s_{A_2}) \\ &= (112.5 + 225) \text{ m} = 337.5 \text{ m} \end{aligned}$$

B গাড়ির ক্ষেত্রে,

প্রথম 15 sec এ  $1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

এখানে,

আদিবেগ,  $v_B = 22.5 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ,  $a_B = -1 \text{ ms}^{-2}$

সময়,  $t = 15 \text{ s}$

$$\begin{aligned} s_{B_1} &= v_B \times t + \frac{1}{2} \times a_B \times t^2 \\ &= (22.5 \times 15) + \frac{1}{2} \times (-1) \times (15)^2 \\ &= (337.5 - 112.5) \text{ m} = 225 \text{ m} \end{aligned}$$

15 s পর B গাড়ির শেষবেগ,

$$\begin{aligned} v_B' &= v_B + a_B \times t \\ &= 22.5 + (-1) \times 15 \\ &= 22.5 - 15 = 7.5 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

সুতরাং, পরবর্তী 15 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned} s_{B_2} &= v_B' \times t \\ &= (7.5 \times 15) \text{ m} \\ &= 112.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore B \text{ গাড়ির দ্বারা মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_B &= (s_{B_1} + s_{B_2}) \\ &= (225 + 112.5) \text{ m} \\ &= 337.5 \text{ m} \end{aligned}$$

সুতরাং, A ও B উভয় গাড়ি সমান দূরত্ব অতিক্রম করবে।

০৫। একটি ট্রেন স্থির অবস্থান থেকে ত্বরণ চলতে আরম্ভ করল। একই সময়ে একটি মোটর গাড়ি সমবেগে ট্রেনের সমান্তরাল চলা শুরু করল। ট্রেন মোটর গাড়িটিকে কখন পেছনে ফেলবে?

**সমাধান:**

ধরি,  $A$  অবস্থান হতে ট্রেন ও গাড়িটি যাত্রা শুরু করে  $t$  সময় পর  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে মিলিত হয় এবং তৎক্ষণাৎ ট্রেন গাড়িটি অতিক্রম করে।



ট্রেনের ক্ষেত্রে,  $s = \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 5t^2 \dots \dots \dots (i)$

গাড়ির ক্ষেত্রে,  $s = 100t \dots \dots \dots (ii)$

$\therefore 5t^2 = 100t$

$\therefore t = 20\text{sec}$

[Ans]

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

**সমাধান:**

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

এখানে,

১ম গাড়ির আদিবেগ,  $u_1 = 4\text{ ms}^{-1}$

১ম গাড়ির ত্বরণ,  $a_1 = 5\text{ ms}^{-2}$

২য় গাড়ির আদিবেগ,  $u_2 = 5\text{ ms}^{-1}$

২য় গাড়ির ত্বরণ,  $a_2 = 4\text{ ms}^{-2}$

এখন,

১ম গাড়ির ক্ষেত্রে,  $s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে,  $s = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

$\therefore u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

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

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

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

বা,  $t = \frac{2(4-5)}{4-5}$

$\therefore$  সময়,  $t = 2\text{ s}$

এখন,  $s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = 4 \times 2 + \frac{1}{2} \times 5 \times (2)^2 = 18\text{ m}$

০৭। একটি রাইফেলের গুলি প্রতিটি পুরুত্বের দুইটি কাঠের তক্তাকে ভেদ করতে পারে এবং পৃথকভাবে কোনো একটি দেয়ালের মধ্যে ভেদ করতে পারে। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে কতটুকু ভেদ করতে পারবে যদি উল্লিখিত তক্তার একটি তক্তা দেয়ালের সামনে সংযুক্ত করা থাকে?

**সমাধান:**

মনে করি, গুলির বেগ  $v_0$  কাঠের ভিতর ও দেয়ালের ভিতর বাঁধাদানকারী বলের দরুণ উদ্ভূত ত্বরণ যথাক্রমে  $a_w$  ও  $a_d$  গুলি ২ টি তক্তা ভেদ করতে পারে তাই শেষ বেগ শূন্য হবে, এখানে,

$$s_1 = 5 \text{ cm} \quad s_w = 2s_1$$

এখন,

$$0 = v_0^2 - 2a_w s_w$$

$$v_0^2 = 2a_w s_w$$

$$a_w = \frac{v_0^2}{2s_w} \dots \dots (i)$$

গুলিটি দেয়ালে ২০ cm প্রবেশ করতে পারে,

এখানে,

$$s_d = 20 \text{ cm}$$

$$0 = v_0^2 - 2a_d s_d$$

$$a_d = \frac{v_0^2}{2s_d} \dots \dots (ii)$$

এখন মনে করি,

একটি তক্তা ভেদ করার পর বেগ হয়,  $v$

$$v^2 = v_0^2 - 2a_w s_1$$

$$\text{বা, } v^2 = v_0^2 - 2 \cdot \frac{v_0^2}{2s_w} \cdot s_1 \quad [(i) \text{ নং হতে}]$$

$$\text{বা, } v^2 = v_0^2 - \frac{v_0^2 s_1}{s_w}$$

$$\text{বা, } v^2 = v_0^2 - \frac{v_0^2}{2}$$

$$\therefore v^2 = \frac{v_0^2}{2} \dots \dots (iii)$$

এখন মনে করি, দেয়ালে  $x$  দূরত্ব যেতে পারবে

$$0 = v^2 - 2a_d x$$

$$x = \frac{v^2}{2a_d}$$

$$= \frac{v^2}{2 \cdot \frac{v_0^2}{2s_d}} \quad [(ii) \text{ নং হতে}]$$

$$= \frac{v^2 s_d}{v_0^2} = \frac{v_0^2 s_d}{2v_0^2} \quad [(iii) \text{ নং হতে}]$$

$$= \frac{s_d}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$$

০৮। একটি বন্দুকের গুলি কোনো দেয়ালের মধ্যে ০.০৬ m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। গুলিটি দেয়ালের মধ্যে আর কতদূর প্রবেশ করতে পারবে?

**সমাধান:**

মনে করি, গুলির আদিবেগ ছিল এটি আর দূরত্ব প্রবেশ করবে।

দেয়ালের মধ্যে স্থরণ  $a$

এখানে,

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 0.06 \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$v^2 = v_0^2 - 2as \quad \left[ \text{এখানে, } v = \frac{v_0}{2} \right]$$

$$\text{বা, } \left( \frac{v_0}{2} \right)^2 = v_0^2 - 2 \cdot a \cdot s$$

$$\text{বা, } 2as = v_0^2 - \frac{v_0^2}{4}$$

$$\text{বা, } 2as = \frac{3v_0^2}{4}$$

$$\text{বা, } a = \frac{3v_0^2}{8s} \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{আবার, } 0 = v^2 - 2ax$$

$$\text{বা, } 2ax = \frac{v_0^2}{4}$$

$$\text{বা, } x = \frac{v_0^2}{8a}$$

$$= \frac{v_0^2 \times 8s}{8 \cdot 3v_0^2} \quad [(i) \text{ নং হতে}]$$

$$= \frac{s}{3}$$

$$= \frac{0.06}{3}$$

$$= 0.02 \text{ m}$$

Admission Shortcut: যদি বন্দুকের গুলি বা কোন বস্তু যে কোন বাধা অতিক্রমাকালে  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করার পর  $\frac{1}{n}$

গুণ বেগ অক্ষত থাকে তবে গুলি বা বস্তুটি আরও  $\frac{s}{n^2-1}$  দূরত্ব অতিক্রম করবে।

০৯। একটি ট্রেন  $30 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলা অবস্থায় ব্রেক কষে  $5 \text{ ms}^{-2}$  মন্দন সৃষ্টি করা হলো।

(ক) চতুর্থ সেকেন্ডে এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

(খ) সপ্তম সেকেন্ডে এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

**সমাধান,**

(ক)

মনে করি,

$$\text{চতুর্থ সেকেন্ডে } s_4 \text{ দূরত্ব অতিক্রম করবে।}$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{মন্দন, } a = 5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 4 \text{ s}$$

আমরা জানি,

$$s_{th} = u - \frac{1}{2} a(2t - 1)$$

$$\begin{aligned}\therefore s_4 &= 30 - \frac{1}{2} \times 5(2 \times 4 - 1) \\ &= 30 - 17.5 \\ &= 12.5 \text{ m}\end{aligned}$$

(খ)

মনে করি, ট্রেনটি  $t$  সময় পর থেমে যাবে।

আমরা জানি,

$$v = u - at$$

$$0 = 30 - 5t$$

$$5t = 30$$

$$\therefore t = 6 \text{ s}$$

ট্রেনটি 6s এ থেমে যাবে। তাই সপ্তম সেকেন্ডে দূরত্ব অতিক্রমের প্রশ্ন আসে না।

১০। একটি কণা সমত্বরণে চলে  $5^{th}$  সেকেন্ডে  $7 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করে এবং আরো কিছু গিয়ে থেমে যায়। কণাটি শেষতম সেকেন্ডে মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের  $\frac{1}{64}$  অংশ অতিক্রম করে। কণাটির আদিবেগ, ত্বরণ ও মোট সময় নির্ণয় করো।

**সমাধান:**

মনে করি,

আদিবেগ  $u$ , মন্দন  $a$ , এবং মোট সময়  $t$

১ম শর্তমতে,

$$u - \frac{1}{2}a(2 \times 5 - 1) = 7$$

$$u - 4.5a = 7 \dots \dots (i)$$

২য় শর্তমতে,

$$v = 0 = u - at \quad [\therefore t \text{ সময়ান্তে থেমে যায়}]$$

$$t = \frac{u}{a} \dots \dots (ii)$$

৩য় শর্তমতে,

$$u - \frac{1}{2}a(2t - 1) = \frac{1}{64} \left\{ ut - \frac{1}{2}at^2 \right\}$$

$$\text{বা, } u - at + \frac{1}{2}a = \frac{1}{64} \left\{ u \cdot \frac{u}{a} - \frac{1}{2} \cdot a \cdot \frac{u^2}{a^2} \right\} \quad [(ii)]$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2}a = \frac{1}{64} \left( \frac{u^2}{a} - \frac{u^2}{2a} \right) = \frac{1}{64} \cdot \frac{u^2}{2a} \quad [u - at = v = 0]$$

$$\text{বা, } u^2 = 64a^2$$

$$\text{বা, } u = 8a \quad [\therefore u \text{ এবং } a \text{ উভয়ই ধনাত্মক রাশি}]$$

$$\therefore (i) \text{ হতে পাই, } 8a - 4.5a = 7$$

$$\text{বা, } a = \frac{7}{3.5}$$

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

$$\therefore u = 8 \times 2$$

$$= 16 \text{ ms}^{-1} \text{ [যেহেতু আদিবেগ ধনাত্মক]}$$



$u$  এবং  $a$  এর মান (ii) নং এ বসিয়ে,  $t = \frac{16}{2} = 8 \text{ sec}$

$u$  এবং  $a$  এর মান (ii) নং এ বসিয়ে,  $t = \frac{16}{2} = 8 \text{ sec}$

১১/৫০kg ভরের একটি ব্যক্তিসহ ১৯৫০kg ভরের একটি গাড়ি স্থিরাবস্থা থেকে প্রথম ১০ সেকেন্ডে সমত্বরণে চলল।  
অতপর ১০ মিনিট সমবেগে চালানোর পর ব্রেক চেপে ১সেকেন্ডের মধ্যে গাড়ি থামাল। যাত্রা শুরুর ৪ সেকেন্ড পর গাড়ির  
বেগ  $8 \text{ ms}^{-1}$  হলে গাড়ি কতক অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব এবং গাড়ি থামাতে প্রযুক্ত বলের মান বের কর।

**সমাধান:**

প্রথম ৪ sec পরে বেগ  $8 \text{ ms}^{-1}$  হলে ত্বরণ,

$$\begin{aligned}\Rightarrow a &= \frac{v-u}{t} \\ &= \frac{8-0}{4} = 2 \text{ ms}^{-2}\end{aligned}$$

প্রথম ১০ sec এ  $a = 2 \text{ ms}^{-2}$  সম-ত্বরণে চলে  $v$  শেষ বেগ প্রাপ্ত হয়।

$$\therefore v = u + at$$

$$v = 0 + 2 \times 10 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned}s_1 &= ut + \frac{1}{2}at^2 \\ &= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2 \times 10^2 \\ &= 100 \text{ m}\end{aligned}$$

এরপর ১০ min সমবেগে চলে,  $t = 10 \times 60 = 600 \text{ s}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_2 = vt = 20 \times 600 = 12000 \text{ m}$

শেষ অংশে, ১ sec এ গাড়িটিকে থামানো হলো।

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0$$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned}s_3 &= ut + \frac{1}{2}at^2 \\ &= 20 \times 1 + \frac{1}{2}(-20) \times 1^2 \\ &= 10 \text{ m}\end{aligned}$$

মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= s_1 + s_2 + s_3$

$$= 100 + 12,000 + 10 = 12110 \text{ m}$$

এখন,

$$\text{মোট ভর, } m = (1950 + 50) \text{ kg} = 2000 \text{ kg}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 20 \text{ ms}^{-2}$$

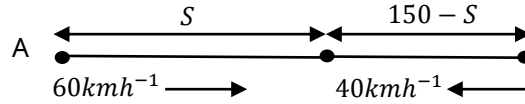
গাড়িটিকে থামাতে প্রযুক্ত বল,  $F = ma$

$$= 2000 \times 20 = 40,000 \text{ N}$$

$\therefore$  প্রযুক্ত বল  $40,000 \text{ N}$

১২। দুইটি গাড়ির মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং একটি অপরটির দিকে যথাক্রমে এবং বেগে চলছে। তারা কত ঘন্টা পর মিলিত হবে?

**সমাধান:**



ধরি, A বিন্দু থেকে  $s \text{ km}$  দূরে  $t$  সময় পর দুটি গাড়ি মিলিত হবে।  $60 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s$  হলে,  $40 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব  $150 - s$  হবে।

$$\therefore s = 60 \times t \dots \dots (i)$$

$$150 - s = 40 \times t$$

$$150 - 60t = 40t \dots (i)$$

$$150 = 100t$$

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

১৩। সমমন্দনে চলমান একটি ট্রেন প্রথম  $\frac{1}{4} \text{ km}$  অতিক্রম করে  $20 \text{ s}$  এ এবং দ্বিতীয়  $\frac{1}{4} \text{ km}$  অতিক্রম করে  $30 \text{ s}$  এ। ট্রেনটি সম্পূর্ণভাবে থামতে আর কতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করবে?

**সমাধান:**

মনে করি,

আদিবেগ,  $u$       ত্বরণ,  $a$

এখানে,

$$\frac{1}{4} \text{ km} = 250 \text{ m}$$

এখন,

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

$$\Rightarrow 250 = u \cdot 20 + \frac{1}{2} \cdot a \cdot 20^2$$

$$\Rightarrow 250 = 20u + 200a \dots \dots (i)$$

$$2 \times 250 = u(20 + 30) + \frac{1}{2} \times a \times (20 + 30)^2$$

$$\Rightarrow 500 = 50u + 1250a \dots \dots (ii)$$

(i) ও (ii) সমাধান করে,  $u = \frac{85}{6} \text{ ms}^{-1}$      $a = -\frac{1}{6} \text{ ms}^{-2}$

$\therefore$  সম্পূর্ণভাবে থামতে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= s + 500$

ট্রেনটি সম্পূর্ণভাবে থামার ক্ষেত্রে

$$0^2 = u^2 - 2a(s + 500)$$

$$\begin{aligned}\therefore s + 500 &= \frac{u^2}{2a} \\ &= \frac{85^2 \times 6}{6^2 \times 2} \\ &= 602.08\end{aligned}$$

$$\therefore s = 602.08 - 500 = 102.08 \text{ m}$$

১৪। একটি বিমান বন্দরের রানওয়ের দৈর্ঘ্য 100 m। একটি উড়োজাহাজ উড়ার পূর্ব মুহূর্তে 216 km/hr গতি সম্পন্ন হতে হয়। উড়োজাহাজটি 15 m/sec<sup>2</sup> ত্বরণে ত্বরান্বিতহলে রানওয়ে থেকে উড়তে সক্ষম হবে কি? রানওয়ের দৈর্ঘ্য সর্বনিম্ন কত হলে উড়োজাহাজটি উড়তে পারবে।

**সমাধান:**

এখানে,

সরণ,  $s =$  রানওয়ের দৈর্ঘ্য = 100 m

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ,  $a = 15 \text{ ms}^{-2}$

শেষবেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}v^2 &= u^2 + 2as \\ &= 0^2 + 2 \times 15 \times 100 \\ &= 3000 \text{ m}^2\text{s}^{-2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\therefore v &= \sqrt{3000 \text{ m}^2\text{s}^{-2}} \\ &= 54.77 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

$$= 197.2 \text{ kmh}^{-1} < 216 \text{ km/hr}$$

ঐ রানওয়ে থেকে উড়োজাহাজটি উড়তে সক্ষম হবে না।

মনে করি,

রানওয়ের দৈর্ঘ্য কমপক্ষে  $s$  হলে উড়োজাহাজটি উড়তে সক্ষম হবে।

এক্ষেত্রে

$$\text{শেষবেগ, } v = 216 \text{ kmhr}^{-1} = 60 \text{ ms}^{-1}$$

এখন,

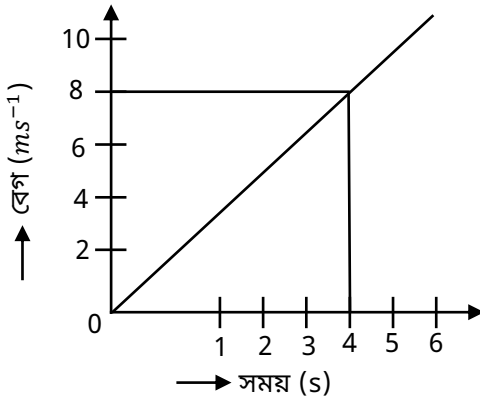
$$v^2 = u^2 + 2as = 0^2 + 2as = 2as$$

$$\text{বা, } s = \frac{v^2}{2a}$$

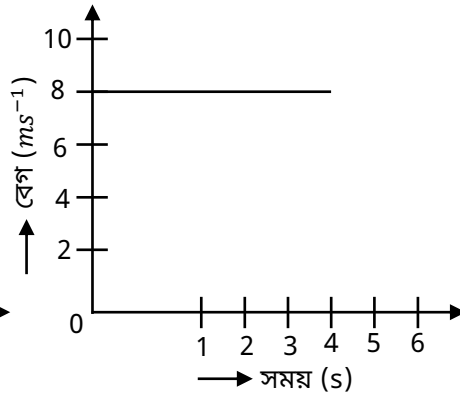
$$\therefore s = \frac{(60)^2}{2 \times 15} = 120 \text{ m}$$

সুতরাং, রানওয়ের দৈর্ঘ্য সর্বনিম্ন 120 m হলে উড়োজাহাজটি উড়তে সক্ষম হবে।

১৫



চিত্র: বাসের সময়-বেগ লেখচিত্র



চিত্র: যাত্রীর সময়-বেগ লেখচিত্র

একটি বাস চলতে শুরু করার সাথে সাথে বাসের পিছন থেকে একজন যাত্রী বাসটি ধরার জন্য দৌড় দেয়। যাত্রী বাসটি ধরতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

**সমাধান:**

এখানে,

যাত্রীর সমবেগ,  $v = 8 \text{ ms}^{-1}$

বাসের আদিবেগ,  $u_1 = 0$

4 s পর বাসের বেগ,  $u_2 = 8 \text{ ms}^{-1}$

বাসের ত্বরণ,  $a = \frac{u_2 - u_1}{t} = \frac{8 - 0}{4} = 2 \text{ ms}^{-2}$

মনে করি, বাস চলতে শুরু করার সময় পরে যাত্রী বাস ধরতে পারবে।

$t$  সময়ে বাসের অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_1 = u_1 t + \frac{1}{2} a t^2$

এবং যাত্রীর অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_2 = vt$

প্রশ্নমতে,

$$s_1 + 16 = s_2$$

$$\text{বা, } u_1 t + \frac{1}{2} a t^2 + 16 = vt$$

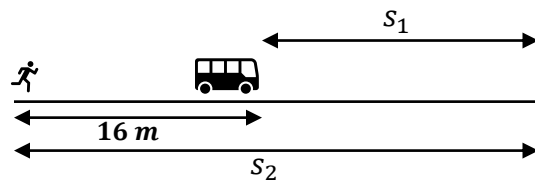
$$\text{বা, } 0 \times t + \frac{1}{2} \times 2t^2 + 16 = 8t$$

$$\text{বা, } t^2 - 8t + 16 = 0$$

$$\text{বা, } t^2 - 2 \cdot t \cdot 4 + 4^2 = 0$$

$$\text{বা, } (t - 4)^2 = 0$$

$$\therefore t = 4 \text{ s}$$



উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, যাত্রী বাসটি ধরতে পারবে।

১৬। একজন লোক তার সম্মুখে দন্ডায়মান একটি বাসকে ধরার জন্য  $4m/s$  গতিতে দৌড় শুরু করলো। সে যখন বাসটির পেছনের দরজা হতে  $6m$  দূরে ছিল, ঠিক সে মুহুর্তে বাসটি  $1.2m/s^2$  সমত্বরণে সামনের দিকে চলা শুরু করল। দৌড় শুরু করার মুহুর্তে লোকটি যদি বাসটির পেছনের দরজা থেকে  $10m$  দূরে থাকে তাহলে কি সে বাসটিকে ধরতে পারবে?

**সমাধান:**

ধরি, লোকটি  $A$  বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে এবং  $t$   $s$  পরে  $C$  বিন্দুতে বাসটিকে ধরতে পারে।

লোকটির সমবেগ,  $v = 4ms^{-1}$

লোকটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $AC = 4t$

বাসটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $BC = \frac{1}{2} \times 1.2t^2$

এখন,

$$AB = AC - BC$$

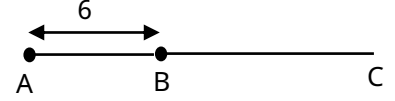
$$\text{বা, } 6 = 4t - \frac{1}{2} \times 1.2t^2$$

$$\text{বা, } 0.6t^2 - 4t + 6 = 0$$

$$\text{সমীকরণটির নিশ্চায়ক} = 4^2 - 4 \times 0.6 \times 6 = 1.6 > 0$$

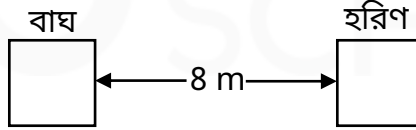
$\therefore$  সমীকরণটির বাস্তব মূল্য বিদ্যমান।

অতএব, বাসটি ধরতে পারবে।



১৭। একটি বাঘ  $8m$  সম্মুখে একটি হরিণকে দেখতে পেয়ে স্থিরাবস্থা হতে  $1ms^{-2}$  ত্বরণে তার পেছনে দৌড়াতে থাকে। হরিণটি টের পেয়ে  $3ms^{-1}$  সমবেগে চলতে থাকলে কতক্ষণ পরে ও কত দূরত্ব অতিক্রমে বাঘটি হরিণটিকে ধরতে পারবে?

**সমাধান:**



মনে করি, হরিণটি দূরত্ব অতিক্রম করলে বাঘটি সময় পর হরিণটিকে ধরতে পারবে।

এখানে,

$$\text{বাঘের ক্ষেত্রে, } u = 0, \quad a = 1ms^{-2}$$

$$\text{হরিণের ক্ষেত্রে, } v = 3ms^{-1}$$

$\therefore$  হরিণের ক্ষেত্রে,

$$x = 3t \dots \dots (i)$$

বাঘের ক্ষেত্রে,

$$x + 8 = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= \frac{1}{2}at^2 \dots \dots (ii)$$

(i) নং হতে  $x$  এর মান (ii) নং এ বসাই,

$$3t + 8 = \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{বা, } 3t + 8 = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot t^2$$

$$\text{বা, } 6t + 16 = t^2$$

$$\text{বা, } t^2 - 6t - 16 = 0$$

$$\text{বা, } (t - 8)(t + 2) = 0$$

$$\therefore t = 8 \text{ s} \quad [t = -2 \text{ গ্রহণযোগ্য নহে}]$$

$$\begin{aligned} \text{বাঘের অতিক্রান্ত দূরত্ব,} &= x + 8 \\ &= 3t + 8 \quad [(i) \text{ নং হতে}] \\ &= 3 \times 8 + 8 = 32 \text{ m} \end{aligned}$$

১৮। গাড়ি A সোজা রাস্তায়  $60 \text{ km/hr}$  সমবেগে চলছে। অন্য একটি গাড়ি B একই পথে  $70 \text{ km/hr}$  সমবেগে A গাড়িটিকে অনুসরণ করছে। যখন গাড়ি দুইটির মধ্যকার দূরত্ব  $2.5 \text{ km}$  হয় তখন B গাড়িটির গতিবেগ  $20 \text{ km/hr}^2$  হারে হ্রাস পেতে থাকে। কত দূরত্ব ও সময় পরে B গাড়িটি A গাড়িটিকে ধরতে পারবে।

**সমাধান:**

ধরি,  $t$  সময় পর B গাড়ি A গাড়িকে ধরতে পারে।

এবং এ সময় A গাড়িটি  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে।

এখানে,

$$A \text{ গাড়ির বেগ, } u_A = 60 \text{ km/hr} \quad B \text{ গাড়ির বেগ, } u_B = 70 \text{ km/hr}$$

$$B \text{ গাড়ির মন্দন, } a_B = 20 \text{ km/hr}^2$$

A গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = u_A t$$

$$s = 60t \dots \dots (i)$$

B গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\text{বা, } 2.5 + s = 70t - \frac{1}{2} \times 20 \times t^2$$

$$\text{বা, } 2.5 + 60t = 70t - 10t^2 \quad [(i) \text{ নং হতে}]$$

$$\text{বা, } 10t^2 - 10t + 2.5 = 0$$

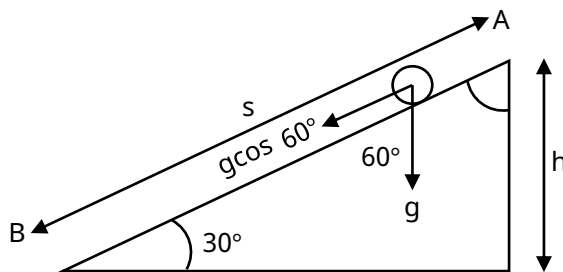
$$\therefore t = 0.5 \text{ hr}$$

$t$  এর মান (i) এ বসাই,

$$s = 60 \times 0.5 = 30 \text{ km}$$

১৯। ভূমির সঙ্গে  $30^\circ$  কোণে আনত একটি মসৃণ তল AB এর সর্বোচ্চ বিন্দু A থেকে একটি বস্তু মসৃণ ভাবে গড়িয়ে  $10 \text{ sec}$  পরে B বিন্দুতে আসলে ভূমি হতে A এর উচ্চতা কত?

**সমাধান:**



ধরি,

AB এর দৈর্ঘ্য =  $s$  এবং A বিন্দু  $h$  উচ্চতায় অবস্থিত।

$t = 10 \text{ s}$  এ অতিক্রান্ত লম্ব দূরত্ব  $s$  হলে,

$$s = \frac{1}{2} \times (9.8 \times \cos 60^\circ) \times 10^2$$

$$= 245 \text{ m}$$

$$\text{এখানে, } \sin 30^\circ = \frac{h}{s}$$

$$\text{বা, } h = s \cdot \sin 30^\circ$$

$$= 245 \times \frac{1}{2} = 122.5 \text{ m}$$

২০। দেখাও যে, সমত্বরণে চলমান কোনো বস্তুকণার  $t$  তম ও  $(t-1)$  তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য সংখ্যাগতভাবে তার ত্বরণের সমান।

**সমাধান:**

মনে করি, কোনো বস্তুকণা আদিবেগে সমত্বরণে চলছে।

সুতরাং  $t$  তম সেকেন্ডে উহার অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = u + \frac{1}{2}a(2t-1)$$

আবার  $(t-1)$  তম সেকেন্ডে উহার অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

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

$$= u + \frac{1}{2}a(2t-3)$$

$$\therefore s_1 - s_{t-1} = u + \frac{1}{2}a(2t-1) - u - \frac{1}{2}a(2t-3)$$

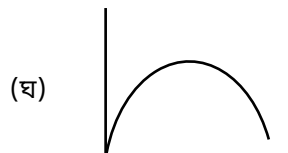
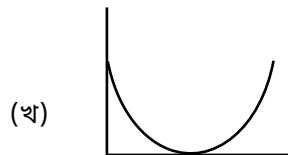
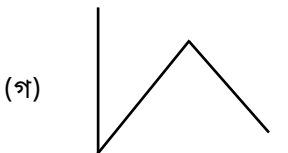
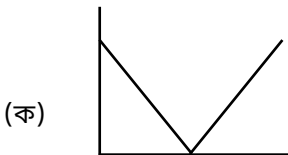
$$= \frac{1}{2}a(2t-1-2t+3)$$

$$= \frac{1}{2}a \cdot 2$$

$$= a \quad (\text{প্রমাণিত})$$

### ❓ বহুনির্বাচনী (MCQ)

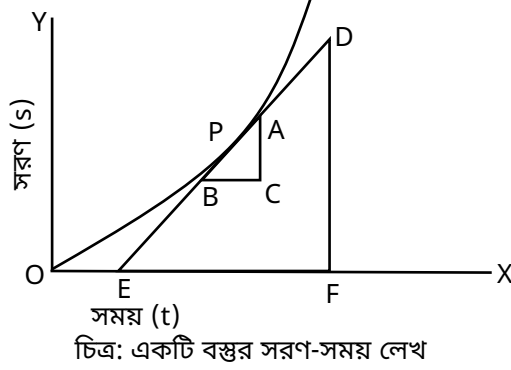
০১. উপরে নিম্নিস্থ কোনো বস্তুর নিক্ষেপের পর থেকে ভূমিতে ফিরে আসা পর্যন্ত সম্পূর্ণ ঘটনার বেগ বনাম সময় লেখচিত্র কোনটি?



উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:** প্রথমে সুস্থম মন্দনে যাবে এবং সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছানোর পর সুস্থম ত্বরণে নিচে নেমে আসবে।

□ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং ০২ ও ০৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও



০২. চিত্রটি কি নির্দেশ করে?

- (i). সরণ বনাম সময় লেখ
- (ii). অসম বেগ
- (iii).  $ED$  এর ঢাল হলো  $p$  বিন্দুতে বেগ

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i (খ) iii (গ) i, iii (ঘ) i, ii, iii উত্তর: (ঘ)

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-৩৮]

**ব্যাখ্যা:** চিত্রে অসম বেগে গতিশীল একটি বস্তুর সরণ বনাম সময় লেখ দেখানো হয়েছে। এবং চিত্রে  $ED$  হলো  $p$  বিন্দুতে বক্র রেখার উপর অঙ্কিত স্পর্শক। সরণ বনাম সময় লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল ঐ বিন্দুতে বেগ নির্দেশ করে। তাই  $ED$  ঢাল  $p$  বিন্দুতে বেগ নির্দেশ করে। অতএব প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)

০৩. চিত্রে সরণ  $DF = 20\text{ m}$  এর জন্য সময়  $EF = 4\text{ sec}$  হলে  $p$  বিন্দুতে বেগের মান কত?

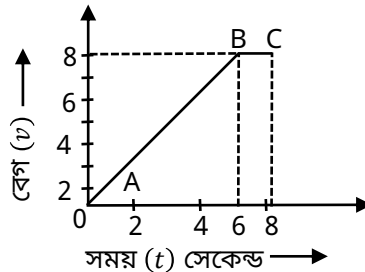
- (ক)  $10\text{ ms}^{-1}$  (খ)  $5\text{ ms}^{-1}$  (গ)  $20\text{ ms}^{-1}$  (ঘ)  $4\text{ ms}^{-1}$  উত্তর: (খ)

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-৩৮]

**ব্যাখ্যা:** চিত্রে  $p$  বিন্দুতে বস্তুর বেগ =  $p$  বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল

$$= ED \text{ এর ঢাল} = \frac{DF}{EF} = \frac{20\text{m}}{4\text{s}} \therefore \text{বেগ} = 5\text{ ms}^{-1}$$

অতএব প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)



০৪. ৪ সেকেন্ডে গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

- (ক) 45 m (খ) 46 m (গ) 56 m (ঘ) 60 m উত্তর: (খ)

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-৪৩]



ব্যাখ্যা: আমরা জানি, প্রথম অংশে

$$6 \text{ s এ দূরত্ব, } s_1 = \left(\frac{u+v}{2}\right)t = \frac{0+8}{2} \times 6 = 24 \text{ m}$$

দ্বিতীয় অংশে বস্তুটি সমবেগে চলে,  $s_2 = v \times t = 8 \times 2 = 16$

$$\therefore 8 \text{ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব } = s_1 + s_2 = 24 + 16 = 40 \text{ m}$$

অতএব প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ০৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$54 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত একজন গাড়ির চালক  $46 \text{ m}$  দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেয়ে সাথে সাথে ব্রেক চাপ দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর সামনে  $1 \text{ m}$  এসে থামল। [উদয়ন হাই স্কুল, বরিশাল; লক্ষ্মীপুর আদর্শ সামাদ সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

০৫. গাড়িটির ত্বরণ কত ছিল?

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৫]

(ক)  $2.5 \text{ ms}^{-2}$  (খ)  $-2.5 \text{ ms}^{-2}$  (গ)  $3.5 \text{ ms}^{-2}$  (ঘ)  $-3.5 \text{ ms}^{-2}$  উত্তর: (খ)

ব্যাখ্যা: আদিবেগ  $u = \frac{54 \times 1000}{3600} = 15 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগ  $v = 0$  দূরত্ব  $s = 46 - 1 = 45$

$$\therefore \text{ত্বরণ } a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{0 - 225}{2 \times 45} = -2.5 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(খ)। প্রশ্নে মন্দন চাওয়া হলে উত্তর হতো  $2.5 \text{ ms}^{-2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ০৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

$30 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে একটি গাড়ি 1 মিনিট পরে  $50 \text{ kmh}^{-1}$  বেগ হয় এবং আরও 1 মিনিট পরে  $70 \text{ kmh}^{-1}$  বেগ প্রাপ্ত হয়। [ব.বো:২০]

০৬. গাড়িটির ত্বরণ কত?

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৩]

(ক)  $0.072 \text{ ms}^{-2}$  (খ)  $0.082 \text{ ms}^{-2}$  (গ)  $0.092 \text{ ms}^{-2}$  (ঘ)  $0.185 \text{ ms}^{-2}$  উত্তর: (গ)

ব্যাখ্যা: আদিবেগ  $u = 30 \text{ kmh}^{-1} = \frac{30 \times 1000}{3600} = 8.33 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগ  $v = 70 \text{ kmh}^{-1} = \frac{70 \times 1000}{3600} = 19.44 \text{ ms}^{-1}$

সময়  $t = 2 \text{ min} = (2 \times 60) \text{ s} = 120 \text{ s}$

$$\therefore \text{ত্বরণ } a = \frac{v - u}{t} = \frac{19.44 - 8.33}{120} = 0.092 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ০৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

নিচের সারণিতে পর পর গাড়ির বেগ দেওয়া হলো- [য.বো:১৯]

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30
বেগ ( $\text{ms}^{-1}$ )	0	20	40	60	60	50	40

০৭. প্রথম ১০ম সেকেন্ডে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত মিটার?

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৫]

(ক) 38

(খ) 42

(গ) 162

(ঘ) 200 উত্তর: (ঘ)

**ব্যাখ্যা:** আদিবেগ  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগ  $v = 40 \text{ ms}^{-1}$  সময়  $t = (10 - 0)s = 10 \text{ sec}$

$$\therefore \text{দূরত্ব } s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t = \left(\frac{0+40}{2}\right) \times 10 = 200$$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(ঘ)।

**বি.দ্র:** প্রশ্নটি অস্পষ্ট। প্রশ্নটি হওয়া উচিত ছিল প্রথম ১০ সেকেন্ডে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত মিটার।

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ০৮ ও ০৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি বাসের সময়ের সাথে বেগের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। [ঢা.বো.:২০]

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30
বেগ ( $\text{ms}^{-1}$ )	0	30	60	90	90	60	30

০৮. প্রথম ১০ সেকেন্ডে বাসের ত্বরণ কত? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা - ৪০]

(ক)  $6 \text{ ms}^{-2}$

(খ)  $-6 \text{ ms}^{-2}$

(গ)  $0.17 \text{ ms}^{-2}$

(ঘ)  $-0.17 \text{ ms}^{-2}$

উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:** আদিবেগ  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগ  $v = 60 \text{ ms}^{-1}$  সময়  $t = (10 - 0)s = 10 \text{ sec}$

$$\therefore \text{ত্বরণ } a = \frac{v-u}{t} = \frac{60-0}{10} = 6 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর: (ক)

০৯. বাসটির ক্ষেত্রে - [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা - ৪০]

(i) ১ম ২০ সেকেন্ডে সমত্বরণে চলে

(ii) শেষ ১০ সেকেন্ডে এর মন্দন

(iii) আদি ভরবেগ শূন্য

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i,ii

(খ) i,iii

(গ) ii,iii

(ঘ) i,ii,iii

উত্তর: (গ)

**ব্যাখ্যা:** (i) লেখচিত্র হতে বোঝা যায় বাসটি প্রথম 15 s হতে 20 s

অবধি  $90 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে গতিশীল থাকে।

অর্থাৎ (i) সঠিক নয়।

(ii) আদিবেগ  $u = 90 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগ  $v = 30 \text{ ms}^{-1}$

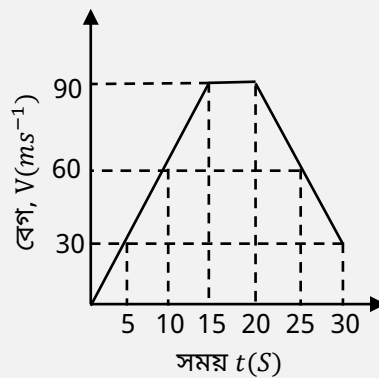
$$\text{সময় } t = (10 - 0)s = 10 \text{ sec}$$

$$\text{ত্বরণ } a = \frac{v-u}{t} = \frac{30-90}{10} = -6 \text{ ms}^{-2} \therefore 6 \text{ ms}^{-2}$$

অর্থাৎ (ii) সঠিক।

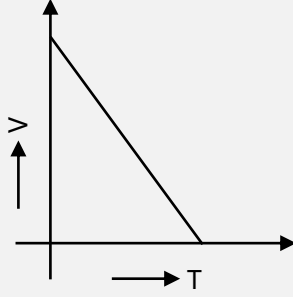
(iii) আদিবেগ  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$  ভর = m

$$\text{আদি ভরবেগ } p = mv \quad p = m \times 0 \quad p = 0$$



অর্থাৎ (iii) সঠিক।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)



১০. গ্রাফটি নির্দেশ করে - [উদয়ন উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়]

(i) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু

(ii) খাড়া উপরের দিকে নিষ্ফিষ্ট বস্তু

(iii) সুষম মন্দনে চলমান বস্তু

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

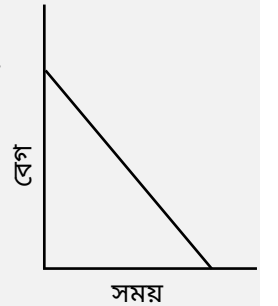
উত্তর: (গ)

**ব্যাখ্যা:** (i) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর লেখচিত্র নিম্নরূপ:

এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে বস্তুর বেগ সময়ের সাথে নির্দিষ্ট হারে বৃদ্ধি পেতে থাকে (প্রতি সেকেন্ডে  $9.8 \text{ ms}^{-1}$ )। সময় যতো বাড়ে বেগও ততো বাড়ে। অর্থাৎ (i) সঠিক নয়।

(ii) অভিকর্ষের বিপরীতে (ভূমি হতে উপরের দিকে) নিষ্ফিষ্ট বস্তুর ক্ষেত্রে বস্তুর গতির বিপরীতে অভিকর্ষ বল ক্রিয়া করে। ফলে বস্তুর বেগ সময়ের সাথে একই হারে হ্রাস পেতে থাকে। এক্ষেত্রে বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে  $9.8 \text{ ms}^{-1}$  করে হ্রাস পাবে।

উপরোক্ত লেখচিত্রে সময়ের সাথে একই হারে বস্তুর বেগ হ্রাস পাওয়া নির্দেশ করে। সময় যতো বাড়ে বেগ ততো কমে এবং সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ শূন্য হয়। অর্থাৎ (ii) সঠিক।



(iii) সরল পথে চলমান বস্তুর সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হারকে ধনাত্মক ত্বরণ বা, ত্বরণ এবং সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হারকে ত্বরণ বা মন্দন বলা হয়। যেহেতু উপরোক্ত চিত্রে সময়ের সাথে একই হারে বস্তুকণার বেগ কমছে তাই উপরোক্ত চিত্রটিই সুষম মন্দনের চিত্র। অর্থাৎ (iii) সঠিক।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)

১১. দুটি ভেক্টর রাশির মান  $7 \text{ m}$  এবং  $5 \text{ m}$  হলে এদের যোগফল হবে - [সি.বো.:১৬]

(i) শূন্য

(ii)  $2 \text{ m}$

(iii)  $12 \text{ m}$

নিচের কোনটি সঠিক? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৩৭]

- (ক) i (খ) ii (গ) iii (ঘ) ii ও iii উত্তর: (ঘ)

**ব্যাখ্যা:** ভেক্টর রাশি দুটির যদি দিক একই হয় তবে তাদের যোগফল হবে  $(7 + 5) = 12$

ভেক্টর রাশি দুটির যদি দিক বিপরীত হয় তবে তাদের যোগফল হবে  $(7 - 5) = 2$

উল্লেখ্য ভেক্টর রাশিদ্বয়ের যোগফল তখনই শূন্য হয় যখন তাদের মান সমান ও দিক বিপরীত হয়।

১২. পর্যায়বৃত্ত গতি হতে পারে- [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ]

- (i) বৃত্তাকার  
(ii) উপবৃত্তাকার  
(iii) সরলরৈখিক

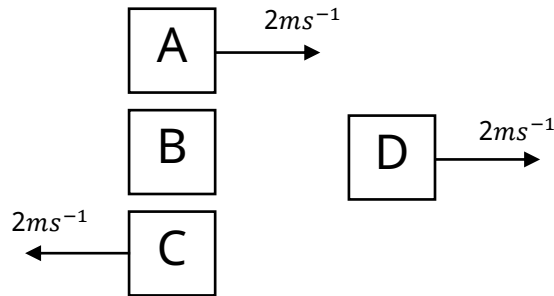
নিচের কোনটি সঠিক? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৩৬]

- (ক) i (খ) i ও ii (গ) i ও iii (ঘ) i ,ii ও iii উত্তর: (ঘ)

**ব্যাখ্যা:** পর্যায়বৃত্ত গতি বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে।

পর্যায়বৃত্ত গতি: কোনো গতিশীল বস্তু যদি নির্দিষ্ট সময় পর পর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু দিয়ে একই দিকে একইভাবে অতিক্রম করে তাহলে সেটাকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলা হয়। এ গতি হতে পারে- বৃত্তাকার – যেমন: ঘড়ির কাঁটার গতি,

উপবৃত্তাকার – যেমন: সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি, সরলরৈখিক – যেমন: বাষ্প বা পেট্রোল ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের মধ্যে পিস্টনের গতি।



১৩. উক্ত ঘটনায় D এর সাপেক্ষে – [ব.বো.১৭]

- (i) বৃত্তাকার  
(ii) উপবৃত্তাকার  
(iii) সরলরৈখিক

নিচের কোনটি সঠিক? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৩৩]

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

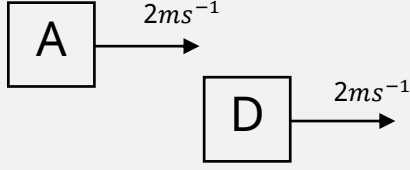
(গ) i ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

উত্তর: (ঘ)

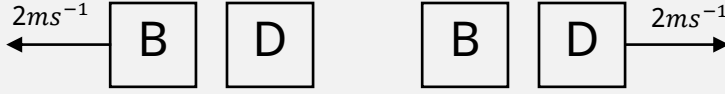
**ব্যাখ্যা:** উক্ত ঘটনায়  $D$  এর সাপেক্ষে  $A$  স্থির,  $B$  সুষম বেগে গতিশীল ও  $C$  এর বেগ সর্বাধিক।

বিস্তারিত  $D$  এর সাপেক্ষে  $A$  স্থির:



এখানে  $D$  হলো প্রসঙ্গ বস্তু।  $D$  ও  $A$  একই দিকে একই বেগে চলছে। সুতরাং  $D$  এর সাপেক্ষে  $A$  এর কোনো আপেক্ষিক বেগ নেই। অর্থাৎ, সময়ের সাথে  $D$  ও  $A$  এর মধ্যবর্তী দূরত্বের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না। সুতরাং,  $D$  এর সাপেক্ষে  $A$  স্থির।

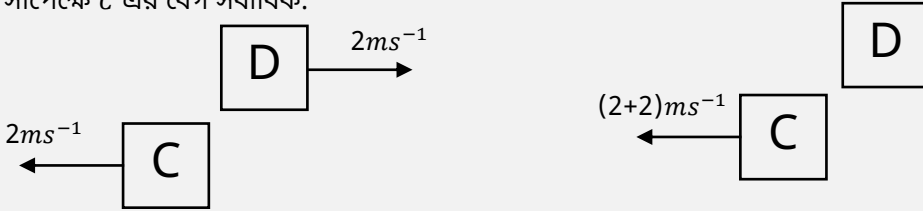
$D$  এর সাপেক্ষে  $B$  সুষম বেগে গতিশীল :



$D$ ,  $B$  থেকে  $2ms^{-1}$  বেগে দূরে সরে যাচ্ছে।  $D$  যেহেতু প্রসঙ্গ বস্তু সেহেতু উল্টোভাবে বলা যায়,  $D$  এর সাপেক্ষে  $B$   $2ms^{-1}$  বেগে পিছনের দিকে দূরে সরে যাচ্ছে।

অর্থাৎ,  $D$  এর সাপেক্ষে  $B$  এর আপেক্ষিক বেগ সব সময়  $2ms^{-1}$ । সুতরাং  $D$  এর সাপেক্ষে  $B$  সুষম বেগে গতিশীল।

$D$  এর সাপেক্ষে  $C$  এর বেগ সর্বাধিক:



$C$  ও  $D$  পরস্পর বিপরীত দিকে  $2ms^{-1}$  বেগে গতিশীল।  $D$  প্রসঙ্গ বস্তু বলে  $D$  এর বেগ শূন্য ধরে  $C$  এর বেগের সাথে  $D$  এর বেগ যোগ করি। অতএব,  $D$  এর সাপেক্ষে  $C$  এর বেগ  $= (2 + 2)ms^{-1} = 4ms^{-1}$

উপরোক্ত বিশ্লেষণ থেকে দেখা যাচ্ছে যে,

$\Rightarrow D$  এর সাপেক্ষে  $A$  এর বেগ শূন্য।

$\Rightarrow D$  এর সাপেক্ষে  $B$  এর বেগ  $2ms^{-1}$

$\Rightarrow D$  এর সাপেক্ষে  $C$  এর বেগ  $4ms^{-1}$

সুতরাং,  $D$  এর সাপেক্ষে  $C$  এর বেগ সর্বাধিক।

১৪. অসম ত্বরণ হলো -

(i) সাইকেলের ত্বরণ

(ii) রিকশার ত্বরণ

(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণ

নিচের কোনটি সঠিক? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪২]

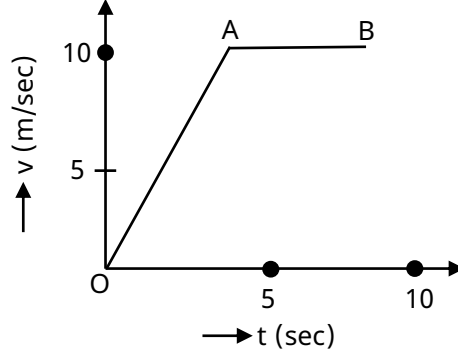
(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i ,ii ও iii

উত্তর: (ক)



১৫. [ব.বো.২১]

(i) OA অংশে গাড়িটি সমত্বরণে চলে

(ii) AB অংশে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব 50 m

(iii) OA অংশে গাড়িটি সমবেগে চলে

নিচের কোনটি সঠিক? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪২]

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i ,ii ও iii

উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:** (i) সঠিক, কারণ বেগ-সময় লেখচিত্রে OA অংশ উর্ধ্বগামী তির্যক সরলরেখা। তাই গাড়িটি এ অংশে সমত্বরণে চলে।

(ii) সঠিক, কারণ  $s = vt = 10 \text{ ms}^{-1} \times (10 - 5) \text{ s} = 50 \text{ m}$

(iii) সঠিক নয়, কারণ (i) সঠিক।

১৬. অক্ষ বরাবর চলমান একটি কণার গতির  $x = u(t - 2s) + a(t - 2s)^2$ ;

এখানে  $x$  সরণ,  $u$  বেগ,  $t$  সময়, ও  $s$  সেকেন্ড নির্দেশ করে। এক্ষেত্রে-

(i) কণাটির আদিবেগ  $u$

(ii) কণাটির ত্বরণ  $2a$

(iii)  $t = 2s$  সময়ে কণাটি আদি অবস্থানে আছে

নিচের কোনটি সঠিক? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৫]

(ক) i ও ii

(খ) ii ও iii

(গ) i ও iii

(ঘ) i ,ii ও iii

উত্তর: (ঘ)

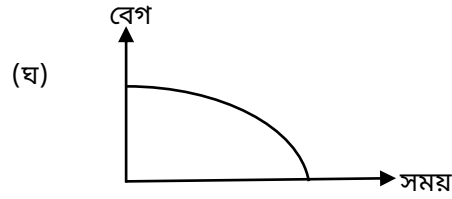
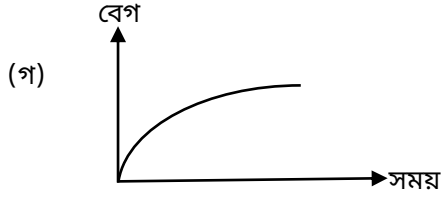
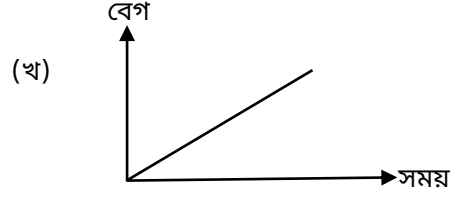
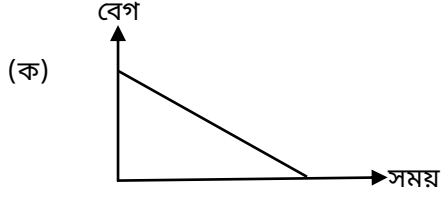
**ব্যাখ্যা:**  $x = u(t - 2s) + a(t - 2s)^2 = u(t - 2s) + \frac{1}{2} \cdot 2a(t - 2s)^2$

একে গতির আদর্শ সমীকরণ এর সাথে তুলনা করে পাই,

আদিবেগ =  $u$  ত্বরণ =  $2a$  আবার,  $t = 2s$  এ  $x = 0$  অর্থাৎ কণাটি আদি অবস্থানে থাকে।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(ঘ)

১৭. নিচের কোন চিত্র দ্বারা একটি গতিশীল বস্তুকণার সুসম মন্দন বুঝানো হচ্ছে? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৩]



উত্তর: (ক)

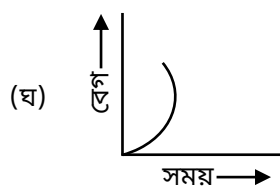
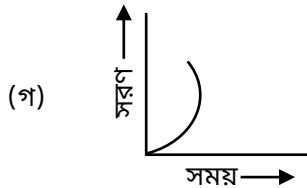
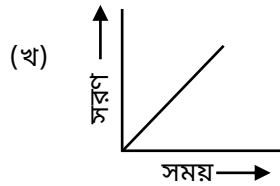
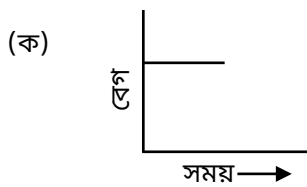
**ব্যাখ্যা:** সুসম মন্দন লেখচিত্র: সরল পথে চলমান বস্তুর সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হারকে ধনাত্মক ত্বরণ বা ত্বরণ এবং সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হারকে ঋণাত্মক ত্বরণ বা মন্দন বলা হয়। যেহেতু (ক) চিত্রে সময়ের সাথে একই হারে বস্তুকণার বেগ কমছে তাই (ক) চিত্রটিই সুসম মন্দনের চিত্র। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(ক)

(খ) চিত্রে সময়ের সাথে একই হারে বেগ বাড়ছে, ফলে এটি সুসম ত্বরণের উদাহরণ।

(গ) চিত্রে সময়ের সাথে একই হারে বেগ বাড়ছে না, ফলে এটি অসম ত্বরণের লেখচিত্র।

(ঘ) চিত্রে সময়ের সাথে একই হারে বেগ কমছে না।

১৮. নিচের কোনটি সুসম ত্বরণের গ্রাফ? [রা.বো:২০] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৩]



উত্তর(গ)

**ব্যাখ্যা:** বস্তুটি স্থির অবস্থান হতে সমত্বরণে গতিশীল হলে, আমরা পাই,

$$s = 0 \times t + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow s = 0 + \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow s = \frac{1}{2}at^2$$

$$\therefore s \propto t^2 \quad [\because \frac{1}{2}a = \text{ধ্রুবক}]$$

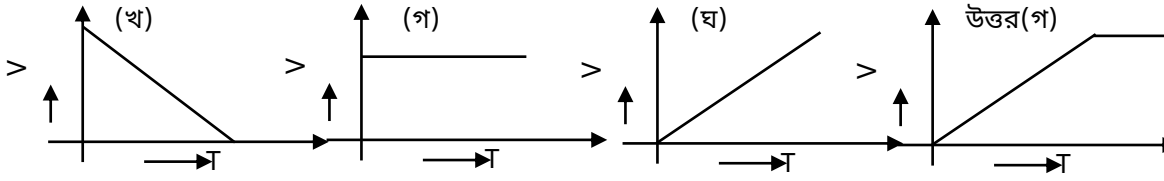
অর্থাৎ স্থির অবস্থান হতে সম-ত্বরণে চলমান বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)

$$\therefore s \propto t^2 \quad [\because \frac{1}{2}a = \text{ধ্রুবক}]$$

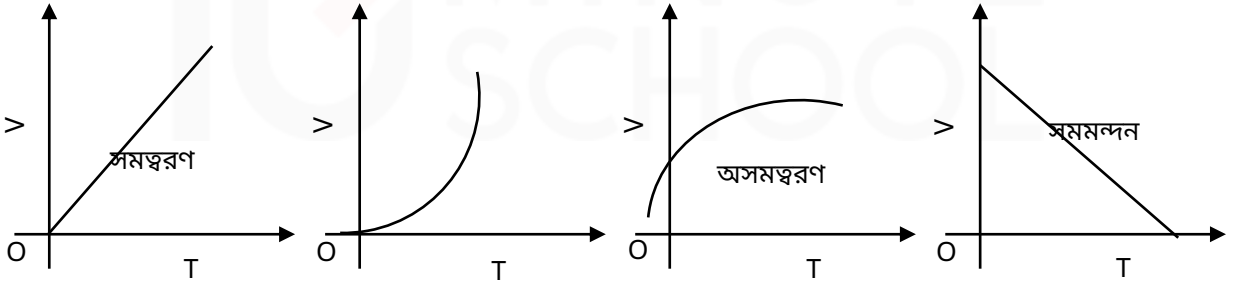
অর্থাৎ স্থির অবস্থান হতে সম-ত্বরণে চলমান বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)

১৯. সমত্বরণে চলন্ত বস্তুর বেগ-সময় গ্রাফ কোনটি? [ব.বো.:২১]

(ক)

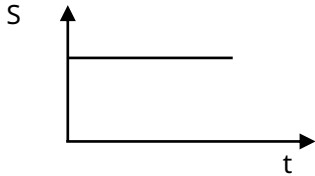


**ব্যাখ্যা:** সমত্বরণে চলন্ত বস্তুর বেগ-সময় গ্রাফ ঊর্ধ্বগামী তির্যক সরলরেখা।

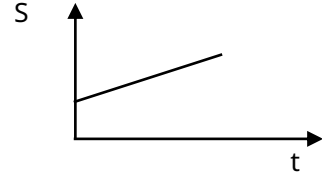


২০. নিচের কোন লেখটি সমবেগ নির্দেশ করে? [ঢা.বো.:১৭] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪১]

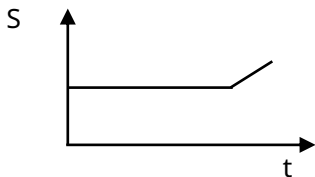
(ক)



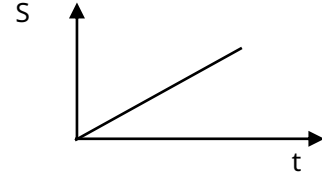
(খ)



(গ)



(ঘ)



উত্তর(?)



উত্তর: (খ) ও (ঘ) উভয়ই সঠিক।

**ব্যাখ্যা:** (খ) ও (ঘ) নং লেখচিত্রটি সময়ের সাথে একই হারে সরণের বৃদ্ধি পাওয়া নির্দেশ করে।

আমরা জানি, বেগ =  $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$  যেহেতু সময়ের সাথে সরণের বৃদ্ধি হার একই সেহেতু বেগ সব সময় একই হবে। সুতরাং (খ) ও (ঘ) নং লেখচিত্রটি সমবেগ নির্দেশ করে। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ) ও (ঘ)।

২১. একটি বস্তুকে  $19.6 \text{ m/s}$  বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে? [দি.বো. ২১]

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৭]

(ক)  $2 \text{ m}$  (খ)  $4.9 \text{ m}$  (গ)  $9.8 \text{ m}$  (ঘ)  $19.6 \text{ m}$  উত্তর: (ঘ)

আদিবেগ  $u = 19.6 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগ  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$  অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$  সর্বোচ্চ উচ্চতা  $H = ?$

$$\therefore v^2 = u^2 - 2gH \Rightarrow 2gH = u^2 - v^2 \Rightarrow H = \frac{u^2 - v^2}{2g}$$

$$= \frac{(19.6)^2 - 0^2}{2 \times 9.8} = 19.6 \text{ m}$$

২২. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু ৬ সেকেন্ডে ৭২ মিটার দূরত্ব অতিক্রম করলে ৩ সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [সি.বো. ১৬]

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৭]

(ক)  $36 \text{ m}$  (খ)  $24 \text{ m}$  (গ)  $18 \text{ m}$  (ঘ)  $8 \text{ m}$  উত্তর: (গ)

**ব্যাখ্যা:** প্রথম ক্ষেত্রে,

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,

সময়,  $t_1 = 6 \text{ s}$

সময়,  $t_2 = 3 \text{ s}$

দূরত্ব,  $h_1 = 72 \text{ m}$

দূরত্ব,  $h_2 = ?$

পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্র হতে,

$$\frac{h_1}{(t_1)^2} = \frac{h_2}{(t_2)^2} \Rightarrow \frac{72}{6^2} = \frac{h_2}{3^2} \Rightarrow h_2 = \frac{72}{6^2} \times 3^2 \Rightarrow h_2 = 18 \text{ m}$$

২৩. একটি মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু  $5 \text{ s}$  এ  $25 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করে। ৬ষ্ঠ সেকেন্ডে বস্তুটি আর কত দূরত্বে যাবে?

[দি.বো.২১] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৭]

(ক)  $36 \text{ m}$  (খ)  $30 \text{ m}$  (গ)  $11 \text{ m}$  (ঘ)  $5 \text{ m}$  উত্তর: (গ)

**ব্যাখ্যা:**  $\frac{s_6}{s_5} = \left(\frac{t_6}{t_5}\right)^2 \Rightarrow s_6 = s_5 \times \left(\frac{t_6}{t_5}\right)^2$

$$= 25 \times \left(\frac{6}{5}\right)^2 = 36 \text{ m}$$

$\therefore s_{6th} = s_6 - s_5 = 36 \text{ m} - 25 \text{ m} = 11 \text{ m}$

২৪. প্যারাসুট ব্যবহার করে বিমান থেকে আরোহীরা নিরাপদে মাটিতে নেমে আসতে পারে কেন? [ভিকারুননিসা নুন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৭]

- (ক) বায়ুর বাধাকে কাজে লাগিয়ে  
(খ) অভিকর্ষ বলের দিকে ক্রিয়াশীল হয়ে  
(গ) পতনের গতি বৃদ্ধি করার ফলে  
(ঘ) প্যারাসুটের বাইরের তলে বায়ুপ্রবাহকে কাজে লাগিয়ে উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:** প্যারাসুট যখন অভিকর্ষ বলের প্রভাবে নিচে নেমে আসে তখন প্যারাসুটের উপর অভিকর্ষ বলের বিপরীতে বায়ুর বাধাজনিত বল কাজ করে। এভাবে প্যারাসুট আরোহীগণ নিরাপদে মাটিতে নেমে আসেন।

২৫. স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় বস্তুকে ছেড়ে দিলে চারগুণ দূরত্বে বেগের কতগুণ বৃদ্ধি পাবে? [ব.বো ১৭] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৯]

- (ক)  $\frac{1}{4}$  (খ)  $\frac{1}{2}$  (গ) 1 (ঘ) 4 উত্তর: (গ)

**ব্যাখ্যা:** পড়ন্ত বস্তুর ৩য় সূত্রানুসারে,  $h \propto t^2 \Rightarrow \sqrt{h} \propto t$  [বর্গমূল করে]... ..(i)

পড়ন্ত বস্তুর ২য় সূত্রানুসারে,  $v \propto t$ ... ..(ii)

(i) ও (ii) হতে পাই  $v \propto \sqrt{h}$ ,

$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{4h_1}{h_1}} \quad [\text{দূরত্ব 4 গুণ হবে বলে, } h_2 = 4h_1]$$

$$\Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{4} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2 \therefore v_2 = 2v_1$$

সুতরাং, বেগবৃদ্ধি  $\Delta v = v_2 - v_1 = 2v_1 - v_1 = 1v_1$

অর্থাৎ, বেগ বৃদ্ধি পাবে 1 গুণ। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)

বস্তু	আদিবেগ (m/s)	শেষবেগ (m/s)	সময় (s)	ত্বরণ ( $\text{ms}^{-2}$ )
হরিণ	0	30	5	X
বাস দুর্ঘটনা	30	0	Y	-15
জেট বিমান	450	750	100	Z

২৬. উপরের টেবিলে X, Y, Z এর মানের পর্যায়ক্রম কোনটি? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৭]

- (ক) 2,6,3 (খ) 3,2,6 (গ) 6,2,3 (ঘ) 6,2,5 উত্তর: (গ)

**ব্যাখ্যা:** হরিণের ক্ষেত্রে,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } 30 = 0 + 5X$$

$$\text{বা, } 5X = 30$$

$$\text{বা, } X = 6$$

বাস দুর্ঘটনার ক্ষেত্রে,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } 0 = 30 + a(-15) \times Y$$

$$\text{বা, } 15Y = 30$$

$$\text{বা, } Y = 2$$

জেট বিমানের ক্ষেত্রে,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } 750 = 450 + Z$$

$$\text{বা, } Z = \frac{750-450}{100}$$

$$\text{বা, } Z = 3$$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(গ)

২৭. স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে বস্তুর যেকোনো সময়ের বেগ বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের - [চ.বো. ২১]

[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৫]

(ক) সমানুপাতিক

(খ) বর্গের সমানুপাতিক

(গ) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

(ঘ) বর্গমূলের সমানুপাতিক

উত্তর: (ঘ)

**ব্যাখ্যা:** গতির একটি সমীকরণ হলো:  $v^2 = u^2 + 2as$

স্থির অবস্থানের ক্ষেত্রে  $u$  বা,  $u^2$  এর মান শূন্য (0) তাহলে  $v^2 = 2as$  বা,  $v = \sqrt{2a} \cdot \sqrt{s}$

সমত্বরণের ক্ষেত্রে  $\sqrt{2a}$  ধ্রুবক বিধায়  $v \propto \sqrt{s}$

অর্থাৎ প্রদত্ত শর্তে বেগ অতিক্রান্ত দূরত্বের বর্গমূলের সমানুপাতিক। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(ঘ)

২৮. একটি গাড়ির বেগ যথাক্রমে  $0.4 \text{ ms}^{-1}$ ,  $0.8 \text{ ms}^{-1}$ ,  $1.2 \text{ ms}^{-1}$  ও  $1.6 \text{ ms}^{-1}$  হারে বাড়ছে। এই ক্ষেত্রে গাড়িটি চলছে-

[য.বো. ২১] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৪৩]

(ক) সুষম ত্বরণে

(খ) সুষম ভরবেগে

(গ) সুষম বেগে

(ঘ) অসম ত্বরণে

উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:**  $0.8 \text{ ms}^{-1} - 0.4 \text{ ms}^{-1} = 0.4 \text{ ms}^{-1}$

$1.2 \text{ ms}^{-1} - 0.8 \text{ ms}^{-1} = 0.4 \text{ ms}^{-1}$

$1.6 \text{ ms}^{-1} - 1.2 \text{ ms}^{-1} = 0.4 \text{ ms}^{-1}$

বেগ বৃদ্ধির হার সমান বিধায় ত্বরণ সুষম।

২৯. 10 m ব্যাসবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে পরিধির এক-চতুর্থাংশ অতিক্রম করলে সরণ কত হবে? [কু.বো ১৫] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা -৩১]

(ক) 7.854 m

(খ) 7.071 m

(গ) 5 m

(ঘ) 2.5 m

উত্তর: (খ)

**ব্যাখ্যা:** বৃত্তের ব্যাসার্ধ =  $\frac{\text{ব্যাস}}{2} = \frac{10}{2}$

ধরি, A বিন্দু থেকে বৃত্তের এক চতুর্থাংশ অতিক্রম করে B বিন্দুতে আসে।

তাহলে, OAB একটি সমকোণী ত্রিভুজ উৎপন্ন হবে যার, OA =

OB = ব্যাসার্ধ

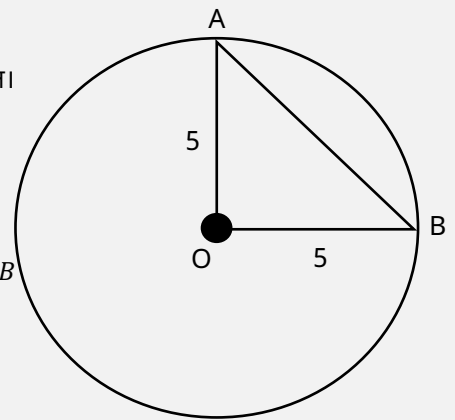
$\therefore OA = OB = 5 \text{ m}$

এখন, A ও B বিন্দুর সরল রৈখিক দূরত্বই হবে সরণ। অর্থাৎ, সরণ = AB

পীথাগোরাসের সূত্রানুসারে, ভূমি<sup>২</sup> + লম্ব<sup>২</sup> = অতিভূজ<sup>২</sup>

বা,  $OB^2 + OA^2 = AB^2$  বা,  $5^2 + 5^2 = AB^2$  বা,  $50 = AB^2$

$\therefore AB = \sqrt{50} = 7.071$



অর্থাৎ, সরণ  $7.071\text{ m}$

৩০.  $5\text{ m}$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে এক বালক ৪ পাক সম্পূর্ণ ঘুরল। বালকটির সরণ কত? [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা - ৩১]  
[উদয়ন উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়]

(ক)  $0\text{ m}$  (খ)  $1.0\text{ m}$  (গ)  $2.0\text{ m}$  (ঘ)  $3.14\text{ m}$  উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:** বৃত্তাকার পথে গতিশীল কোনো বস্তু সমগ্র বৃত্তাকার পথ একবার ঘুরে আসলে বস্তুর প্রকৃতপক্ষে কোনো সরণ হয় না। কেননা সেক্ষেত্রে বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থান একই হবে অর্থাৎ আদি ও শেষ অবস্থানের মধ্যে কোনো দূরত্ব থাকবে না। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(ক)

৩১. নিচের কোনটি স্কেলার রাশি? [চ.বো. ১৭]

(ক) তড়িৎ তীব্রতা (খ) ত্বরণ (গ) ওজন (ঘ) চাপ উত্তর: (ঘ)

৩২. নিচের কোনটি ভেক্টর রাশি? [চ.বো. ১৭] [Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা - ৩৭]

(ক) দ্রুতি (খ) কাজ  
(গ) বিভব (ঘ) তড়িৎ প্রবাহ উত্তর: সঠিক উত্তর নেই

**ব্যাখ্যা:** এখানে দ্রুতি, কাজ, বিভব, তড়িৎ প্রবাহ চারটিই স্কেলার রাশি। আপাতদৃষ্টিতে তড়িৎ প্রবাহের দিক আছে বলে একে ভেক্টর রাশি বলে মনে হয়। কিন্তু মানও অভিমুখযুক্ত সকল রাশিই ভেক্টর রাশি নয়। তড়িৎ প্রবাহ রাশিটির মানও অভিমুখ থাকলেও দুটি নির্দিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ ভেক্টর যোগের বিনিময় সূত্র মেনে চলে না। তাই এই রাশিটির মানও অভিমুখ থাকলেও এটি ভেক্টর রাশি নয়।

৩৩. পেট্রোল ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের মধ্যে পিস্টনের গতি কোন ধরনের গতি? [চ.বো. ১৭]

(ক) রৈখিক গতি (খ) ঘূর্ণন গতি (গ) চলন গতি (ঘ) পর্যায়বৃত্ত গতি উত্তর: (ঘ)

৩৪. সরল দোলকের গতি কী রকম গতি? [ব.বো. ১৫]

(ক) রৈখিক গতি (খ) ঘূর্ণন গতি (গ) চলন গতি (ঘ) স্পন্দন গতি উত্তর: (ঘ)

**ব্যাখ্যা:** সরলদোলকের গতি এক প্রকার গতি।

স্পন্দন গতি: পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। স্পন্দন গতির উদাহরণ হচ্ছে সরল দোলকের গতি, কম্পনশীল সুরশলাকার গতি ও গিটারের তারের গতি।

৩৫. চলন্ত ট্রেনে দুই বন্ধু যদি মুখোমুখি বসে থাকে, তবে একজনের সাপেক্ষে অন্যজনের অবস্থানকে কী বলে? [মতিঝিল সরকারি বালক উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

(ক) আপেক্ষিক স্থিতি (খ) আপেক্ষিক গতি (গ) স্থিতি (ঘ) গতি উত্তর: (ক)

**ব্যাখ্যা:** ট্রেন গতিশীল। পরস্পরের সাপেক্ষে দুই বন্ধু স্থির অর্থাৎ একজনের সাপেক্ষে অন্যের অবস্থানের কোনো পরিবর্তন হচ্ছে না। তাদের আপেক্ষিক গতিবেগ শূন্য। সুতরাং তাদেরকে একজনের সাপেক্ষে অপরজনকে স্থিতিশীল বলা যেতে পারে, যা আপেক্ষিক স্থিতি। যেহেতু ট্রেনটি বেগে গতিশীল। তাই ট্রেনে অবস্থিত সবকিছু বেগে এগিয়ে যাচ্ছে। অর্থাৎ দুই বন্ধুর বেগ সমান হওয়ায় তাদের মধ্যে কোনো আপেক্ষিক বেগ নেই। অর্থাৎ, একজন অপরজনের সাপেক্ষে স্থিতিতে আছে বলা যায়। অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর(ক)