

## অধ্যায় : ২ ♦ গতি

### ১ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ

রাজীবরা সপরিবারে সিলেটের জাফলং বেড়াতে যাবার জন্য একটি মাইক্রোবাসে রওনা হলো। সে যাত্রার শুরু থেকে সিলেট যাওয়া পর্যন্ত প্রতি 5 মিনিট পর পর গাড়ির স্পিডোমিটার থেকে বেগের মান তথা দ্রুতি লিখে নিল। বেগের মান পেল যথাক্রমে প্রতি ঘন্টায় 18 , 36 , 54 , 54 , 54 , 36 ও 18 কিলোমিটার।

(ক) তাৎক্ষনিক দ্রুতি কী?

(খ) সুষমবেগে চলমান কোন বস্তুর ত্বরণ ব্যাখ্যা কর।

(গ) প্রথম 5 মিনিটের গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) সংগৃহিত উপাত্ত দিয়ে বেগ-সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে তা ব্যাখ্যা কর।

### ১ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

ক.

গতিশীল কোন বস্তুর কোন একটি বিশেষ মুহূর্তের দ্রুতিকে তাৎক্ষনিক দ্রুতি বলে।

খ.

যদি কোন বস্তুর গতিকালে তার বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকে তাহলে বস্তুর বেগকে সুষম বেগ বলে। আবার বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। অর্থাৎ বেগের পরিবর্তন হলেই ত্বরণ হয়। তাই সুষম বেগের ক্ষেত্রে ত্বরণ হয় না কিন্তু অসম বেগের ক্ষেত্রে ত্বরণ হয়।

গ.

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

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

$$\text{শেষবেগ, } v = 18kmh^{-1} = \frac{18 \times 1000}{3600} ms^{-1} = 5ms^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 5 \text{ min} = (5 \times 60)s = 300s$$

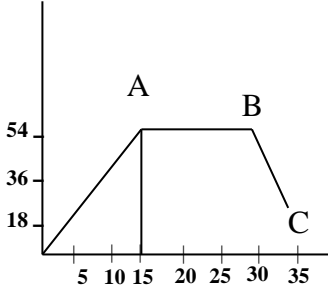
$$\therefore s = \left( \frac{0ms^{-1} + 5ms^{-1}}{2} \right) \times 300s$$

$$= 2.5ms^{-1} \times 300s$$

$$= 750m$$

অতএব, প্রথম 5 মিনিটে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব 750 m.

ঘ.



ছক কাগজে X-অক্ষ বরাবর সময় (t) , Y-অক্ষ বরাবর বেগ (v) স্থাপন করি। গাড়িটি স্থির অবস্থান থেকে আরম্ভ করে বলে এর আদিবেগ 0, তাই লেখচিত্রটি শূন্য থেকে শুরু হয়েছে। গাড়িটি 15 মিনিটে সমত্বরণের চলে 54kmh<sup>-1</sup> বেগপ্রাপ্ত হয় এবং লেখচিত্রটি A বিন্দু পর্যন্ত উপরমুখী হয়। গাড়িটি পরবর্তী 15 মিনিটে সমবেগে চলে। তাই সেই মুহূর্তে লেখচিত্রটি X-অক্ষের সমান্তরালে চলে B বিন্দু পর্যন্ত পৌঁছে। তারপর আবার গাড়িটির বেগ কমতে থাকে অর্থাৎ মন্দন হয়ে। 35 তম মিনিটে তার বেগ 18kmh<sup>-1</sup> হয়, তাই গ্রাফটি নিম্নমুখী হয়ে C বিন্দুতে পৌঁছে।

## ২ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ

সালাম তার খামারে উৎপাদিত ডিম বিক্রি করার জন্য একটি ট্রাক ভাড়া নেয় এবং ডিমগুলো যথাযথভাবে প্যাকেট করে ট্রাকে ওঠায়। ডিমসহ ট্রাকের ভর  $1.5 \times 10^5 \text{kg}$ । ট্রাকটি  $32 \text{kmh}^{-1}$  বেগে চলছিল। পথিমধ্যে চালক ট্রাকের নিয়ন্ত্রণ হারিয়ে ফেলে। দুর্ঘটনা অনিবার্য দেখে চালক ট্রাকটিকে রাস্তার পাশের একটি খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেয়। ট্রাকটি 1.0sec-এ থেমে যায়। এতে সালাম বড় দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়। সংঘর্ষে সালাম আহত হলেও অধিকাংশ ডিম অক্ষত থাকে।

(ক) বেগ কাকে বলে? ১

(খ) দুর্ঘটনায় সালাম আহত হলেও অধিকাংশ ডিম কেন অক্ষত অবস্থায় রয়ে গেল ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) ট্রাকের ওপর ক্রিয়ারত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) “চালক ট্রাকটিকে নরম খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেওয়ায় সালাম বড় ধরনের দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়” গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে এর যথার্থতা নির্ণয় কর। ৪

## ২ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

ক

উত্তর : নির্দিষ্ট দিকে কোনো গতিশীল বস্তুর স্থান পরিবর্তনের হারকে বেগ বলে।

খ

উত্তর : আমরা জানি, চলন্ত গাড়ি (ট্রাক) হঠাৎ থামলে যাত্রী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। ট্রাকচালক পথিমধ্যে এক পর্যায়ে ট্রাকের নিয়ন্ত্রণ হারিয়ে ফেললে ট্রাক নিশ্চিত দুর্ঘটনার সম্মুখীন হয়। চালক দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পাওয়ার জন্য ট্রাকটি খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেয়। কিন্তু সালাম সিটবেল্ট পরিধান না করায় সে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে আহত হয়। কারণ ট্রাক খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ট্রাক সংলগ্ন সালামের শরীরের নিচের অংশ স্থিতি জড়তার জন্য থেমে যায় আর গতি জড়তার জন্য তার শরীরের ওপরের অংশ গাড়ির গতিতে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। আর ডিমগুলো যথাযথভাবে প্যাকেট করে ট্রাকে উঠানোর কারণেই অধিকাংশ ডিম অক্ষত অবস্থায় রয়ে গেছে।

গ.

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= m \frac{(v - u)}{t} \quad \left[ \because a = \frac{v - u}{t} \right]$$

$$= 1.5 \times 10^5 \text{ kg} \times \frac{0 \text{ ms}^{-1} - 20 \text{ ms}^{-1}}{1 \text{ s}}$$

$$= 1.5 \times 10^5 \text{ kg} \times \frac{-20 \text{ ms}^{-1}}{1 \text{ s}}$$

$$= -3 \times 10^6 \text{ kg ms}^{-2}$$

$$= -3 \times 10^6 \text{ N}$$

অতএব, ট্রাকের ওপর ক্রিয়ারত বলের পরিমাণ  $-3 \times 10^6 \text{ N}$

এখানে,

$$\text{ট্রাকের আদি বেগ, } u = 72 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= \frac{72 \times 100 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = 20$$

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

$$\text{ট্রাকের শেষ বেগ, } v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ট্রাকের ভর, } m = 1.5 \times 10^5 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t = 1 \text{ s}$$

ঘ.

চালক ট্রাকটিকে নরম খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেওয়ায় সালাম বড় ধরনের দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়। নিচে গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে এর যথার্থতা নির্ণয় করা হলো –

এখানে, ট্রাক ও খড়ের গাদার মধ্যে সংঘর্ষকাল ছিল,  $t = 1.0 \text{ s}$

$$\text{ট্রাকের ভর, } m = 1.5 \times 10^5 \text{ kg}$$

চলন্ত অবস্থায় ট্রাকের বেগ,  $v_1 = 72 \text{ kmh}^{-1}$

$$= \frac{72 \times 1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}}$$

$$= 20 \text{ ms}^{-1}$$

সংঘর্ষের পর ট্রাক থেমে যাওয়ায় বেগ,  $v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং ট্রাকটি থামাতে প্রযুক্ত বল, } F &= \frac{m(v_2 - v_1)}{t} \\ &= \frac{1.5 \times 10^5 \text{ kg} (0 \text{ ms}^{-1} - 20 \text{ ms}^{-1})}{1.0 \text{ s}} \\ &= \frac{1.5 \times 10^5 \text{ kg} (-20 \text{ ms}^{-1})}{1.0 \text{ s}} \\ &= -30 \times 10^5 \text{ kg ms}^{-2} \\ &= -30 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

ট্রাকটি সম্পূর্ণ থামানোর সময় খড়ের গাদার ওপর  $-30 \times 10^5 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করেছিল।

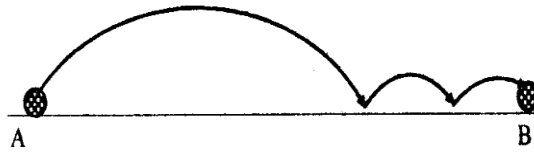
কিন্তু খড়ের গাদার পরিবর্তে যদি কোনো শক্ত দেয়াল বা গাছের সাথে সংঘর্ষ হতো তবে সংঘর্ষকাল আরো কম হতো।

মনে করা যাক, সে সময়  $t =$  পূর্বের সময়ের অর্ধেক। অর্থাৎ,  $t = 0.5 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{তাহলে, এক্ষেত্রে ট্রাকটি থামাতে প্রযুক্ত বল, } F &= \frac{m(v_2 - v_1)}{t} \\ &= \frac{1.5 \times 10^5 \text{ kg} (0 \text{ ms}^{-1} - 20 \text{ ms}^{-1})}{0.5 \text{ s}} \\ &= \frac{1.5 \times 10^5 \text{ kg} (-20 \text{ ms}^{-1})}{0.5 \text{ s}} \\ &= -60 \times 10^5 \text{ kg ms}^{-2} \\ &= -60 \times 10^5 \text{ N} \end{aligned}$$

এক্ষেত্রে দেখা যাচ্ছে, পূর্বের ঘটনার দ্বিগুণ বল প্রযুক্ত হবে। ফলে খড়ের গাদার পরিবর্তে কোনো দেয়াল বা গাছের সাথে সংঘর্ষ ঘটলে ক্ষয়ক্ষতির পরিমাণ দ্বিগুণ হতো। সুতরাং বলা যায়, চালক ট্রাকটি খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেওয়ায় সালাম বড় ধরনের দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়।

### ৩ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ



চিত্রে, A অবস্থানে, 0.5kg ভরের একটি ফুটবল স্থির অবস্থায় রয়েছে। ফুটবলটিকে কিক করা হলে এটি তীর চিহ্নিত পথে B স্থানে পৌঁছে। ফুটবলটিতে পা দিয়ে বল প্রয়োগ করলে গতির সঞ্চার হয় এবং একসময় এটি আবার স্থির অবস্থায় ফিরে আসে। কিন্তু এর অবস্থান এক থাকে না, অবস্থানের পরিবর্তন হয়।

- (ক) গতি কাকে বলে? ১
- (খ) কোনো বস্তুর স্থিতি ও গতির মধ্যে পার্থক্য কী? ২
- (গ) A অবস্থান থেকে B অবস্থানের দূরত্ব যদি 50m হয় এবং B অবস্থানে পৌঁছতে ফুটবলটির যদি 5 sec সময় লাগে, তবে ফুটবলটির প্রাপ্ত বেগ কত এবং এর উপর কত বল প্রযুক্ত হয়েছিল? ৩
- (ঘ) A থেকে B পথে ধেয়ে আসা ফুটবলটির স্থিতি ও গতি উভয়ই আপেক্ষিক, পরম নয়।'– উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। ৪

### ৩ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

ক

গতি: সময়ের পরিবর্তনের সাথে পারিপার্শ্বিক সাপেক্ষ যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে তখন তাকে গতিশীল বলা হয়। আর এ অবস্থানের পরিবর্তন ঘটানোকে গতি বলে।

খ

কোনো বস্তুর স্থিতি ও গতির মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

পার্থক্যের বিষয়	স্থিতি	গতি
১. বস্তুর বেগ	সকল স্থিতিশীল বেগ শূন্য	সকল গতিশীল বস্তুর বেগ শূন্য অপেক্ষা বড়।
২. পরিমাপ করা	বস্তুর স্থিতি পরিমাপ করা সম্ভব নয়।	বস্তুর গতি বিভিন্ন রাশি দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেমন, সরণ, দ্রুতি, বেগ ইত্যাদি
৩. মহাবিশ্বের সকল বস্তু	কোনো বস্তুই পরম স্থিতিশীল নয়।	সকল বস্তুই গতিশীল।

গ.

$$\text{আমরা জানি, } s = \frac{1}{2} at^2 ; \text{ যখন, } u = 0$$

$$\text{বা, } 50m = \frac{1}{2} \times a \times (5s)^2$$

$$\text{বা, } 50 = \frac{1}{2} \times a \times 25s^2$$

$$\therefore a = \frac{100m}{25s^2} = 4ms^{-2}$$

$$\text{আবার, } v^2 = 2as$$

$$\text{ফুটবলটির ভর, } m = 0.5kg$$

এবং এটি A অবস্থানে স্থির ধরে নেওয়া হয়েছে।

$$\text{অর্থাৎ, } u = 0$$

$$\text{দেওয়া আছে, } S = 50 \text{ m ; } t = 5 \text{ sec.}$$

$$\text{বের করতে হবে, } V = ? \text{ এবং } F = ?$$

$$\text{বা, } v^2 = 2 \times 4\text{ms}^{-2} \times 50\text{m} = 400\text{m}^2\text{s}^{-2}$$

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

$$\text{এখন, } F = ma = 0.5\text{kg} \times 4\text{ms}^{-2} = 2\text{N}$$

অতএব, ফুটবলটির প্রাপ্ত বেগ  $20 \text{ ms}^{-1}$  এবং প্রযুক্ত বল  $2\text{N}$

ঘ .

উত্তর: 'A থেকে B পথে ধেয়ে আসা ফুটবলটির স্থিতি ও গতি উভয়ই আপেক্ষিক, পরম নয়।'—উক্তিটির সত্যতা যাচাই: ফুটবলটির স্থিতিশীল না গতিশীল তা বুঝার জন্য এর আশেপাশে থেকে আর একটি বস্তুকে নিতে হবে যাকে আমরা প্রসঙ্গ বস্তু বলতে পারি। এ প্রসঙ্গে বস্তু ও ফুটবলের অবস্থান যদি সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে ফুটবলটি প্রসঙ্গে বস্তুটির সাপেক্ষে স্থির বলে ধরা হয়। ফুটবল ও প্রসঙ্গ বস্তু যদি অ থেকে ই এর দিকে একই বেগ চলতে থাকে তাহলেও কিন্তু সময়ের সাথে এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না, যদিও প্রকৃত পক্ষে ফুটবলটি গতিশীল। সুতরাং ফুটবলটিকে স্থিতিশীল বলা যেতে পারে। সেরূপ পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে ফুটবলটির গতিকে আমরা পরম গতি বলতে পারি। কিন্তু এ মহাবিশ্বে এমন কোন প্রসঙ্গ বস্তু পাওয়া সম্ভব নয়, যা প্রকৃত পক্ষে স্থিরে রয়েছে। কারণ, পৃথিবী প্রতিনিয়ত সূর্যের চারদিকে ঘুরছে, সূর্য তার গ্রহ, উপগ্রহনিয়ে নভোমণ্ডলের চারদিকে ঘুরছে। কাজেই আমরা যখন কোন বস্তুকে স্থিতিশীল বা গতিশীল বলি, তা আমরা কোন আপাত স্থিতিশীল বস্তুর সাপেক্ষে বলে থাকি। কাজেই আমরা বলতে পারি A থেকে B পথে দেয়ে আসা ফুটবলটির স্থিতি ও গতি উভয়ই আপেক্ষিক পরম নয়।

### ৪ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ

একটি রাইফেল থেকে  $1\text{kms}^{-1}$  বেগে  $10\text{g}$  ভরের একটি বুলেট ছোড়া হল। এক্ষেত্রে গুলি ও রাইফেলের উপর ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল কাজ করেছে। এ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া গুলি ও রাইফেলের সাম্যাবস্থায় বা গতিশীল আবস্থায় থাকা বা একে অপরের সংপর্শে থাকা বা না থাকার ওপর নির্ভরশীল নয়— সর্বত্রই বর্তমান থাকে।

(ক) অসম বেগ কী? ১

(খ) শব্দের বেগ সুসম বেগ ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) রাইফেলের ভর  $2\text{kg}$  হলে এর পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গুলি ও রাইফেলের ক্রিয়া- প্রতিক্রিয়া এদের সাম্যাবস্থায় বা গতিশীল অবস্থায় থাকা বা না থাকার ওপর নির্ভরশীল তা বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৪ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

ক.

কোন বস্তু যদি গতিকালে তার বেগের মান ও দিক বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটে তাহলে বস্তুর সেই বেগকে অসম বেগ বলে।

খ.

উত্তর : যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বেগকে সুসম বেগ বলে। শব্দের বেগ সুসম বেগের একটি প্রকৃষ্ট উদাহরণ। শব্দ নির্দিষ্ট দিকে সর্বদা সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে। আর তা হচ্ছে  $0^\circ$  সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বায়ুতে প্রতি সেকেন্ডে  $332\text{m}$ । শব্দ কোন নির্দিষ্ট দিকে প্রথম সেকেন্ডে  $332\text{m}$ , দ্বিতীয় সেকেন্ডে  $332\text{m}$  এবং এরূপ প্রতি সেকেন্ডে করে চলতে থাকে। এখানে শব্দের বেগের মান ও দিক একই থাকায় শব্দের বেগ  $332\text{m}^{-1}$  হল সুসম বেগ।

গ.

ধরি, গুলির বেগের দিক ধনাত্মক। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে,

আমরা জানি,

$$m^1u^1 + m^2u^2 = m^1v^1 + m^2v^2$$

$$\text{বা, } 0 + 0 = 10^{-2} \text{ kg} \times 10^3 \text{ms}^{-1} +$$

$$2\text{kg} \times v_2$$

$$\text{বা, } \frac{10\text{gms}^{-1}}{2\text{kg}} = v$$

$$\therefore v_2 = -5\text{ms}^{-1}$$

$$\text{এখানে, গুলির ভর, } m_1 = 10\text{g} = 10 \times 10^{-3}$$

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

$$\text{রাইফেলের ভর, } m_2 = 2\text{kg}$$

$$\text{গুলির আদিবেগ, } u_1 = 0 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{রাইফেলের আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ms}^{-1}$$

$$\text{গুলির শেষবেগ } v_1 = 1\text{kms}^{-1} = 10^3\text{ms}^{-1}$$

$$\text{রাইফেলের শেষবেগ, } v_2 = ?$$

দেখা যাচ্ছে, রাইফেলের বেগ ঋণাত্মক, অর্থাৎ গুলির বেগ যদিও, রাইফেলের বেগ তার বিপরীত দিকে।

ঘ.

নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে, প্রত্যেক ক্রিয়াবই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া রয়েছে। অর্থাৎ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সমান ও বিপরীতমুখী। মনে করি, P হল গুলি এবং Q হল রাইফেল। তাহলে P ও Q এর ওপর  $F_1$  বল প্রয়োগ করে। তাহলে সূত্রানুসারে, Q ও P বস্তুর ওপর সমান ও বিপরীত  $F_2$  বল প্রয়োগ করবে। Q এর ওপর P এর বলকে ক্রিয়া আর P এর ওপর Q এর বলকে প্রতিক্রিয়া বলে। নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে,  $F_2 = -F_1$

ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া বল সব সময়ই দুটি ভিন্ন বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে, কখনোই একই বস্তুর উপর ক্রিয়া করে না। প্রতিক্রিয়া বলটি ততক্ষণই থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বলটি থাকবে। ক্রিয়া থেমে গেলে প্রতিক্রিয়াও থেমে যাবে। এ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বস্তুগুলোর সাম্যাবস্থায় বা গতিশীল অবস্থায় থাকা বা না থাকার ওপর নির্ভরশীল নয়- সর্বত্রই বর্তমান থাকে।

৫ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ

54 kmh<sup>-1</sup> বেগে চলন্ত একজন গাড়ির চালক 46m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন এতে গাড়িটি পথচারী 1m সামনে এসে থেমে গেল। ব্রেক করার মুহূর্তে গাড়ির যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েছিল।

- (ক) মন্দন কী? ১
- (খ) কোনো বস্তুর ওপর মোট বলে শূন্য হলে ত্বরণ শূন্য হয় কেন? ২
- (গ) ব্রেক চাপার পর গাড়ি থামতে কত সময় লেগেছিল? ৩
- (ঘ) গাড়িটি থামতে আরও **0.5 Sec** সময় বেশি লাগলে কী ঘটতো গাণিতিক যুক্তিসহ লেখ। ৪

### ৫ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

ক.

মন্দন : সময়ের সাথে কোনো একটি বস্তুর বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে।

খ.

উত্তর : কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল মোট বল শূন্য হলে বস্তুর ত্বরণ শূন্য হয়। এর কারণ, বস্তুর ভর কখনো শূন্য হতে পারে না। আর, বল = ভর × ত্বরণ। যেহেতু, বস্তুর ভরের সবসময়ই একটি মান থাকবে। তাই বলের মান শূন্য হতে হলে ত্বরণের মান অবশ্যই শূন্য হবে। এজন্যই কোনো বস্তুর ওপর মোট বল শূন্য হলে ত্বরণ শূন্য হয়।

গ.

আমরা জানি,

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

$$\therefore (0)^2 = (15)^2 + 2a \times 45$$

$$\text{বা, } 0 = 225 + 90a$$

$$\text{বা, } 90a = -225$$

$$\text{বা, } a = -2.5\text{ms}^{-2}$$

এখানে,

$$\text{গাড়ির শেষ বেগ, } v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\text{ms}^{-1} = 15\text{ms}^{-1}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 46 \text{ m} = 45 \text{ m}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

আবার, ব্রেক চাপের পর গাড়ি থামার প্রয়োজনীয় সময়  $t$  হলে,  $v = u + at$

$$\text{বা, } 0 = 15 + (-2.5) \times t$$

$$\text{বা, } 2.5t = 15$$

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

অতএব, ব্রেক চাপের পর গাড়ি থামতে 6 sec সময় লেগেছিল।

ঘ.

গাড়িটি থামতে প্রয়োজনীয় সময়  $t = 6 \text{ Sec}$

আরও 0.5 sec সময় বেশি লাগলে প্রয়োজনীয় সময়,  $t' = (6 + 0.5) \text{ sec}$

আমরা জানি,  $v = u + at'$

$$\therefore 0 = 15 + a \times 6.5$$

$$\text{বা, } 6.5a = -15$$

$$\therefore a = -2.3 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে, গাড়ির শেষ বেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{গাড়ির আদিবেগ, } u = 54 \text{ kmh}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 6.5 \text{ sec}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

এমতাবস্থায় গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s'$  হলে,

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

$$\therefore s' = 15 \times 6.5 + \frac{1}{2} (-2.3)$$

$$\times (6.5)^2$$

$$= 97.5 - 48.58775$$

$$= 48.91 \text{ m}$$

এখানে,

$$\text{গাড়ির আদিবেগ, } u = 54 \text{ kmh}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 6.5 \text{ sec}$$

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

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ?$$

অর্থাৎ, গাড়িটি ব্রেক চাপের পর আরও 48.91 m সামনে গিয়ে থামবে। যেহেতু পথচারী 46 m সামনে ছিল তাই এক্ষেত্রে পথচারী গাড়ির নিচে চাপ পড়বে।

### ৬ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ

আনিস তার এয়্যারগান দিয়ে .৫ মস ভরের এর একটি গুলি ছুড়ে দেখল এটি একটি গর্তের মধ্যে .5cm ঢুকে আছে। গুলিটি প্রায়  $500 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ছুটে গিয়েছিল। আনিস লক্ষ করল বন্দুকটিও প্রায় 50 মি./সে. বেগে পিছনে দিকে ধাক্কা দিয়েছিল। বিষয়টি সে তার নব- লব্ধ নিউটনের গতি সূত্র, ভরবেগ সংরক্ষণ সূত্র ইত্যাদি পাঠ্য বিষয়ে সঙ্গে মিলাতে চেষ্টা করল।

(ক) ভরবেগ সংরক্ষণ সূত্রটি বিবৃত কর।

১

(খ) গুলিটি কত ভরবেগ গাছে আঘাত হেনেছিল?

২

(গ) বাধাদানকারী বলের মান কত?

৩

(ঘ) ঘটনাটি নিউটনের কোন সূত্র দ্বারা সমর্থিত এবং কীভাবে? বুঝিয়ে লেখ।

৪

### ৬ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

(ক) ভরবেগ সংরক্ষণ সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর : ভরবেগ সংরক্ষণ সূত্র: একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

(খ) গুলিটি কত ভরবেগ গাছে আঘাত হেনেছিল?

উত্তর : ভরবেগ হচ্ছে বস্তুর ভর ও বেগের গুণফল। অর্থাৎ, ভরবেগ = ভর  $\times$  বেগ

এক্ষেত্রে, গুলির ভর =  $0.5\text{gm} = 0.5 \times 10^{-3}\text{kg}$  এবং বেগ =  $500\text{ ms}^{-1}$

$\therefore$  গুলির ভর বেগ =  $0.5 \times 10^{-3} \times 500 = 0.25\text{ kg ms}^{-1}$

সুতরাং গুলিটি  $0.25\text{ kgms}^{-1}$  ভরবেগের আঘাত এনেছিল।

(গ) বাধাদানকারী বলের মান কত?

উত্তর : আমরা জানি, বাধাদানকারী বল = বস্তুর ভর  $\times$  বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল ত্বরণ

এখানে, গুলির ভর =  $.5\text{gm} = .5 \times 10^{-3}\text{kg}$

এখন,  $v^2 = u^2 + 2as$

বা,  $2as = v^2 - u^2$

বা,  $a = -\frac{u^2 - v^2}{2s}$

বা,  $a = -\frac{(500)^2 - (0)^2}{2 \times .5 \times 10^{-2}}$

$\therefore$  গুলির ত্বরণ =  $2.5 \times 10^7\text{ ms}^{-2}$

এখানে,  $u =$  গুলির আদিবেগ =  $500\text{ms}^{-1}$

$v =$  গুলির শেষ বেগ =  $0\text{ms}^{-1}$

$s =$  অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $0.5 \times 10^{-2}\text{m}$

$a =$  ত্বরণ = ?

অতএব, বাধাদানকারী বলের মান =  $(0.5 \times 10^{-3} \times 2.5 \times 10^7)\text{N} = 1.25 \times 10^4\text{N}$ .

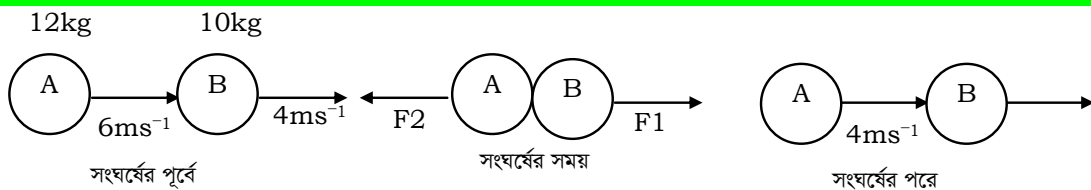
(ঘ) ঘটনাটি নিউটনের কোন সূত্র দ্বারা সমর্থিত এবং কীভাবে? বুঝিয়ে লেখ।

উত্তর : উপরোক্ত ঘটনাটি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র দ্বারা সমর্থিত।

নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের সাপেক্ষ উপরোক্ত ঘটনা: নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রটি হল- “প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটা সমান বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে”। উপরোক্ত ঘটনাটির বেলায় এয়্যারগানের থেকে একটি নির্দিষ্ট বেগে গুলি ছোঁড়া হয়েছে। যার ফলে গুলিটি একটি গর্তে কিছুদূর ঢুকে গেছে। এটি হচ্ছে গুলি ছোঁড়ার ক্রিয়া। নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী এর অব্যাহই একটি প্রতিক্রিয়া থাকবে। যেমন- গুলি সামনের দিকে সরে বেরিয়ে এসেছিল। কিন্তু একই সাথে বন্দুকটি একটি নির্দিষ্ট বেগে পিছনে ধাক্কা দিয়েছিল। অর্থাৎ গুলির ছোঁড়ায় পর বন্দুকটি কিছুটা পিছনে সরে সেছিল, এটি হচ্ছে গুলি ছোঁড়ার প্রতিক্রিয়া অর্থাৎ বুঝা গেল, যেকোনো ক্রিয়ারই একটি বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া থাকে - এটিই নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের মূলকথা।

সুতরাং গুলি ছোঁড়ার পর বন্দুকের পিছনে ধাক্কা দেওয়ার ঘটনাটি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

### ৭ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ



(ক) চিত্রে  $F_1$  ও  $F_2$  কী?

(খ) রকেট কীভাবে চলে- ব্যাখ্যা কর।

২

(গ) সংঘর্ষের পর ই বস্তুর বেগ নির্ণয় কর।

৩

(ঘ) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুর ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে- বিশ্লেষণ কর।

৪

### ৭ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

(ক) চিত্রে  $F_1$  ও  $F_2$  কী?

উত্তর : উদ্দীপকের চিত্রে  $F_1$  ও  $F_2$  দুটি বস্তুর সংঘর্ষের সময়কাল প্রযুক্ত বল।

(খ) রকেট কীভাবে চলে- ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : রকেট যেভাবে চলে : নিউটনের তৃতীয় সূত্র তথা ভরবেগের সংরক্ষণের সূত্র ব্যবহার করে রকেট চলে। রকেট জ্বালানি পুড়িয়ে প্রচুর গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। সেই গ্যাস প্রচণ্ড বেগে রকেটের পিছনে দিয়ে নির্গত হয়। জ্বালানি নির্গত হওয়ার পূর্বে রকেট ও জ্বালানি উভয়ের ভেগ শূন্য থাকে। কাজেই এখন তাদের ভরবেগের সমষ্টি শূন্য। জ্বালানি নির্গত হওয়াকালীন সময়ে নির্গমনের দিকে জ্বালানির কিছু ভরবেগ থাকে। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী জ্বালানি নির্গত হওয়ার আগে তাদের ভরবেগের সমষ্টি সমান হতে হবে। সুতরাং জ্বালানি নির্গত হওয়াকালীন উভয়ের ভরবেগের সমষ্টির সমান হতে হলে অর্থাৎ শূন্য হতে হলে রকেটের ও জ্বালানির সমান ও বিপরীতমুখী একটি ভরবেগের সৃষ্টি হতে হবে। ফলে রকেটটি জ্বালানির বিপরীত দিকে এগিয়ে চলে।

(গ) সংঘর্ষের পর B বস্তুর বেগ নির্ণয় কর।

উত্তর :

আমরা জানি,

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী -

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 +$$

$$m_2v_2$$

$$\therefore 12 \times 6 + 10 \times 4 = 12 \times 4 +$$

$$10 \times v_2$$

$$\text{বা, } 72 + 40 = 48 + 10$$

$$v_2$$

$$\text{বা, } 10v_2 = 112 - 48 = 64$$

$$\text{বা, } v_2 = 6.40$$

$$\therefore v_2 = 6.4 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, সংঘর্ষের পর B বস্তুর বেগ  $6.4 \text{ ms}^{-1}$

(ঘ) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুর ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে- বিশ্লেষণ কর।

এখানে,  $m_1 = A$  বস্তুর ভর = 12 kg

$$u_1 = A \text{ বস্তুর সংঘর্ষের পূর্বে বেগ} = 6 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_1 = A \text{ বস্তুর সংঘর্ষের পরের বেগ} = 6 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_2 = B \text{ বস্তুর ভর} = 10 \text{ kg}$$

$$u_2 = B \text{ বস্তুর সংঘর্ষের পূর্বে বেগ} = 4 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_2 = B \text{ বস্তুর সংঘর্ষের পরে বেগ} = ?$$

উত্তর : আমরা জানি, বস্তুর ভরবেগ = বস্তুর ভর  $\times$  বস্তুর বেগ

সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ :

A বস্তুর ভর = 12 kg ; A বস্তুর বেগ = 6 ms<sup>-1</sup>

$\therefore$  A বস্তুর ভরবেগ = 12  $\times$  6 = 72 kgms<sup>-1</sup>

এবং B বস্তুর ভর = 10 kg ; B বস্তুর বেগ = 4 ms<sup>-1</sup>

$\therefore$  B বস্তুর ভরবেগ = 10  $\times$  4 = 40 kg ms<sup>-1</sup>

সুতরাং সংঘর্ষের পূর্বে A ও B বস্তুর মোট ভরবেগ = (72 + 40) kgms<sup>-1</sup> = 112 kgms<sup>-1</sup>

সংঘর্ষের পরে মোট ভরবেগ : A বস্তুর ভর = 12 kg ; A বস্তুর বেগ = 4ms<sup>-1</sup>

$\therefore$  A বস্তুর ভরবেগ = 12  $\times$  4 = 48 kgms<sup>-1</sup>

এবং B বস্তুর ভর = 10 kg; B বস্তুর বেগ = 6.4 ms<sup>-1</sup> [(গ) নং প্রশ্ন অনুযায়ী]

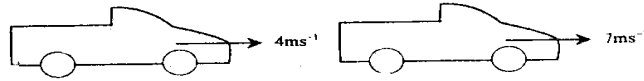
$\therefore$  B বস্তুর ভরবেগ = 10  $\times$  6.4 = 64 kgms<sup>-1</sup>

সুতরাং সংঘর্ষের পরে A ও B বস্তুর মোট ভরবেগ = (48 + 64) kgms<sup>-1</sup> = 112 kgms<sup>-1</sup>

দেখা যাচ্ছে, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে ভরবেগের মোট সমষ্টি সমান।

অতএব, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুর ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

### ৮ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ



(ক) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ?

১

(খ) একটি পাকা আম বৃত্তচ্যুত হয়ে নিচে পড়তে থাকলে এর বেগের কোন পরিবর্তন হবে কি - ব্যাখ্যা কর।

২

(গ) গাড়ি দু'টি কত সময় ধরে প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছিল?

৩

(ঘ) ১ম গাড়ি ক্ষেত্রে গড় বেগ অতিক্রান্ত দূরত্ব সুষম তরণে চলে অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান হবে কি? বিশ্লেষণ কর।

৪

### ৮ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

(ক) সৃজনশীল প্রশ্ন ১২ (ক) এর উত্তর

(খ) একটি পাকা আম বৃত্তচ্যুত হয়ে নিচে পড়তে থাকলে এর বেগ পরিবর্তন হবে।

আমটি যখন গাছে তখন এর বেগ ছিল শূন্য। বৃত্তচ্যুত হয়ে আমটি নিচে পড়তে শুরু করলে এর বেগ আস্তে আস্তে বৃদ্ধি পেতে থাকবে। এর কারণ আমটি যখন নিচে পড়ে তখন এর উপর অভিকর্ষ ত্বরণ কাজ করে। ফলে আমের বেগ প্রতি সেকেন্ডে

9.81ms<sup>-1</sup> করে বাড়তে থাকবে এবং এই বেগ আমরা ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হওয়ার আগ পর্যন্ত বাড়বে। ভূপৃষ্ঠে পতিত হলে আমাদের বেগে পুনরায় শূন্য হবে।

(গ) উত্তর : মনেকরি, গাড়ি দুটি t সময় প্রতিযোগিতায় অংশ নিয়ে s মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে।

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

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

(i) ও (ii) এবং সমীকরণ থেকে আমরা পাই,

বা,  $u_1t + \frac{1}{2} a_1t^2 = u_2t + \frac{1}{2} a_2t^2$

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

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

বা,  $t = \frac{2(8 - 14)\text{ms}^{-1}}{(0.3 - 0.5)\text{ms}^{-2}}$

∴ t = 60s

অতএব, গাড়ির দুটি 60s সময় ধরে প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করেছিল।

এখানে, u = গুলির আদিবেগ = 500ms<sup>-1</sup>

v = গুলির শেষ বেগ = 0ms<sup>-1</sup>

s = অতিক্রান্ত দূরত্ব = 0.5cm = 0.5

× 10<sup>-2</sup> m

a = ত্বরণ?

(ঘ) ১ম গাড়ি ক্ষেত্রে গড় বেগ অতিক্রান্ত দূরত্ব সুষম তরণে চলে অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান হবে কি? বিশ্লেষণ কর।

উত্তর: ১ম গাড়ির আদিবেগ, u<sub>1</sub> = 8ms<sup>-1</sup>

ধরি, গাড়িটির t সময় ধরে চলবে।

এবং t সময় পরে গাড়িটির শেষবেগ v<sub>1</sub>।

এখন,

v<sub>1</sub> = u<sub>1</sub> + a<sub>1</sub>t  
= 8 + 0.5t

এখানে,

u<sub>1</sub> = 8ms<sup>-1</sup>  
a<sub>1</sub> = 0.5ms<sup>-2</sup>

সুতরাং, ১ম গাড়িটির গড়বেগ,  $v = \frac{u_1 + v_1}{2}$   
 $= \frac{8 + 8 + 0.5t}{2} = 8.025t$

এখানে,  $t$  সময়ে  $1$ ম গাড়িটির গড়বেগ অতিক্রান্ত দূরত্বের  $s$  হলে,

$$s = v \times t = (8.0.25t) \times t$$

$$\text{বা, } s = 8t + 0.25t^2 \dots \dots \dots (i)$$

আবার,  $1$ ম গাড়িটির  $a_1$  সুষম ত্বরণে  $t$  সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্বের  $s$  সমান হলে,

এখন,

$$s' = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$$

$$\text{বা, } s' = 8 \times t + \frac{1}{2} \times 0.5 \times t^2$$

$$\text{বা, } s' = 8t + 0.25 t^2 \dots \dots \dots (ii)$$

$\therefore$  (i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$s = s'$$

অতএব,  $1$ ম গাড়ির ক্ষেত্রে গড় বেগ অতিক্রান্ত দূরত্ব সুষম ত্বরণে চলে অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান।

এখানে,

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

$$a_1 = 0.5 \text{ms}^{-2}$$

### ৯ নং সৃজনশীল প্রশ্নঃ

আম ব্যবসায়ী রহমান সাহেব আম বাগান থেকে আম কিনে ট্রাকে ভর্তি করলেন। ট্রাকসহ আমার ভর হল  $1600 \text{kg}$ । ট্রাকটি ঢাকার উদ্দেশ্যে  $20 \text{kmh}^{-1}$  বেগে চলতে শুরু করল। ট্রাকের চালক নাটোরে অপেক্ষাকৃত কম গতিসম্পন্ন একটি লোকাস বাস দেখতে পান এবং বাসটিকে ওভারটেক করার জন্য ডান পাশ দিয়ে একই গতিতে চলতে থাকল। ঠিক সেই মুহূর্তে ডান পাশে একটি  $1400 \text{kg}$  ভরের স্থির ট্রাক দেখতে পেল। ট্রাকের চালক নিয়ন্ত্রণ করার কোন সময় পেল না। এতে ট্রাকটি স্থির ট্রাকের সাথে ধাক্কা খেয়ে কিছুক্ষণ পর আটকে গেল।

- (ক) বেগ কী? ১
- (খ) কোন বস্তুর ভরবেগ  $500 \text{kgms}^{-1}$  বলতে কী বোঝ? ২
- (গ) ধাক্কা খাওয়ার পর মিলিত ট্রাক দুটির বেগ কত হবে? ৩
- (ঘ)  $m$  ভরের বস্তুর উপর  $F$  বল প্রযুক্ত হলে যদি ত্বরণ 'a' সৃষ্টি হয় তবে,  $F$ ,  $m$  ও  $a$  এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ৪

### ৯ নং সৃজনশীল প্রশ্নের উত্তরঃ

(ক) বেগ কী?

উত্তর : নির্দিষ্ট দিকে কোনো গতিশীল বস্তুর স্থান পরিবর্তনের হারকে বেগ বলে।

(খ) কোন বস্তুর ভরবেগ  $500\text{kgms}^{-1}$  বলতে কী বোঝ?

উত্তর : কোনো বস্তুর ভরবেগ  $500\text{kgms}^{-1}$  এর অর্থ: কোন বস্তুর ভরবেগ  $500\text{kgms}^{-1}$  বলতে বুঝা যে,  $500\text{kg}$  ভরের কোনো বস্তু  $1\text{ms}^{-1}$  বেগে চললে যে ভরবেগ হবে তার পরিমাণ।

অর্থাৎ, বস্তুর বেগের = ভর  $\times$  বেগ

$$= 500\text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$= 500\text{kgms}^{-1}$$

(গ) ধাক্কা খাওয়ার পর মিলিত ট্রাক দুটির বেগ কত হবে?

উত্তর :

সিলিত ট্রাক দুটির বেগ নির্ণয় :

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$$

সুতরাং উপরের সীমাকরণ হতে পাই,

$$\text{বা, } 1600 \times 5.556 + 0 = (1600 + 1400)v$$

$$8889.6 = 3000v$$

$$3000v = 8889.6$$

$$v = \frac{8889.6}{3000}$$

$$\therefore v = 296\text{ms}^{-1}$$

অতএব, মিলিত ট্রাক দুটির বেগ  $296\text{ms}^{-1}$

এখানে,

$$m_1 = \text{আমসহ ট্রাকের ভর} = 1600\text{kg}$$

$$u_1 = \text{আমসহ ট্রাকের বেগ} = 20\text{kmh}^{-1}$$

$$= \frac{20 \times 1000}{3600} \text{ms}^{-1} = 5.556 \text{ms}^{-1}$$

$$m_2 = \text{স্থির ট্রাকের ভর} = 1400\text{kg}$$

$$u_2 = \text{স্থির ট্রাকের বেগ} = 0\text{ms}^{-1}$$

$$v = \text{মিলিত ট্রাক দুটির বেগ} = ?$$

(ঘ)  $m$  ভরের বস্তুর উপর  $F$  বল প্রযুক্ত হলে যদি ত্বরণ 'a' সৃষ্টি হয় তবে,  $F$ ,  $m$  ও  $a$  এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।

উত্তর :  $F$ ,  $m$  ও  $a$  এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন : ধরি  $m$  ভরের একটি বস্তু  $u$  আদিবেগ নিয়ে চলছে। এখন বস্তুটির উপর  $F$  বল  $t$  সময় ধরে প্রযুক্ত হওয়াতে 'a' ত্বরণ সৃষ্টি হয়। আবার ধরি,  $a$  ত্বরণে  $t$  সময় চলে বস্তুটির বেগ হল  $v$ ।

সুতরাং, বস্তুটির আদি ভরবেগ =  $mu$

বস্তুটির শেষ ভরবেগ =  $mv$

$$\therefore t \text{ সময়ের বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন} = mv - mu$$

$$\text{সুতরাং, ভরবেগের পরিবর্তনের হার} = ma \left[ \because \text{ত্বরণ, } a = \frac{v-u}{t} \right]$$

আবার, নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রানুসারে, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ,  $ma \propto F$

বা,  $ma = KF \dots \dots \dots (i)$

এখানে,  $K$  একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক।

যখন,  $m=1\text{kg}$ ,  $a = 1\text{ms}^{-2}$

তখন,  $F = 1\text{N}$  ধরা হয়, ফলে 1 নং সমীকরণে

$$1 \times 1 = K \times 1$$

বা,  $K = 1$  হয়।

অর্থাৎ, ভর  $s$  কেশম, ত্বরণ  $a$  কে  $\text{ms}^{-2}$  এবং বল  $F$  কে  $\text{N}$  এ প্রকাশ করলে সমীকরণ (1) দাঁড়ায়,

$$F = ma$$

এটাই  $F$ ,  $m$  ও  $a$  এর মধ্যকার সম্পর্ক।

১। স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশি কাকে বলে? উদাহরণ দাও।

উত্তর : স্কেলার রাশি

সংজ্ঞা: যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দ্বারা অর্থপূর্ণভাবে বা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশনা প্রয়োজন হয় না সে রাশিগুলোকে স্কেলার রাশি বা অদিক রাশি বলে।

উদাহরণ: বস্তুর আয়তন, ভর, তাপমাত্রা, সময়, দৈর্ঘ্য ইত্যাদি।

ভেক্টর রাশি:

সংজ্ঞা: যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দ্বারা অর্থপূর্ণভাবে বা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক নির্দেশনা উভয়েরই প্রয়োজন হয় সে রাশিগুলোকে ভেক্টর রাশি বলে।

উদাহরণ: বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল, বস্তুর বেগ, সরণ, ত্বরণ এবং ভরবেগ ইত্যাদি।

৩। লব্ধি ভেক্টর কি?

উত্তর : লব্ধি ভেক্টর: দুই বা ততোধিক এক জাতীয় ভেক্টর রাশির যোগফলও একটি ভেক্টর রাশি হয়, যার দিক রাশিরসমূহের দিকে না হয়ে অন্যদিকেও হতে পারে। যোগফল থেকে প্রাপ্ত এই ভেক্টরটিকে 'লব্ধি ভেক্টর' বলে। দুটি স্কেলার রাশির যোগ সাধারণ বীজগণিতের নিয়মানুসারে করা গেলেও ভেক্টর রাশির যোগফল বা লব্ধি সাধারণ বীজগণিতের সূত্রানুসারে নির্ণয় করা যায় না; জ্যামিতিক উপরে বের করা যায়। কারণ – ভেক্টর রাশির যোগফল বা ভেক্টর রাশির যোগফলও লব্ধি শুধু রাশিগুলোর মানের উপর নির্ভর করে না, তাদের দিক বা মধ্যবর্তী কোণের উপর নির্ভর করে।

৫। স্থিতি ও গতি বলতে কী বুঝ?

**উত্তর :** স্থিতি: সময়ের পরিবর্তনের সাথে পরিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে যখন কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে না তখন বস্তুর এ অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাকে বলে স্থিতি।

**গতি:** সময়ের পরিবর্তনের সাথে পরিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে যখন কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের ঘটনাকে গতি বলে।

৬। সংজ্ঞা দাও:

- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| (i) দূরত্ব   | (vi) অসমবেগ       |
| (ii) সরণ     | (vii) ত্বরণ       |
| (iii) দ্রুতি | (viii) সুষম ত্বরণ |
| (iv) বেগ     | (ix) অসম ত্বরণ।   |
| (v) সমবেগ    |                   |

(i) **দূরত্ব:** যে কোন দিকে বস্তুর পরিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে অবস্থানের মোট পরিবর্তনকে দূরত্ব বলে। ব্যাখ্যা : দূরত্ব বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে। একটি বস্তু A থেকে B অবস্থানে বিভিন্ন পথে যেতে পারে। বিভিন্ন পথে বস্তুর দূরত্ব বিভিন্ন হবে। কারণ চিত্রানুযায়ী বিভিন্ন পথে মোট গতিপথের সমান নয়।

**রাশি:** দূরত্ব একটি স্কেলার রাশি।

**মাত্রা:** দূরত্বের মাত্রা দৈর্ঘ্যের মাত্রার অনুরূপ, অর্থাৎ [L]

**একক:** এস.আই. পদ্ধতিতে দূরত্বের একক মিটার (m)

(ii) **সরণ:**

**সংজ্ঞা:** নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর পরিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

**পরিমাপগত সংজ্ঞা:** কোন বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী নূন্যতম দূরত্বই অর্থাৎ সরল রৈখিক দূরত্বই হচ্ছে সরণের মান এবং সরণের দিক দিক হচ্ছে বস্তুর আদি অবস্থান থেকে শেষে অবস্থানের দিকে।

**ব্যাখ্যা:** কোন একটি বস্তু A থেকে B অবস্থানে বিভিন্ন পথে যেতে পারে। A ও B- এর মধ্যবর্তী সরল রৈখিক দূরত্ব হল সরণের মান;  $S = AB$  এবং দিক হলো অ থেকে ই এর দিকে।

**রাশি:** সরণ একটি ভেক্টর রাশি।

**একক:** সরণের একক মিটার (m)

(iii) **দ্রুতি:**

**সংজ্ঞা:** সরল বা বক্রপথে সময়ের সাথে কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।

**ব্যাখ্যা:** যদি কোন বস্তু t সময়ে s দূরত্ব অতিক্রম করে তবে,

$$\text{দ্রুতি, } v = \frac{s}{t}$$

রাশি: দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি।

একক: মিটার/ সেকেন্ড ( $m/s$  বা  $ms^{-1}$ )

বেগ

সময়ের সাথে কোন বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।

ব্যাখ্যা: যদি কোন বস্তু নির্দিষ্ট দিকে  $t$  সময়ে  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে, তবে

$$\text{বেগের মান, } v = \frac{s}{t}$$

রাশি: বেগ একটি ভেক্টর রাশি।

একক: মিটার/ সেকেন্ড ( $m/s$  বা  $ms^{-1}$ )

সুষম বেগ বা সমবেগ :

কোন গতিশীল বস্তু একই দিকে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে চলতে থাকলে বস্তুর এই সরণের হারকে সমবেগ বলে।

ব্যাখ্যা: সমবেগ সম্পন্ন বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে এবং বস্তুর উপর বলের লব্ধি শূন্য হয়।

$v$  সমবেগ গতিশীল একটি বস্তুর  $t$  সেকেন্ডের সরণ,  $s = vt$ .

অসমবেগ : কোন গতিশীল বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যে সময়ের সাথে সরণের মান অথবা দিক অথবা উভয় পরিবর্তিত হয় তবে বস্তু ঐ সরণের হারকে সমবেগ বলে।

অন্যকথায়: “কোন বস্তু যদি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম না করে কিংবা চলার সময় গতির দিক পরিবর্তন করে তাহলে সেই বেগ অসমবেগ হবে।”

ত্বরণ:

কো বস্তু সমবেগে চললে সময়ের সাপেক্ষে তার বেগ পরিবর্তনের হারকে ত্বরণে বলে।

ব্যাখ্যা : কোন বস্তু নির্দিষ্ট দিকে  $u$  বেগ নিয়ে যাত্রা শুরু করে  $t$  সময় পরে  $v$  বেগপ্রাপ্ত হয়। তবে ত্বরণ  $a = \frac{v-u}{t}$

রাশি: ত্বরণ একটি ভেক্টর রাশি।

একক: মিটার/ সেকেন্ড<sup>2</sup> ( $ms^{-2}$ ).

সুষম ত্বরণ:

কোন বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে ঐ বেগ বৃদ্ধির হার বা ত্বরনের সুসম ত্বরণ (বা সমত্বরণ) বলে।

ব্যাখ্যা: (চিত্র হবে)

একটি সরলরেখা বরাবর চলমান একটি বস্তুর প্রতি সেকেন্ড পর পর বেগ যদি যথাক্রমে  $5\text{ms}^{-1}$ ,  $7\text{ms}^{-1}$  ও  $9\text{ms}^{-1}$  হয় (চিত্রানুযায়ী), তবে প্রতি সেকেন্ডে বেগ বৃদ্ধির মান সমান ও একই দিক সমান হবে। অতএব এখানে বস্তুর সমানত্বরনের মান হল  $7 - 5 = 9 - 7 = 2\text{ms}^{-1}$ .

অসমত্বরণ:

কোন বস্তুর বেগ যদি মানের পরিবর্তনে বা দিকের পরিবর্তনে অথবা উভয়ের পরিবর্তনের সমান হারে বাড়তে না থাকে তা হলে ঐ বেগ বৃদ্ধির হার বা ত্বরণকে অসমত্বরণ বলে।

৭। বেগ ও ত্বরনের একক ও মাত্রা লিখ।

উত্তর: বেগের একক =  $\text{ms}^{-1}$ , মাত্রা  $[\text{LT}^{-1}]$

ত্বরনের একক =  $\text{ms}^{-2}$ , মাত্রা  $[\text{LT}^{-2}]$

৮। নিউটনের গতি বিষয়ক সূত্র তিনটি লিখ।

উত্তর: নিউটনের গতি সূত্র:

প্রথম সূত্র (জড়তা ও বলের সংজ্ঞা নির্দেশক সূত্র) : বাহ্যিক কোন বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সুসম দ্রুতিতে সরল পথে চলতে থাকবে

দ্বিতীয় সূত্র (বল পরিমাপ ও বলের প্রকৃতি নির্দেশক সূত্র) : বস্তু ভরবেগের পরিবর্তনের হার, এর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটবে।

তৃতীয় সূত্র (বস্তুর মধ্যে পারস্পারিক ক্রিয়ার সূত্র) : প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটা সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

৯। জড়তা বলক কি বুঝ?

উত্তর: জড়তা : পদার্থ যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায়ে রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

প্রকারভেদ: জড়তা দুই প্রকার। যথা –

(ক) স্থিতি জড়তা

(খ) গতি জড়তা।

স্থিতি জড়তা:

সংজ্ঞা : যে ধর্মের জন্য স্থির বস্তু স্থির অবস্থায় থাকতে চায় তাকে স্থির জড়তা বলে।

গতি জড়তা: যে ধর্মের জন্য গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চায় তাকে গতি জড়তা বলে।

জড়তার প্রতিমাপ: জড়তার পরিমাপ হচ্ছে পদার্থের ভর।

১০। সিথর জড়তা ও গতি জড়তার একটি করে উদাহরণ দাও:

উত্তর: গতি জড়তার উদাহরণ: চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন।

স্থির জড়তার উদাহরণ: খেমে থাকা বাস হঠাৎ চলা শুরু করলে বাসযাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়েন।

১১। কোন গাড়ির দ্রুতি  $100\text{kmh}^{-1}$  বলতে কি বুঝ?

কোন গাড়ির দ্রুতি  $100\text{kmh}^{-1}$  বলতে বুঝায়

১. গাড়ির অবস্থান পরিবর্তনের হার  $= 100\text{kmh}^{-1}$  এই অবস্থান পরিবর্তনের হার সরল বা বক্রপথে যেকোন দিক হতে পারে।

২. গাড়িটি প্রতি ঘন্টা 100 কিলোমিটার পথ অতিক্রম করতে পারে।

১৫। বলের সংজ্ঞা দাও। এর মাত্রা ও একক লিখ।

বল: সংজ্ঞা: যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা যা গতিশীল বস্তুর উপর করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায় তাকে বল বলে।

ব্যাখ্যা:  $m$  ভরের কোন বস্তুর উপর  $F$  বল প্রয়োগে বস্তুর ত্বরণ  $a$  হলে বল,  $F=ma$

বলের মাত্রা:  $[F] = [MLT^{-2}]$

বলের একক:  $\text{kg ms}^{-2}$

১৬। ভরবেগ বলতে কি বুঝ? এর মাত্রা ও একক লিখ।

উত্তর: ভরবেগ:

সংজ্ঞা: ভর ও বেগে সমন্বয়ে কোন গতিশীল বস্তুর মধ্যে যে ধর্মের উৎপত্তি হয় সেই ধর্মকে বস্তুর ভরবেগ বলে।

ব্যাখ্যা: কোন বস্তুর ভর  $m$  এবং বেগ  $v$  হলে এর ভরবেগ,  $P = mv$ .

ভরবেগের মাত্রা:  $[P] = [MLT^{-1}]$

ভরবেগের একক:  $\text{kg ms}^{-1}$

১৭। কোন বস্তুর ভরবেগ  $500\text{kgms}^{-1}$  বলতে কি বুঝায়?

কোন বস্তুর ভরবেগ  $500\text{kgms}^{-1}$  বলতে বুঝায়—

কোন নির্দিষ্ট ভরের গতিশীল বস্তুর ভর ও বেগের গুণফল  $500\text{kgms}^{-1}$

অর্থাৎ, বস্তুর ভর  $\times$  বেগ  $500\text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{s}}$

১৮। একক বলের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর : একক বল: যে পরিমাণ বল একক ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে, এক একক ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে একক বল বলে।

১৯। 50N বল বলতে কি বুঝ?

উত্তর: 50N বল বলতে বুঝায় সেই বল যা—

(i) 1kg ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে  $50\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে।

(ii) অথবা 50kg ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়া করে  $1\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে।

(iii) অথবা বস্তুর ভর এবং ত্বরণের গুণফল  $=50\text{kgms}^{-2} = 50\text{N}$ .

২০। ভরের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ।

উত্তর: ভরের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ:

একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোন কাজ না করলে কোন নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোন পরিবর্তন হয় না।

প্র্যাকটিস অংশ:-

জ্ঞান (ক) ও অনুধাবনমূলক (খ) প্রশ্নঃ

১. প্রসঙ্গ কাঠামো কী?

২. স্থিতি ও গতি কী?

৩. স্থিতিশীল ও গতিশীল বস্তু কী?

৪. পরম স্থিতি ও পরম গতি কী?

৫. এ মহাবিশ্বের সকল স্থিতি ও গতিই আপেক্ষিক কিন্তু পরম নয় - ব্যাখ্যা কর।

৬. উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর : রৈখিক গতি, ঘূর্ণন গতি, পর্যাবৃত্ত গতি, চলন গতি, স্পন্দন গতি, পর্যায়কাল।

৭. রাশি,স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশি কী? উদাহরণ দাও।

৮. ব্যাখ্যা কর : সরন, দ্রুতি, গড় দ্রুতি, তাৎক্ষণিক দ্রুতি, বেগ, সুসম বেগ, অসম বেগ, ত্বরণ, মন্দন, সুসম ত্বরণ, অসম ত্বরণ।

৯. কোন গাড়ির দ্রুতি  $54\text{kmh}^{-1}$  বলতে কী বুঝ?

১০. বেগ কোন ধরনের রাশি? ব্যাখ্যা কর।

১১. কোন বস্তুর গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে- ব্যাখ্যা কর।

১২. গতির সমীকরণ কী? নিচের গতির সমীকরণগুলি প্রতিপাদন কর :

(i)  $v = u + at$

(ii)  $S = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

$$(iii) s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad (iv) v^2 = u^2 + 2as$$

১৩. অভিকর্ষ ও অভিকর্ষজ ত্বরণ কী?
১৪. অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয়ের রাশিমালা বের কর।
১৫. অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সর্বত্র সমান নয় কেন?
১৬. পড়ন্ত বস্তু কী? পড়ন্ত বস্তুর সূত্রগুলি ব্যাখ্যা কর।
১৭. পড়ন্ত বস্তুর সমীকরণগুলি লিখ।
১৮. লেখচিত্র একে ব্যাখ্যা কর : দূরত্ব - সময় , বেগ - সময়।

### গাণিতিক সমস্যা

১. একটি গাড়ির বেগ  $5ms^{-1}$  থেকে সুষমভাবে বৃদ্ধি পেয়ে  $10s$  পরে  $45ms^{-1}$  হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত? [ Ans :  $4ms^{-2}$  ]
২. একটি গাড়ির বেগ  $20ms^{-1}$  থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে  $4s$  পরে  $4ms^{-1}$  হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত? [ Ans :  $-4ms^{-2}$  ]
৩.  $36kmh^{-1}$  বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে ব্রেক কষে  $50s$  এ থামান হল। গাড়িটির ত্বরণ কত? [ Ans :  $-0.2ms^{-2}$  ]
৪.  $2ms^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টিকারী এক্সিলারেটর চেপে  $9m$  যাওয়ার পর কোন গাড়ির বেগ  $10ms^{-1}$  হল। এক্সিলারেটর চাপার মুহূর্তে গাড়িটির বেগ কত ছিল? [ Ans :  $8ms^{-1}$  ]
৫. স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত একটি গাড়িতে  $2ms^{-2}$  ত্বরণ প্রয়োগ করাতে এর বেগ  $20ms^{-1}$  হয়। কত সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল। [ Ans :  $10s$  ]
৬.  $54kmh^{-1}$  বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে  $5s$  যাবত  $4ms^{-2}$  ত্বরণ করা হল। গাড়িটির শেষ বেগ কত এবং ত্বরণ কালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [ Ans :  $35ms^{-1}, 125m$  ]
৭.  $72kmh^{-1}$  বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে  $6s$  যাবত  $1.5ms^{-2}$  ত্বরণ করা হল। গাড়িটির শেষ বেগ কত এবং ত্বরণ কালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? [ Ans :  $29ms^{-1}, 147m$  ]
৮. সোঁজা রাস্তায় স্থির অবস্থান থেকে একটি বাস  $10ms^{-2}$  সুষম ত্বরণে চলার সময়  $80m$  দূরত্বে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে? [ Ans :  $40ms^{-1}$  ]
৯.  $54kmh^{-1}$  বেগে চলন্ত একজন গাড়ির চালক  $64m$  দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর  $1m$  সামনে এসে থেমে গেল। গাড়িটির ত্বরণ এবং ব্রেক চাপার পর গাড়ি থামতে কত সময় লেগেছিল? বের কর। [ Ans :  $1.786ms^{-2}$  (প্রায়) ,  $8.4s$  ]

১০. 50m উঁচু দালানের কোন ছাদ থেকে একটি বস্তু ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করবে? [ Ans :  $31.3 \text{ ms}^{-1}$  ]

### প্র্যাকাটিস অংশঃ-

### সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্নঃ

- নাটোর থেকে পাবনার উদ্দেশ্যে একটি বাস স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে। বাসটি  $2 \text{ ms}^{-1}$  সুসম ত্বরণে 5s চলার পর একটি নির্দিষ্ট বেগ প্রাপ্ত হয়। এরপর বাসটি সমবেগে চলতে থাকে।
  - বেগের একক কি?
  - সরন ভেক্টর রাশি কেন?
  - বাসটি প্রথম 5 সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?
  - সরন, ত্বরণ ও সময়ের গাণিতিক সম্পর্ক প্রতিপাদন কর।
- মিতুল ও রনি দুই বন্ধু। ঈদের পর তারা মোটর সাইকেল নিয়ে তাদের আরেক বন্ধুর বাড়ির উদ্দেশ্যে বেড়াতে বের হল। তাদের মোটর সাইকেল স্থির অবস্থা থেকে 10 s এ  $72 \text{ Km h}^{-1}$  বেগ প্রাপ্ত হয়। অতঃপর সমবেগে 2 Km দূরত্ব অতিক্রম করে।
  - দূরত্ব কাকে বলে?
  - ত্বরণ কী? ব্যাখ্যা কর।
  - তাদের মোটর সাইকেলের ত্বরণ নির্ণয় কর।
  - “স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে বস্তুর যে কোন সময়ের বেগ বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্বের বর্গমূলের সমানুপাতিক” - বিশ্লেষণ কর।
- সায়েদাবাদ বাস স্টেশন থেকে দুইটি বাস একটি সোজা পূর্বদিকে যাত্রা শুরু করে 10 Km যাওয়ার পর থেমে যায়। অপর বাসটি সোজা উত্তরদিকে 5 Km গিয়ে থেমে যায়। বাস দুইটির প্রাথমিক বেগ ছিল  $60 \text{ Km h}^{-1}$ ।
  - বেগ কাকে বলে?
  - ঘড়ির কাটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি কেন? ব্যাখ্যা কর।
  - বাস দুইট খামার পর এদের মধ্যকার দূরত্ব কত হবে?
  - বাস দুইটির বেগ কি সমান হবে - তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।
- একটি গাড়ি  $30 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলছিল। ব্রেক কষায় 5 সেকেন্ডে বেগ সুসম হারে হ্রাস পেয়ে  $10 \text{ ms}^{-1}$  হলো। ব্রেক কষায় গাড়ীর যাত্রি সামনের দিকে ঝুকে পড়ল। পরবর্তীতে গাড়ির বেগ  $10 \text{ ms}^{-1}$  হল।
  - সুসম বেগ কী?

(খ) গাড়ির যাত্রী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

(গ) গাড়িটির মন্দন কত ছিল?

(ঘ) বেগ বনাম সময়ের লেখ হতে 5 সেকেন্ডের দূরত্ব নির্ণয়ের কৌশল বের কর।

৬. স্থির অবস্থান থেকে একটি গাড়ী যাত্রা শুরু করে কিছু পথ সুষম বেগে চলে এবং পরবর্তীতে  $10\text{ms}^{-2}$  সুষম ত্বরণে চলতে থাকে। সুষম ত্বরণে চলার সময় গাড়িটি 180 মি. দূরত্বে এক ব্যক্তিকে রাস্তা পার হতে দেখল।

(ক) স্কেলার রাশি কি?

(খ) সুষম বেগে চলমান কোন বস্তুর ত্বরণ থাকে না - ব্যাখ্যা করো।

(গ) উপরোক্ত তথ্য হতে গাড়িটি ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে?

(ঘ) যদি গাড়িটি  $80\text{ms}^{-1}$  বেগে ব্যক্তিকে অতিক্রম করত তবে কি দুর্ঘটনা ঘটত? তোমার মতামত দাও।

৭.  $54\text{kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত একজন গাড়ির চালক 46 m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 1m সামনে এসে থেমে গেল।

(ক) প্রসঙ্গ বস্তু কি?

(খ) এক টুকরো পাথর ও এক টুকরো কাগজকে একই উচ্চতা থেকে ছেড়ে দিলে কী ঘটবে?

(গ) ব্রেক চাপার পর গাড়ি থামতে কত সময় লেগেছিল?

(ঘ) গাড়িটি থামতে আরও 0.5 sec সময় বেশি লাগলে কী ঘটত গাণিতিক যুক্তিসহ লিখ।

৮.  $16\text{ms}^{-1}$  বেগে চলন্ত একটি গাড়ির চালক 52.2m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেয়ে সাথে সাথে ব্রেকে চাপ দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 1m সামনে এসে থেমে গেল।

(ক) ঋনাত্মক ত্বরণ কী?

(খ) মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর ত্বরণ  $9.8\text{ms}^{-2}$  বলতে কী বুঝ?

(গ) ব্রেক চাপার ফলে গাড়িটির মন্দন কত হয়েছিলো?

(ঘ) যদি চালক পথচারীকে 40m দূরে দেখে ন্যূনতম  $3.2\text{ms}^{-2}$  মন্দন সৃষ্টি করতে পারে, তা হলে কি ঘটবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৯. A ও B বিন্দুর মধ্যে দূরত্ব 45m। A ও B হতে একই সময়ে দুটি বস্তুকণা যথাক্রমে P ও Q চলতে শুরু করল। P,  $40\text{ms}^{-1}$  সমবেগে এবং Q,  $16\text{ms}^{-1}$  আদিবেগে ও  $6\text{ms}^{-2}$  সমত্বরণে চলতে শুরু করে।

(ক) পর্যাবৃত্ত গতি কী?

(খ) কোন বস্তুর সরন 50 মিটার উত্তর দিকে বলতে কি বুঝ?

(গ) Q বস্তুটি 6s এ কত পথ অতিক্রম করবে?

(ঘ) যাত্রা শুরু করার পর P ও Q পরস্পর মিলিত হতে পারবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

১০. একটি বাস আজিমপুর বাসস্ট্যান্ড থেকে স্থিরাবস্থা থেকে গতিশীল হয়ে  $6\text{sec}$ -এ  $2\text{ms}^{-2}$  সুসম ত্বরণ প্রাপ্ত হয়। এরপর এটি  $30\text{ sec}$  যাবত ধ্রুব বেগে চলে সাইন্স ল্যাবরেটরীর দিকে অগ্রসর হয়। কিন্তু রাস্তায় যানজটের কারণে চালক ব্রেক কষতে বাধ্য হন। এতে বাসটির শক্তির রূপান্তর ঘটে।

(ক) গড় দ্রুতি কী?

(খ) তাৎক্ষণিক দ্রুতি কীভাবে বের করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

(গ) ব্রেক কষার  $2\text{ sec}$  পর বাসটি থেমে গেলে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর।

(ঘ) বাসটির বেগ অতিক্রান্ত দূরত্বের সাথে কীভাবে সম্পর্কযুক্ত তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

১১. নাজিম প্রথমে বেশ কিছুক্ষণ হাত দিয়ে একটা কলম ধরে রাখল। অতঃপর সে হাতে ধরে থাকা কলমটিকে এদিকে সেদিক নাড়তে থাকে। এবার নাজিম ভাবতে থাকলো, কলমের এ স্থিতি ও গতি পরম না আপেক্ষিক।

(ক) গাড়ির দ্রুতি কী দ্বারা মাপা হয়?

(খ) কোনো বস্তুর ত্বরণ  $5\text{ms}^{-2}$  পশ্চিম বলতে কী বোঝ?

(গ) নাজিমের সাপেক্ষে কলমের গতির অবস্থা ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) কলমটির স্থিতি ও গতি পরম না আপেক্ষিক - বিশ্লেষণ কর।

১২. একটি গাড়ি জিরো পয়েন্ট থেকে পূর্ব দিকে সুসম বেগে চলা শুরু করল। বিভিন্ন সময়কালে যাত্রাস্থান হতে এর দূরত্ব পরিমাপ করা হলো এবং প্রাপ্ত উপাত্তগুলো সারণি আকারে নিচে দেয়া হলো।

সময়, $t(\text{min})$	দূরত্ব, $s(\text{km})$
0	0
12	6
24	12
36	18
48	24
60	30

(ক) অসম বেগে চলমান বস্তুর বেগ কিসের ওপর নির্ভর করে?

(খ) সুসম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখ থেকে কীভাবে ত্বরণ পাওয়া যায় ব্যাখ্যা করো।

(গ) 32 মিনিটে অতিক্রান্ত দূরত্ব কত তা লেখ অঙ্কন করে নির্ণয় কর।

(ঘ) ‘গাড়িটি সর্বত্র সুসম বেগে চলেছে’- লেখ ব্যবহার করে এর পক্ষে তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর।

১৩. একটি জীপ সমরূপ চালু রাস্তা বরাবর নিচে নামার সময় কোনো একটি মুহূর্তে ( $t = 0$ ) হতে শুরু করে  $5\text{s}$  সময় পরপর এর বেগের পাঠ নেওয়া হলো এবং নিম্নে তা সারণি আকারে দেওয়া হলো:

সময়, ( $s$ )	বেগ $\text{kmh}^{-1}$	বেগ ( $\text{ms}^{-1}$ )
---------------	-----------------------	--------------------------

0	0	0
5	9	2.5
10	18	5.0
15	27	7.5
20	36	10.0
25	45	12.5
30	54	15.0

(ক) ত্বরণ কী?

(খ) অসম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ বৃদ্ধির হার সমান নয় কেন?

(গ) প্রদত্ত উপাত্ত ব্যবহার করে বেগ-সময় লেখচিত্রটি অঙ্কন কর।

(ঘ) 'জীপটি সুসম বেগে নয় বরং সুসম ত্বরণ সহকারে নিচে নামছিল'- লেখচিত্র থেকে 12 সেকেন্ডের সময় গাড়িটির বেগ ও ত্বরণ নির্ণয় করে এর পক্ষে মতামত দাও।

১৪. যতীন লম্বা একখানা তক্তা নিয়ে মিটার স্কেলের সাহায্যে এর দৈর্ঘ্য  $2m$  নির্ণয় করলো এবং তক্তার এক প্রান্তের নিচে তিনটি ইট দিয়ে তক্তাটি ঢালু করলো। তক্তাটির উপরের প্রান্তে একটি মার্বেল ধরে ছেড়ে দেওয়ার সাথে সাথে থামা ঘড়ি চালু করল এবং মার্বেলটি যখন তক্তা বেয়ে ভূমিতে আঘাত করবে তখন থামা ঘড়িটি বন্ধ করে দিল।

(ক) পর্যায়কাল কাকে বলে?

(খ) স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশির মধ্যকার পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।

(গ) থামাঘড়ির পাঠ  $2s$  হলে গড় দ্রুতি এবং ত্বরণ নির্ণয় কর।

(ঘ) তক্তাটি অধিকতর ঢালু করা হলে থামাঘড়ির পাঠে কী পরিবর্তন হবে তা বিশ্লেষণ কর।

১৫. দুর্জয় এবং তার সহপাঠীরা তাদের স্কুলের মাঠে হাত ধরাধরি করে বৃত্তাকার দাঁড়ালো এবং সুসম দ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে শুরু করলো। এবার দুর্জয় এবং তার সহপাঠী সালমা লম্বা একগাছি দড়ি সোজা করে বিছিয়ে দড়ির দুই প্রান্তে দুইজন দাঁড়ালো। তাদের বন্ধু রফিক দুর্জয়ের কাছে থেকে যাত্রা শুরু করে একইভাবে হেটে দড়ির অপর প্রান্তে সালমার কাছে পৌঁছাল। তাকে কেবল স্পর্শ করে না থেমে আবার প্রথম দুর্জয়ের কাছে ফিরে আসল। তারপর আবার দুর্জয়কে স্পর্শ করে পূর্বের ন্যায় সালমার কাছে গেল এবং না থেমে এইরূপে কয়েকবার করলো।

(ক) গীটারের তারের গতি কী ধরনের গতি?

(খ) কোনো বস্তুর সরণ  $40m$  পূর্ব বলতে কী বোঝ?

(গ) প্রথম প্রকার গতিটি কীরূপ ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) রফিকের গতিটি কীরূপ এবং তা একপ্রকার পর্যাবৃত্ত গতি কিনা-তা বিশ্লেষণ কর।

১৬. একরামুন্নেছা স্কুলের খেলার মাঠের এক প্রান্তে একটি দড়ি সোজা করে বিছানো হলো। এই দড়ি থেকে 25 মিটার দূরে দূরে আরো চারটি দড়ি বিছানো হলে শেষ দড়িটি হবে 100 মিটার দূরে। প্রথম দড়ির কাছে নাসিম দাঁড়াল এবং বাকি চারটি দড়ির পাশে তার চার বন্ধু চারটি থামা ঘড়ি নিয়ে দাঁড়াল। শিক্ষক বাঁশিতে ফুঁ দেওয়ার সাথে সাথে নাসিম দৌড় শুরু করলো এবং প্রত্যেকে যার যার থামা ঘড়ি চালু করলো। দৌড়বিদ নাসিম যখন তার সামনের দড়ি অতিক্রম করবে তখন সে তার থামা ঘড়ি বন্ধ করবে। ঘড়ির পাঠ থেকে ঐ দূরত্বের জন্য সময় পাওয়া যাবে এবং পাঠসমূহ নিম্নে ছকাকারে বসানো হলো।

পাঠ	অতিক্রান্ত দূরত্ব ( $m$ )	সময় ( $s$ )
1	25	4.9
2	50	9.7
3	75	14.9
4	100	20

(ক) অসম দ্রুতি কী?

(খ) সুসম ত্বরণের জন্য বেগ-সময় লেখচিত্র কেমন হবে- ব্যাখ্যা কর।

(গ) একটি ছক কাগজে লেখ অঙ্কন করে প্রথম 5 সেকেন্ড সময় ব্যবধানের গড় দ্রুতি নির্ণয় কর।

(ঘ) লেখচিত্রটি পুনরায় অঙ্কন করে  $d = 25 m$  এবং  $d = 75 m$  অবস্থানদ্বয়ের নাসিমের তাৎক্ষণিক দ্রুতি নির্ণয় করে এ দূরত্ব ব্যবধানে নাসিমের গড় ত্বরণ কীভাবে নির্ণয় করবে তা বিশ্লেষণ কর।

১৭. ঢাকা থেকে আন্তঃনগর তিস্তা এক্সপ্রেস ট্রেনটি তার গতির অর্ধেক সময়  $30 km/hour$  দ্রুতিতে এবং অবশিষ্ট অর্ধেক সময়  $40 km/hour$  দ্রুতিতে চলে জামালপুর পৌঁছে। পুনরায় জামালপুর থেকে ট্রেনটি তার অতিক্রান্ত পথের অর্ধেক অংশ  $30 km/hour$  দ্রুতিতে এবং বাকি অর্ধেক পথ  $40 km/hour$  দ্রুতিতে চলে ঢাকায় ফিরে আসে।

(ক) সুসম দ্রুতি কী?

(খ) দূরত্ব ও সরণের পার্থক্য লেখ।

(গ) জামালপুর থেকে ঢাকায় ফেরার পথে ট্রেনটির গড় দ্রুতি নির্ণয় কর।

(ঘ) ট্রেনটির জামালপুর যাওয়া এবং ঢাকায় ফিরে আসার গড় দ্রুতির কোনো পার্থক্য হবে কি? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

১৮.  $54 kmh^{-1}$  বেগে চলন্ত একটি গাড়ীর চালক  $46 m$  দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়ীটি পথচারীর মাত্র  $1 m$  সামনে এসে থেমে গেল।

(ক) দ্রুতি কী রাশি?

(খ) গাড়ীটির বেগ বনাম সময় লেখ কেমন হবে-ব্যাখ্যা করো।

(গ) গাড়ীটির ত্বরণ নির্ণয় করো।

(ঘ) গাড়ীটির ত্বরণ কত হলে তা ঠিক লোকটির কাছে লোকটির কাছে এসে থেমে যেত বলে তুমি মনে করো।

১৯. একটি ট্রেন এক স্টেশন থেকে ছাড়ার প্রথম  $20s$  সমত্বরণে চলে সর্বোচ্চ  $25ms^{-1}$  দ্রুতি প্রাপ্ত হয়, এর পর ব্রেক চাপার পূর্ব সময় পর্যন্ত  $30s$  সমদ্রুতিতে চলে এবং ব্রেক চেপে সমমন্দনে থামে। ট্রেনটির মোট যাত্রাকাল  $60s$ ।

(ক) বেগ কাকে বলে?

(খ) সুসম ত্বরণ ব্যাখ্যা কর।

(গ) ট্রেনটির প্রথম  $20s$  – এ ত্বরণ ও এ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ)  $X$  অক্ষে সময় এবং  $Y$  অক্ষে দ্রুতি স্থাপন করে গ্রাফ কাগজ ছাড়া ট্রেনের গতি কালে দ্রুতি সময় লেখচিত্র অংকন কর।