

# মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

## তৃতীয় অধ্যায়: বল



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

**প্রশ্ন ▶ ১** 700kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক  $20\text{ms}^{-1}$  বেগে 1300kg ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুইটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে।

◀ শিখনফল-৯ / ক্র. বো. - ২০১৫/

- ক. জড়তা কী? ১  
খ. গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কীভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার ধর্মই জড়তা।

**খ** ঘর্ষণ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক সমস্যা সৃষ্টি করলেও চলাচল ও যানবাহন চালানার জন্য ঘর্ষণ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেমন, গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ আছে বলেই গাড়ি চালনা সম্ভব হয়েছে। বস্তুর গতির ওপর রাস্তার মসৃণতার প্রভাব অনেক বেশি। রাস্তা মসৃণ হলে রাস্তার যানবাহন চলাচল সহজতর হয় এবং ভ্রমণ আরামদায়ক হয়। রাস্তা যত বেশি মসৃণ হবে বাধাদানকারী ঘর্ষণ বলের মানও তত কম হবে। গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান টায়ারের এবং একই সাথে রাস্তার মসৃণতার ওপর নির্ভর করে। ঘর্ষণ বলের পরিমাণ অনেক কমে গেলে নানা ধরনের সমস্যারও সৃষ্টি হয়। তাই রাস্তাকে খুব বেশি মসৃণ করাও ঠিক নয়। ব্রেক হচ্ছে এমন এক ব্যবস্থা যা ঘর্ষণের পরিমাণ বৃদ্ধি করে গাড়ির গতি তথা চাকার ঘূর্ণনকে প্রয়োজন অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ করে। এর মাধ্যমে যানবাহনকে নির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভবপর হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{গতিশীল ট্রাকের ভর, } m_1 &= 700\text{kg} \\ \text{স্থির ট্রাকের ভর, } m_2 &= 1300\text{kg} \\ \text{সংঘর্ষের পূর্বে, ১ম ট্রাকের গতিবেগ, } u_1 &= 20\text{ms}^{-1} \\ \text{এবং ২য় ট্রাকের গতিবেগ, } u_2 &= 0\text{ms}^{-1} \end{aligned}$$

বের করতে হবে, ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ,  $v = ?$

$$\begin{aligned} \text{ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, } m_1u_1 + m_2u_2 &= m_1v + m_2v \\ \therefore v &= \frac{m_1u_1 + m_2u_2}{m_1 + m_2} = \frac{700\text{kg} \times 20\text{ms}^{-1} + 1300\text{kg} \times 0\text{ms}^{-1}}{700\text{kg} + 1300\text{kg}} \\ &= 7\text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** মনে করি,  $m_1$  ও  $m_2$  ভরের দুটি বস্তুকণা পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের ওপর যথাক্রমে  $F_1$  ও  $F_2$  বল প্রযুক্ত হয়। সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের বেগ যথাক্রমে  $u_1$  ও  $u_2$  এবং সংঘর্ষের পরে এদের বেগ যথাক্রমে  $v_1$  ও  $v_2$ । সংঘর্ষের ক্রিয়াকাল  $t$ ।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\text{বা, } m_1v_1 - m_1u_1 = m_2u_2 - m_2v_2$$

$$\text{বা, } m(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$$

$$\text{বা, } m_1 \frac{v_1 - u_1}{t} = -m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$\text{বা, } m_1a_1 = -m_2a_2 \text{ [সংঘর্ষকালে বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ যথাক্রমে } a_1 \text{ ও } a_2 \text{]}$$

$$\text{বা, } F_1 = -F_2, \text{ যা নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ।}$$

এভাবে, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

**প্রশ্ন ▶ ২** তানজুম 50g ভরের একটি পাথরকে  $60\text{ms}^{-1}$  বেগে ভূমির সমান্তরালে নিক্ষেপ করে।

◀ শিখনফল-৬ / ক্র. বো. - ২০১৫/

- ক. মাত্রা কাকে বলে? ১  
খ. 10N বল বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. পাথরটি যদি সমবেগে গতিশীল থাকে তবে 4s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে, তা নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মতামত দাও। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে এর মাত্রা বলে।

$$\text{খ } 10\text{N} = 1\text{kg} \times 10\text{ms}^{-2}$$

সুতরাং 10N বল বলতে বোঝায়, যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে এতে  $10\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করে।

**গ**

আমরা জানি,

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

$$= 60\text{ms}^{-1} \times 4\text{sec} + \frac{1}{2} \times 0\text{ms}^{-2} \times (4\text{sec})^2$$

$$= 240\text{m} + 0\text{m}$$

$$= 240\text{m} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** পাথরটির ভর,  $m = 50\text{g} = 0.05\text{kg}$

9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করা হলে পাথরটির মন্দন হবে,

$$\begin{aligned} a &= F/m \text{ [}\because F = ma\text{]} \\ &= 9\text{N}/0.05\text{kg} \\ &= 180\text{ms}^{-2} \end{aligned}$$

পাথরটির আদিবেগ,  $u = 60\text{ms}^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 0\text{ms}^{-1}$  [∵ থেমে গেল]

থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত  $s$  পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করলে,

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

$$\text{বা, } 2as = u^2 - v^2$$

$$\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{(60\text{ms}^{-1})^2 - (0\text{ms}^{-1})^2}{2 \times 180\text{ms}^{-2}}$$

$$= 10\text{m}$$

সুতরাং 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে।

এখানে, পাথরটির আদিবেগ,  
 $u = 60\text{ms}^{-1}$   
ত্বরণ,  $a = 0\text{ms}^{-2}$   
[∵ সমবেগ]  
সময়কাল,  $t = 4\text{sec}$   
দূরত্ব (সরণ),  $s = ?$

**প্রশ্ন ▶ ৩** 10kg ভরের একটি বস্তুকে রশি দিয়ে বেঁধে তার ১ম প্রান্তে 4 জন লোক প্রত্যেকে 200N বল প্রয়োগ করে। রশির অপর প্রান্তে 3 জন লোক যাদের মধ্যে 2 জন বালক ও একজন যুবক এরা রশিটিকে ঠিক বিপরীত দিকে টানে। দুজন বালকের প্রযুক্ত বল যুবকের বলের সমান।

◀ শিখনফল-৩ ও ৫

- ক. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১  
খ. গতির উপর বলের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. প্রত্যেক বালক কত বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? ৩  
ঘ. যুবক যদি না টানত তবে বস্তুটি 4 সে. এ কোন দিকে কত দূরে যাবে? গাণিতিকভাবে নির্ণয় কর। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** “কোন বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।” এটিই নিউটনের গতির ২য় সূত্র।

**খ** কোনো স্থির বস্তুর গতিশীল হওয়া বা গতিশীল বস্তুর স্থির হওয়ার প্রধান কারণ হল বল।

অর্থাৎ, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুস্থম গতিতে সরলপথে চলতেই থাকবে। এটিই হলো গতির ওপর বলের প্রভাব।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 10\text{kg}$$

$$\text{প্রত্যেক লোকের প্রযুক্ত বল, } F = 200\text{N}$$

∴ 4 জন লোকের মোট প্রযুক্ত বল,  $F_1 = 4F = (4 \times 200)\text{N} = 800\text{N}$   
ধরি,

$$\text{প্রত্যেক বালকের প্রযুক্ত বল} = F' \text{ N}$$

$$\therefore 2 \text{ জন বালকের প্রযুক্ত বল} = 2F' \text{ N}$$

$$\therefore 1 \text{ জন যুবকের প্রযুক্ত বল} = 2F' \text{ N}$$

$$\therefore \text{বালক ও যুবকের প্রযুক্ত মোট বল, } F_2 = (2F' + 2F') \text{ N} \\ = 4F' \text{ N}$$

বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকবে যদি,

$$F_1 = F_2 \text{ হয়}$$

$$\text{বা, } 800 = 4F'$$

$$\text{বা, } F' = 200 \text{ N}$$

সুতরাং, প্রত্যেক বালক 200N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকবে। (Ans.)

**ঘ** এখানে,

$$4 \text{ জন লোকের মোট প্রযুক্ত বল, } F_1 = (4 \times 200) \text{ N} \\ = 800\text{N}$$

$$2 \text{ জন বালকের মোট প্রযুক্ত বল, } F_2 = (2 \times 200) \text{ N} \\ = 400\text{N}$$

$$\text{বস্তুর উপর লব্ধিবল, } F = F_1 - F_2 = (800 - 400) \text{ N} \\ = 400 \text{ N}$$

$$\therefore F_2 < F_1$$

∴ যুবক না টানলে বস্তুটি 4 জন লোকের দিকে যাবে।

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

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 10\text{kg}$$

$$\text{সময়, } t = 4\text{s}$$

$$\text{বস্তুর ত্বরণ} = a \text{ ms}^{-2} \text{ (ধরি)}$$

$$\text{বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ?$$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } 400 = 10 \times a$$

$$\therefore a = 40\text{ms}^{-2}$$

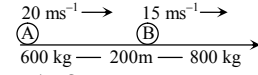
$$\text{আবার, } s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{বা, } s = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 40 \times 4^2$$

$$\therefore s = 320 \text{ m}$$

সুতরাং, যুবক না টানলে বস্তুটি 4 জন লোকের দিকে 320m যাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৪**



A ও B বস্তু দুইটি একই দিকে চলমান এবং B বস্তুটি 200m সামনে রয়েছে।

◀ শিখনফল-৪

- ক. সুস্থম ত্বরণ কাকে বলে? ১  
খ. পড়ন্ত বস্তুর ৩য় সূত্রটি লিখ এবং ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. কত সময় পর বস্তু দুইটি মিলিত হবে? ৩  
ঘ. একই দিকে চলমান বস্তুর মিলিত বেগ বস্তু দুইটির পরস্পরের দিকে মিলিত বেগ অপেক্ষা বেশি গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

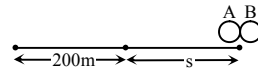
**ক** সুস্থম ত্বরণ : যদি কোন বস্তুর বেগ নির্দিষ্ট দিকে সব সময় একই হারে বাড়তে থাকে তবে তার বেগকে সুস্থম ত্বরণ বলে।

**খ** পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্র : স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রান্ত করে (h) তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ  $h \propto t^2$

**ব্যাখ্যা:** স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে  $t_1, t_2, t_3$  সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব যথাক্রমে  $h_1, h_2, h_3$  হলে এই সূত্র অনুসারে,

$$\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} = \frac{h_3}{t_3^2} = \text{ধ্রুবক।}$$

**গ**



এখানে, A বস্তুর বেগ,  $v_A = 20 \text{ ms}^{-1}$

B বস্তুর বেগ,  $v_B = 15\text{ms}^{-1}$

মনে করি, বস্তু দুইটি t সময় পর মিলিত হবে।

$$\therefore t \text{ সময়ে A বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব} = 200 + s = v_A t$$

এবং B বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব = s

$$\text{প্রশ্নমতে, } 200 + s = v_A t$$

$$\text{কিন্তু, } s = v_B t$$

$$\therefore 200 + v_B t = v_A t$$

$$\text{বা, } 200 = (v_A - v_B)t = (20 - 15)t$$

$$\text{বা, } t = \frac{200}{5} = 40\text{s (Ans.)}$$

ঘ এখানে, A বস্তুর ভর,  $m_A = 600\text{kg}$

B বস্তুর ভর,  $m_B = 800\text{kg}$

বস্তু দুইটি যখন একই দিকে চলে, তখন,

A বস্তুর বেগ,  $v_A = 20\text{ms}^{-1}$

B বস্তুর বেগ,  $v_B = 15\text{ms}^{-1}$

ধরি, মিলিত বেগ =  $v$

∴ ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই,

$$m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B)v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B} = \frac{600\text{kg} \times 20\text{ms}^{-1} + 800\text{kg} \times 15\text{ms}^{-1}}{600\text{kg} + 800\text{kg}}$$

$$\therefore v = 17.143\text{ms}^{-1}$$

বস্তু দুইটি যখন পরস্পরের দিকে চলে তখন,

A বস্তুর বেগ,  $v_A = 20\text{ms}^{-1}$

B বস্তুর বেগ,  $v_B = -15\text{ms}^{-1}$  [পরস্পরের বিপরীত দিকে চলে]

∴ ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই,

$$v = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$$

$$= \frac{600\text{kg} \times 20\text{ms}^{-1} + 800\text{kg} \times (-15\text{ms}^{-1})}{600\text{kg} + 800\text{kg}}$$

$$= 0\text{ms}^{-1}$$

∴ গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, একই দিকে চলমান বস্তুর মিলিত বেগ বস্তু দুইটির পরস্পরের দিকে মিলিত বেগ অপেক্ষা বেশি। (Ans.)

**প্রশ্ন ৫** একটি খেলনা রকেটের ইঞ্জিন 100N বলে জ্বালানি নির্গমন করে। রকেটটির ভর 500 gm। রকেটটি উপরে ওঠার সময় 170 ms<sup>-2</sup> ত্বরণ প্রাপ্ত হয় এবং নিচে নামার সময় 190 ms<sup>-2</sup> ত্বরণ অর্জন করতে পারে।

◀ শিখনফল-৫

- |  |   |
|--|---|
| ক. আর্কিমিডিসের নীতি কী?   | ১ |
| খ. “ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব” ব্যাখ্যা করো।   | ২ |
| গ. উক্ত ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ বের করো।   | ৩ |
| ঘ. উপরে ওঠার সময় প্রথম 10s যদি রকেটের ইঞ্জিন চালু রাখা হয় এবং এরপর বন্ধ করা হয়, তবে রকেটটি সর্বোচ্চ কত উঁচুতে উঠবে? – গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। | ৪ |

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** আর্কিমিডিসের নীতি হচ্ছে- “কোনো বস্তুকে স্থির তরল অথবা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণ ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায়। এই হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।”

**খ** একটি বস্তু যখন অন্য কোনো বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়, তাকে ঘর্ষণ বল বলে।

ঘর্ষণ না থাকলে কোনো বস্তুর গতিই আর শেষ হতো না। বিরামহীনভাবে চলতে থাকতো। ঘর্ষণের কারণেই আমরা মাটিতে চলাচল করতে পারি। প্রয়োজন অনুযায়ী গাড়ির গতির দিক পরিবর্তন করতে পারি। বাতাসের ঘর্ষণ আছে বলেই প্যারাসুট দিয়ে সহজে মাটিতে নামা সম্ভব হয়েছে। আবার ঘর্ষণের ফলে শক্তির অপচয় হয়, অতিরিক্ত জ্বালানির খরচ হয়। তবুও ঘর্ষণ আমাদের অনেক উপকারে আসে। তাই ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব।

**গ** ধরি, রকেটের ত্বরণ =  $a$

$$\therefore a - g = 170 \dots\dots\dots(i) \text{ [উপরে উঠার সময়]}$$

$$\text{আবার, } a + g = 190 \dots\dots\dots(ii) \text{ [নিচে নামার সময়]}$$

(ii) হতে (i) বিয়োগ করে

$$2g = 20$$

$$\therefore g = 10\text{ m/s}^2 \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** প্রথম 10s এ, যখন রকেটের ইঞ্জিন চালু ছিল, তখন রকেটের উর্ধ্বমুখী ত্বরণ,  $a = +170\text{ m/s}^2$

রকেটটি স্থির অবস্থান হতে যাত্রা শুরু করলে, আদি বেগ,  $u = 0$

$$\therefore 1\text{ম } 10\text{s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$= 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 170 \times 10^2$$

$$= 8500\text{m}$$

$$= 8.5\text{ km}$$

এই 10s পর রকেটের বেগ,  $v = u + at$

$$= 0 + 170 \times 10$$

$$= 1700\text{ m/s}$$

10s পর ইঞ্জিন বন্ধ হয়ে গেলে, রকেটের নিম্নমুখী ত্বরণ,

$$a = 10\text{ m/s}^2 \text{ [“গ” থেকে পাই]}$$

∴ এই ত্বরণে সর্বোচ্চ উচ্চতা =  $h$  হলে,

$$v^2 = v^2 - 2gh$$

$$\text{বা, } 0^2 = (1700)^2 - 2 \times 10 \times h$$

$$\therefore h = 144.5\text{ km}$$

∴ রকেটটির মোট সর্বোচ্চ উচ্চতা,  $H = s + h$

$$= (8.5 + 144.5)\text{ km}$$

$$= 153\text{ km}$$

অতএব, রকেটটি সর্বাধিক 153 km উপরে উঠবে।

**প্রশ্ন ৬** ১ম শর্ত: বাস্কেট বল খেলার সময় Lay-up shot নেওয়ার পরে আরিফুল ভারসাম্যহীন হলো এবং বাস্কেটের পিছনের প্যাডেড দেয়ালের সাথে সংঘর্ষ হলো। তার 74kg ভরের দেহ 0.16 সেকেন্ডে গতি হ্রাস পেয়ে 7.6ms<sup>-1</sup> থেকে 0 ms<sup>-1</sup> হলো।

২য় শর্ত : যদি সে একই গতিতে কংক্রিটের দেয়ালে আঘাত করতো, তাহলে তার ভরবেগ 0.0080 সেকেন্ডে শূন্য হতো।

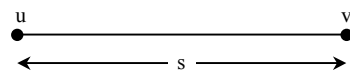
◀ শিখনফল-৬

- |   |   |
|---|---|
| ক. নিউটনের গতির ২য় সূত্র কি?   | ১ |
| খ. $s = vt$ সমীকরণ চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো।  | ২ |
| গ. ১ম শর্ত হতে আরিফুলের উপর ক্রিয়ারত বল নির্ণয় করো।   | ৩ |
| ঘ. ১ম শর্ত হতে তার উপর বল ২য় শর্তের বলের তুলনায় 0.05 গুণ হবে। উক্তিটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। | ৪ |

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যদি ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

**খ** মনে করি, কোন বস্তু  $u$  আদিবেগ নিয়ে  $a$  সুষম ত্বরণে  $t$  সময় চলে  $v$  শেষবেগ প্রাপ্ত হয়। ধরা যাক, উক্ত সময়ে বস্তুটি  $s$  দূরত্ব অতিক্রম করে। অর্থাৎ বস্তুর সরণ হয়  $s$ ।



বস্তুর গড় বেগ,  $\bar{V}$  হলে,

$$\bar{V} = \frac{s}{t}$$

বা,  $s = \bar{V}t$

বস্তুটি সুস্থম বেগে চললে,  $u = v = \bar{V}$  হয়।

সুতরাং  $s = vt$

**গ**

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= m\left(\frac{v-u}{t}\right)$$

$$= 74 \times \left(\frac{0-7.6}{0.16}\right)$$

$$= -3515 \text{ N}$$

∴ আরিফুলের উপর ক্রিয়ারত বল 3515 N (Ans.)

**ঘ** এখানে, ২য় শর্ত হতে আরিফুলের ভর,  $m = 74 \text{ kg}$

আদি বেগ,  $u = 7.6 \text{ ms}^{-1}$

শেষ বেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

সময়,  $t = 0.008 \text{ s}$

‘গ’ অংশ হতে ক্রিয়ারত বল,  $F = 3515 \text{ N}$

আমরা জানি,

$$F' = ma$$

$$= \frac{mv - mu}{t}$$

$$= \frac{0 - 74 \times 7.6}{0.008} = -70300 \text{ N}$$

২য় শর্ত হতে, তার উপর ক্রিয়ারত বল,

$$F' = 70300 \text{ N}$$

এখন,  $\frac{F}{F'} = \frac{3515 \text{ N}}{70300 \text{ N}} = 0.05$

বা,  $F = 0.05 F'$

অর্থাৎ ১ম শর্তের ক্ষেত্রে তার উপর ক্রিয়ারত বল, ২য় শর্তের ক্ষেত্রে তার উপর ক্রিয়ারত বলের ০.০৫ গুণ।

**প্রশ্ন ▶ ৭** 10g ভরের একটি বুলেটে  $300 \text{ ms}^{-1}$  বেগে এক টুকরা কাঠের মধ্যে 1.5cm প্রবেশ করে বুলেটের বেগ অর্ধেক হয়। ◀শিখনফল-৬

- প্রসঙ্গ কাঠামো কি? ১
- অবস্থান বলতে কি বুঝ? ২
- উদ্দীপকের বুলেটের কাঠ কর্তৃক বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় করো। ৩
- বুলেটটি কি আরো 1cm প্রবেশ করতে পারবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে কোন বস্তুর অবস্থান ও গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

**খ** একটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে কোন বস্তু কোন দিকে কতদূরে রয়েছে সেটিই হচ্ছে ঐ বস্তুর অবস্থান। একটি বস্তু বা বিন্দুর অবস্থান নির্ণয় করতে হলে প্রথমেই একটি জানা বিন্দু বা বস্তু ধরে নিতে হবে যার সাপেক্ষে বিন্দু বা বস্তুর অবস্থান নির্ণয় করা যাবে।

**গ** উদ্দীপক থেকে পাই,

আমরা জানি,

∴ কাঠে বুলেটটির মন্দন  $a_1$  হলে,

$$v_1^2 = u_1^2 - 2a_1s_1$$

$$\text{বা, } 150^2 = 300^2 - 2 \times a_1 \times 0.015$$

$$\text{বা, } 0.03a_1 = 300^2 - 150^2$$

$$\text{বা, } 0.03a_1 = 67500$$

$$\text{বা, } a_1 = 2.25 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}$$

∴ কাঠ কর্তৃক বাধাদানকারী বল  $F$  হলে,

$$F = ma_1$$

$$\text{বা, } F = 0.01 \times 2.25 \times 10^6$$

$$= 22500 \text{ N (Ans.)}$$

**ঘ** ধরি, বুলেটটি কাঠে আরও  $s_2$  দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে

1.5 cm প্রবেশের পর বুলেটটির বেগ,  $u_2 = 150 \text{ ms}^{-1}$

কাঠে বুলেটের মন্দন,  $a_1 = 2.25 \times 10^6 \text{ ms}^{-2}$

শেষবেগ,  $v_2 = 0$

$s_2$  দূরত্ব অতিক্রমের পর বুলেটটি থেমে গেলে,

আমরা জানি,  $v_2^2 = u_2^2 - 2a_1s_2$

$$\text{বা, } 0^2 = 150^2 - 2 \times 2.25 \times 10^6 s_2$$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{150^2}{2 \times 2.25 \times 10^6}$$

$$= 0.005 \text{ m}$$

$$= 0.5 \text{ cm}$$

অর্থাৎ বুলেট আরও 0.5 cm প্রবেশ করতে পারবে।

সুতরাং বুলেট আরো 1 cm প্রবেশ করতে পারবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৮** ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে 10 kg ভরের একটি স্থির বক্স এর উপর 100 N বল 4 s ক্রিয়া করে। এরপর ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে বক্সটি 2 s চলে গন্তব্যে পৌঁছায়। বক্স ও মেঝের মধ্যকার ঘর্ষণ বলের মান 5 N।

◀শিখনফল-৬ ও ১০

- ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
- সৈনিকগণ কীভাবে অনেক উঁচু থেকে প্যারাসুটের সাহায্যে মাটিতে নিরাপদে নেমে আসেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে বক্সটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- সম্পূর্ণ মেঝেটি ঘর্ষণবিহীন হলে উক্ত প্রযুক্ত বলের অর্ধেক বল প্রয়োগে এ বক্সটি গন্তব্যে আগে পৌঁছাবে কী? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি বস্তু একে অপরের উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করলে বা চলতে থাকলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলে এই গতির বিরুদ্ধে যে বাধার উৎপত্তি হয় তাকে ঘর্ষণ বলে।

**খ** সৈনিকগণ যখন প্যারাসুটের সাহায্যে নিচে নামতে থাকে তখন তাদের ওজন খাড়া নিচের দিকে কাজ করে এবং প্যারাসুট ও বাতাসের মধ্যকার প্রবাহী ঘর্ষণ বল গতির বিপরীতে কাজ করে ফলে গতি কম হয় এবং নিয়ন্ত্রণের মধ্যে থাকে। বাতাসের এই ঘর্ষণের কারণে সৈনিকগণ প্যারাসুটের সাহায্যে মাটিতে নিরাপদে নেমে আসতে পারে।

গ

আমরা জানি,

$$\Sigma F = ma$$

$$\text{বা, } F - F' = ma$$

$$\text{বা, } 100 - 5 = 10a$$

$$\text{বা, } a = 9.5$$

$$\text{ms}^{-2} \dots \dots \dots (i)$$

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

$$\text{বা, } s = 0 \times 4 + \frac{1}{2} \times 9.5 \times 4^2$$

$$\therefore s = 76 \text{ m (Ans)}$$

ঘ এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 10 \text{ kg}$ 

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

প্রথমক্ষেত্রে গন্তব্যে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t' = 4 \text{ s}$ 4s -এ অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s = 76 \text{ m}$  [গ হতে]প্রথম 4s এ ত্বরণ,  $a' = 9.5 \text{ ms}^{-2}$ মনে করি, ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে 2s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_1$ 

4s পর বেগ,

$$v = u + a't'$$

$$\text{বা, } v = 0 + 9.5 \times 4$$

$$\therefore v = 38 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, পরবর্তী  $t_1 = 2 \text{ s}$  এ অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_1 = vt_1$ 

$$\text{বা, } s_1 = 38 \times 2$$

$$\therefore s_1 = 76 \text{ m}$$

∴ গন্তব্য স্থলের মোট দূরত্ব,  $s' = s + s_1 = (76 + 76) \text{ m}$ 

$$\therefore s' = 152 \text{ m}$$

এখন, ধরি, সম্পূর্ণ মেঝে ঘর্ষণবিহীন হলে  $s'$  দূরত্ব অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময়  $t''$ ।

$$\text{এক্ষেত্রে, } F'' = \frac{100}{2} \text{ N} = 50 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F'' = ma''$$

$$\text{বা, } 50 = 10 \times a''$$

$$\therefore a'' = 5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore s' = ut'' + \frac{1}{2} a'' t''^2$$

$$\text{বা, } 152 = 0 \times t'' + \frac{1}{2} \times 5 \times t''^2$$

$$\therefore t'' = 7.797 \text{ s}$$

$$\therefore t'' > 6 \text{ s}$$

সুতরাং সম্পূর্ণ মেঝে ঘর্ষণবিহীন হলে প্রযুক্ত বলের অর্ধেক বলে বস্তুটি গন্তব্যে আগে পৌঁছাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৯** একটি ট্রাকের ভর  $500 \text{ kg}$  এবং ট্রাকটি  $30 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলছে। ট্রাকের চালক  $150 \text{ m}$  দূরত্বে গতিসীমা নির্দেশ চিহ্ন  $54 \text{ kmh}^{-1}$  দেখতে পেয়ে ব্রেক করায় উক্ত স্থানে নির্দেশিত বেগ প্রাপ্ত হয়। এরপর গাড়িটি সমবেগে চলতে থাকে। এসময় বিপরীত দিক থেকে আগত  $400 \text{ kg}$  ভরের ও  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগের অপর একটি গাড়ির সাথে সংঘর্ষে মিলিত হয়।

◀ শিখনফল-৬ ও ৯

ক. ভেক্টর রাশি কাকে বলে? ১

খ. সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর গতির দিক পরিবর্তনের ফলে তার বেগও পরিবর্তন হয়— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গতিসীমা নির্দেশিত বেগ পেতে চালক কত ত্বরণ সৃষ্টি করবেন? ৩

ঘ. সংঘর্ষে মিলিত অবস্থায় গাড়ি দুটির বেগ কত ও কোন দিকে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে ভৌত রাশি প্রকাশের জন্য মান ও দিক উভয়ের দরকার হয় তাকে ভেক্টর রাশি বলে।

**খ** সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর গতির দিক পরিবর্তনের ফলে তার দ্রুতির পরিবর্তন না ঘটলেও বেগের পরিবর্তন ঘটে। কারণ বেগ হলো ভেক্টর রাশি। বেগ বিবেচনায় এর মান ও দিক উভয়ই বিবেচ্য। শুধু মান বা শুধু দিক বা উভয়ের পরিবর্তনের দ্বারা বেগের পরিবর্তন সম্ভব। আলোচ্য ক্ষেত্রে দিকের পরিবর্তনের দ্বারা (বেগের মান বা দ্রুতি অপরিবর্তিত রেখে) বেগের পরিবর্তন ঘটানো হয়।

**গ** দেওয়া আছে, ট্রাকটির আদিবেগ,  $u = 30 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{দূরত্ব, } s = 150 \text{ m}$$

ট্রাকটির শেষবেগ,  $v = 54 \text{ kmh}^{-1}$ 

$$= 54 \times \frac{5}{18} \text{ ms}^{-1}$$

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

বের করতে হবে, ত্বরণ,  $a = ?$ আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2as$ 

$$\text{বা, } 2as = v^2 - u^2$$

$$\therefore a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{(15 \text{ ms}^{-1})^2 - (30 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 150 \text{ m}}$$

$$= -2.25 \text{ m/s}^2$$

সুতরাং, গতিসীমা নির্দেশিত বেগ পেতে চালক  $-2.25 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করবেন, যা প্রকৃতপক্ষে  $2.25 \text{ ms}^{-2}$  মানের মন্দন।

**ঘ** দেওয়া আছে, ট্রাকের ভর,  $m_1 = 500 \text{ kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকের আদিবেগ,  $u_1 = 15 \text{ ms}^{-1}$ গাড়ির ভর,  $m_2 = 400 \text{ kg}$ সংঘর্ষের পূর্বে গাড়ির আদিবেগ,  $u_2 = -20 \text{ ms}^{-1}$ 

[∴ বিপরীত দিক থেকে আগত]

সংঘর্ষে মিলিত অবস্থায় গাড়ি দুটির সাধারণ বেগ  $v$  হলে,

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v + m_2 v$$

$$\therefore v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{500 \text{ kg} \times 15 \text{ ms}^{-1} + 400 \text{ kg} \times (-20 \text{ ms}^{-1})}{500 \text{ kg} + 400 \text{ kg}}$$

$$= -0.556 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং, সংঘর্ষে মিলিত অবস্থায় গাড়ি দুটির সাধারণ বেগের মান  $0.556 \text{ ms}^{-1}$  এবং দিক হলো সংঘর্ষের পূর্বে  $400 \text{ kg}$  ভরের গাড়িটি যেদিকে যাচ্ছিল, সেদিকে।

**প্রশ্ন ▶ ১০** একটি  $5 \text{ kg}$  ভরের বন্দুকের ট্রিগার চেপে  $10 \text{ g}$  ভরের গুলি  $2 \text{ sec}$ -এ  $400 \text{ ms}^{-1}$  বেগে বন্দুকের নল থেকে বেড়িয়ে গেল বন্দুকটিও  $0.8 \text{ ms}^{-1}$  বেগে পিছনের দিকে সরে গেল।

◀ শিখনফল-৬ ও ৯

- ক. পরম গতি কাকে বলে? ১  
খ. বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়লে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ হয় কেন? ২  
গ. উদ্দীপকে বন্দুক কর্তৃক গুলিতে প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উল্লেখিত ঘটনা পদার্থ বিজ্ঞানের কোন সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রকৃতপক্ষে স্থির রয়েছে এরূপ একটি বস্তুর সাপেক্ষে গতিশীল কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে।

**খ** বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়লে ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র এবং নিউটনের গতির ৩য় সূত্র প্রযোজ্য হয়। এক্ষেত্রে বন্দুকের ব্যারেল গুলির উপর যে মানের বল (ক্রিয়া) প্রয়োগ করে, গুলিও ঐ সময় বন্দুকের ওপর এর গতির বিপরীত দিকে একই মানের প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এ কারণে বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়লে বন্দুকটি পশ্চাৎ বেগপ্রাপ্ত হয়।

**গ** দেওয়া আছে, গুলির ভর,  $m = 10g = 0.01 \text{ kg}$

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

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

$$\text{সময়কাল, } t = 2 \text{ sec}$$

গুলির ত্বরণ  $a$  হলে  $v = u + at$

$$\text{বা, } a = \frac{v - u}{t} = \frac{400 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{2 \text{ sec}} = 200 \text{ ms}^{-2}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{গুলির ওপর প্রযুক্ত বলের মান, } F &= ma \\ &= 0.01 \text{ kg} \times 200 \text{ ms}^{-2} \\ &= 2 \text{ N (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** এখানে, গুলির ভর,  $m = 10g = 0.01 \text{ kg}$

এবং বন্দুকের ভর,  $M = 5 \text{ kg}$

আদি অবস্থায়, গুলি ও বন্দুক উভয়ের বেগ  $= 0 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore$  আদি অবস্থায় (গুলি ও বন্দুক যখন পরস্পরের ওপর বল প্রয়োগ করা শুরু করবে ঠিক তার পূর্ব মুহূর্তে) বন্দুক ও গুলির ভরবেগের সমষ্টি = বন্দুকের ভর  $\times$  বন্দুকের আদিবেগ + গুলির ভর  $\times$  গুলির আদিবেগ

$$= 5 \text{ kg} \times 0 \text{ ms}^{-1} + 0.01 \text{ kg} \times 0 \text{ ms}^{-1} = 0 \text{ kgms}^{-1}$$

গুলিটি যখন বন্দুকের নল দিয়ে বেরিয়ে যায় (অর্থাৎ গুলি ও বন্দুক পরস্পরের ওপর বল প্রয়োগকালীন শেষ মুহূর্তে) তখন গুলির বেগ,  $v = 400 \text{ ms}^{-1}$  এবং বন্দুকের বেগ,  $v = 0.8 \text{ ms}^{-1}$  (যেহেতু বন্দুক পশ্চাৎ গতিপ্রাপ্ত হয়)

সুতরাং এ মুহূর্তে বন্দুক ও গুলির মোট ভরবেগ = বন্দুকের ভর  $\times$  বন্দুকের শেষবেগ + গুলির ভর  $\times$  গুলির শেষবেগ

$$\begin{aligned} &= 5 \text{ kg} \times (-0.8 \text{ ms}^{-1}) + 0.01 \text{ kg} \times 400 \\ &= -4 \text{ kgms}^{-1} + 4 \text{ kgms}^{-1} = 0 \text{ kgms}^{-1} \end{aligned}$$

এক্ষেত্রে গুলি ও বন্দুকের মধ্যে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া (বল প্রয়োগ) চলছে এবং তৃতীয় কোনো ব্যক্তি বা বস্তু (বাহির হতে) এদের গতির অবস্থায় কোনো বল প্রয়োগ করে না।

এমন অবস্থায়, (গুলি ও বন্দুকের সমন্বয়ে গঠিত) সিস্টেমের মোট আদি ভরবেগ = মোট শেষ ভরবেগ (উভয়ই  $0 \text{ kgms}^{-1}$ )

সুতরাং উদ্দীপকে উল্লেখিত ঘটনা পদার্থবিজ্ঞানের ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে।

**প্রশ্ন ১১** 50kg ও 60kg ভরের দুইজন ব্যক্তি নদীতে 250kg ভরের একটি স্থির নৌকায় বসেছিল। কোন এক সময় 60kg ভরের ব্যক্তি নৌকা হতে  $3 \text{ ms}^{-1}$  বেগে নদীতে লাফ দিলেন। এতে নৌকাটি  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  বেগে পেছনের গতিশীল হয়ে 15s এর মধ্যে থেমে গেল। **শিখনফল-৯**

- ক. জড়তা কাকে বলে? ১  
খ. দুটি বিন্দুর মধ্যে সর্বনিম্ন দূরত্বই সরণ— ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. 60kg ভরের ব্যক্তি লাফ দেওয়ার পরে নৌকাটি কত ত্বরণ লাভ করেছিল? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের তথ্যাবলি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কী?— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বল প্রয়োগ না করা পর্যন্ত স্থির বস্তু যে স্থির থাকতে চায় কিংবা গতিশীল বস্তু যে গতিশীল থাকতে চায়, বস্তুর এই বৈশিষ্ট্যই হচ্ছে জড়তা।

**খ** নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারই সরণ। সরণ হল একটি ভেক্টর রাশি। আদি ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরৈখিক দূরত্ব হল সরণ। দুটি বিন্দুর মধ্যে সরলরৈখিক সর্বনিম্ন দূরত্ব হল বিন্দু দুইটির লম্ব দূরত্ব। সুতরাং দুটি বিন্দুর মধ্যে সর্বনিম্ন দূরত্বই হল সরণ।

**গ**

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } a = \frac{v - u}{t}$$

$$= \frac{0 - 0.6 \text{ ms}^{-1}}{15 \text{ s}}$$

$$= -0.04 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{নৌকার আদিবেগ, } u = 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

$$\text{সময়, } t = 15 \text{ s}$$

ব্যক্তির লাফ দেওয়ার ফলে নৌকার ত্বরণ নির্ণয় করতে হলে নৌকা ও ব্যক্তির মধ্যবর্তী কার্যকর ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া বল জানা প্রয়োজন। তার জন্য ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া সংঘটনের সময় জানা প্রয়োজন। এই তথ্যগুলো উল্লেখ না করায় এই ত্বরণ নির্ণয় সম্ভব নয়। কিন্তু নৌকা গতিশীল হওয়া ও থেমে যাওয়ার মধ্যবর্তী সময়ে নৌকা ও নদীর পানির মধ্যবর্তী ঘর্ষণ জনিত ত্বরণ নির্ণয় সম্ভব।

**ঘ** দেওয়া আছে,

$$1\text{ম ব্যক্তির ভর, } m_1 = 50 \text{ kg}$$

$$2\text{য় ব্যক্তির ভর, } m_2 = 60 \text{ kg}$$

$$\text{নৌকার ভর, } m_3 = 250 \text{ kg}$$

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

$$2\text{য় ব্যক্তির আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{নৌকার আদিবেগ, } u_3 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$2\text{য় ব্যক্তির শেষবেগ, } v_2 = 3 \text{ ms}^{-1}$$

$$1\text{ম ব্যক্তির শেষবেগ} = \text{নৌকার শেষবেগ} = v = -0.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{আদি ভরবেগের সমষ্টি} &= m_1 u_1 + m_2 u_2 + m_3 u_3 \\ &= 0 \text{ kg ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{শেষ ভরবেগের সমষ্টি} &= m_1 v + m_2 v_2 + m_3 v \\ &= m_2 v_2 + (m_1 + m_3) v \\ &= 60 \times 3 + (250 + 50) \times (-0.6) \\ &= (180 - 180) \text{ kgms}^{-1} \\ &= 0 \end{aligned}$$

যেহেতু আদি ভরবেগের সমষ্টি = শেষ ভরবেগের সমষ্টি।

অতএব উদ্দীপকের তথ্যাবলি ভরবেগের সংরক্ষণের সূত্র সমর্থন করে।

**প্রশ্ন ▶ ১২** 10000 kg ভরের একটি পাথর বোঝাই ট্রাক এবং 100 kg ভরের ছোট একটি গাড়ি পরস্পরের দিকে যথাক্রমে  $4 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $5 \text{ ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল।

◀ শিখনফল-৯

- ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১  
খ. কোনো বস্তুর ওজন পৃথিবীর কেন্দ্রে শূন্য—ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. 5 s এ গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩  
ঘ. সংঘর্ষের পর কোনটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না থাকে, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

**খ** পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য হওয়ায় সেখানে বস্তুর ওজন শূন্য হয়। আমরা জানি, কোনো নির্দিষ্ট স্থানে বস্তুর ওজন হলো এর ভর ও ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের গুণফল। সুতরাং, কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য হলে ঐ স্থানে বস্তুর ভর ও অভিকর্ষজ ত্বরণের গুণফল তথা ওজনও শূন্য হয়। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য। তাই পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজনও শূন্য হয়।

**গ**

সমবেগের ক্ষেত্রে প্রয়োজ্য

$s = vt$  সূত্র হতে পাই,

$s_c = v_c t$

$= 5 \times 5 \text{ m}$

$= 25 \text{ m (Ans.)}$

এখানে

সংঘর্ষের পূর্বে গাড়িটির সমবেগ,

$v_c = 5 \text{ m/s}$

অতিক্রান্ত সময়,  $t = 5 \text{ sec}$

গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_c = ?$

**ঘ**

এখানে,

ট্রাকটির ভরবেগ,  $p_t = m_t v_t$

$= 10000 \times 4$

$= 40000 \text{ kgms}^{-1}$

গাড়িটির ভরবেগ,  $p_c = m_c v_c$

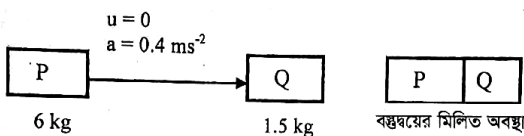
$= 100 \times 5$

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

$\therefore p_t \gg p_c$

সুতরাং বলা যায় যে, সংঘর্ষের পর গাড়িটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে, কারণ গাড়িটি ট্রাকের বিশাল মানের ভরবেগের সম্মুখীন হবে। এছাড়া উভয় যানের গাঠনিক দৃঢ়তার উপরও অনেকটা নির্ভর করে কোন যানটি বেশি বা কম ক্ষতিগ্রস্ত হবে। এ কারণে দেখা যায়, অপেক্ষাকৃত বৃহত্তর আকারের যান, যেমন: ট্রাকের সাথে সংঘর্ষে নিশান পেট্রোল নামক পাজেরো জীপ গাড়ি যতটা ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে, সে তুলনায় ট্রাকটিই ক্ষতিগ্রস্ত হয়েছে বেশি।

**প্রশ্ন ▶ ১৩** চিত্রে P বস্তু 25 সেকেন্ড চলার পর Q কে ধাক্কা দিল এবং মিলিত অবস্থায় 4 সেকেন্ডে থেমে যায়।



◀ শিখনফল-৯ ও ১০

ক. গতি ঘর্ষণ কাকে বলে? ১

খ. ভারী ট্রাক বা বাস চালনার ক্ষেত্রে খুব সতর্কতা অবলম্বনের প্রয়োজন কেন? ২

গ. উদ্দীপকের বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ কত? ৩

ঘ. “উদ্দীপকের আলোকে রাস্তার ঘর্ষণ নির্ণয় করা সম্ভব”—  
উক্তিটির গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তু তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলতে চেষ্টা করে বা চলে তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে গতি ঘর্ষণ বলে।

**খ** একটি নির্দিষ্ট দ্রুতিতে চলমান একটি হালকা ট্রাক বা বাসের তুলনায় একটি ভারী ট্রাক বা বাসের ভরবেগের মান অনেক বেশি হয়। এতে করে ট্রাকটি কখনো থামানোর প্রয়োজন হলে, খুব অল্প সময়ের জন্য অনেক বড় মানের বল প্রয়োগ করতে হয়, যা অনেক সময় অসম্ভব হয়ে উঠতে পারে। তখন মারাত্মক কোনো দুর্ঘটনা হতে পারে। এজন্য ভারী ট্রাক বা বাস চালনার ক্ষেত্রে খুব সতর্কতা অবলম্বন করতে হয়।

**গ** আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } 6 \times 10 + 1.5 \times 0 = (6 + 1.5) \times v$$

$$\text{বা, } v = \frac{6 \times 10}{6 + 1.5}$$

$$\therefore v = 8 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

ধাক্কার পূর্বে P বস্তুর বেগ,

$$u_1 = u + at$$

$$= 0 + 0.4 \times 25$$

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

ধাক্কার পূর্বে Q বস্তুর বেগ,  $u_2 = 0$

P বস্তুর ভর,  $m_1 = 6 \text{ kg}$

Q বস্তুর ভর,  $m_2 = 1.5 \text{ kg}$

মিলিত বেগ,  $v = ?$

**ঘ** উদ্দীপকে, P ও Q বস্তুদ্বয় ধাক্কার পর যখন পরস্পর মিলিত হয় এরপর তারা মিলিত অবস্থায় 4 sec চলার পর থেমে যায়। সুতরাং, তাদের গতির বিপরীত দিকে একটি ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করার কারণেই তারা থেমে যায়।

এখানে, গতিয় ঘর্ষণ বল  $F_k$  হলে—

$$F_k = ma \text{ ----- (i)}$$

আবার, আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } 0 = 8 + a \times 4$$

$$\text{বা, } a = -\frac{8}{4}$$

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

এখানে,

আদিবেগ,  $u = 8 \text{ ms}^{-1}$

[(গ) হতে]

শেষবেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

সময়,  $t = 4 \text{ sec}$

ত্বরণ,  $a = ?$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্নের অর্থ হচ্ছে বস্তুদ্বয়ের মন্দন হচ্ছে।

এখন, (i) নং সমীকরণ থেকে পাই—

$$\text{নির্ণেয় ঘর্ষণ বল, } F_k = (6 + 1.5) \times 2$$

$$= 15 \text{ N}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের আলোকে রাস্তার ঘর্ষণ নির্ণয় করা সম্ভব।

**প্রশ্ন ▶ ১৪** 500 g ভরের একটি বস্তুকে তার তিনগুণ ভরের অপর একটি বস্তু থেকে 300 cm দূরে স্থাপন করা হলো।  $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

◀ শিখনফল-১৪

- ক. নিউটনের ২য় সূত্রটি লিখ। ১  
খ. জুতা ও স্যান্ডেলের তলা মসৃণ না হয়ে খাঁজ কাটা হয় কেন? ২  
গ. বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফলকে দ্বিগুণ এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করলে আকর্ষণ বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে? তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

**খ** হাঁটার জন্য ঘর্ষণ খুবই প্রয়োজন। জুতা পায়ে হাঁটার সময় জুতার খাঁজগুলো রাস্তাকে আঁকড়ে ধরে রাখে এবং প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দেয়। জুতা ও রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বৃদ্ধি করার জন্যই জুতার নিচে খাঁজকাটা থাকে।

**গ**

আমরা জানি,

মহাকর্ষ বল,

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

এখানে,

১ম বস্তুর ভর,  $m_1 = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$

যেহেতু ২য় বস্তুর ভর, প্রথম বস্তুর

$$= 6.673 \times 10^{-11} \times \frac{0.5 \times 1.5}{3^2}$$

$$= 5.56 \times 10^{-12} \text{ N (Ans.)}$$

তিনগুণ, সুতরাং,

২য় বস্তুর ভর,  $m_2 = 0.5 \times 3 = 1.5 \text{ kg}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 300 \text{ cm} = 3 \text{ m}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

$$G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

ভরদ্বয়ের মধ্যবর্তী মহাকর্ষ বল,  $F = ?$

**ঘ**

এক্ষেত্রে,

পূর্বাবস্থায় মহাকর্ষ বল,

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

পরিবর্তিত অবস্থায় মহাকর্ষ বল,

$$F_1 = G \frac{2m_1 m_2}{r_1^2}$$

$$= G \frac{2m_1 m_2}{\left(\frac{r}{2}\right)^2}$$

$$= G \frac{2m_1 m_2}{\frac{r^2}{4}} = G \frac{8m_1 m_2}{r^2} = 8 \times G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 8 \times F$$

$$\therefore F_1 = 8 \times F$$

অতএব, বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফল দ্বিগুণ ও মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক হলে আকর্ষণ বল পূর্বের তুলনায় ৪ গুণ হবে।

এখানে, ভরের গুণফল দ্বিগুণ হলে,

ভরের গুণফল হবে  $= 2 \times m_1 \times m_2$

মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক হলে, নতুন

$$\text{দূরত্ব, } r_1 = \frac{r}{2}$$



## সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

### ▶ উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

**প্রশ্ন ▶ ১৫** দুটি বস্তুকে অনুভূমিকভাবে একটি রশি দিয়ে বাঁধা হল। বস্তু দুটির ভর 10kg ও 20kg। বস্তু দুটিকে 240N বল প্রয়োগে টেনে নিয়ে যাওয়া হচ্ছে।

◀ শিখনফল-৬

- ক. স্পর্শ বল কাকে বলে? ১  
খ. সাম্য বল ও অসাম্য বলের মধ্যে দু'টি পার্থক্য লেখ। ২  
গ. বস্তু দু'টি কত ত্বরণে টেনে নিয়ে যাওয়া হচ্ছে? ৩  
ঘ. কোন ভরের উপর বল প্রয়োগ করলে রশিতে বেশি টান অনুভূত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে বল ক্রিয়া করার জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ প্রয়োজন তাকে স্পর্শ বল বলে।

**খ** সাম্য বল ও অসাম্য বলের দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ :

সাম্য বল	অসাম্য বল
i. সাম্য বল সমূহের লব্ধি শূন্য।	i. অসাম্য বল সমূহের লব্ধি অশূন্য।
ii. কোনো বস্তুর ওপর সাম্য বলের সেট ক্রিয়া করলে এর গতির পরিবর্তন ঘটে না।	ii. কোনো বস্তুর ওপর অসাম্য বলসমূহের সেট ক্রিয়া করলে এর গতিবেগের পরিবর্তন ঘটে।



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

**গ** 30kg ভরের বস্তুর উপর 240N বল কাজ করলে ত্বরণ কত?

**ঘ** বস্তুর ভর ও ত্বরণ জানা থাকলে বল বের করে তুলনা কর।

**প্রশ্ন ▶ ১৬** 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  $72 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলছিল। পশ্চিমদিকে চালক ট্রাকের নিয়ন্ত্রণ হারিয়ে ফেলে। দৃষ্টিনা অনিবার্য দেখে চালক ট্রাকটিকে রাস্তার পাশের একটি খড়ের গাদার ওপর উঠিয়ে দেয়। ট্রাকটি 1.0 sec-এ থেমে যায়। এতে সালাম বড় দৃষ্টিনা হতে রক্ষা পায়। সংঘর্ষে সালাম আহত হলেও অধিকাংশ ডিম অক্ষত থাকে।

◀ শিখনফল-৬

- ক. কোন বল নিউক্লিয়গুলোকে আবদ্ধ রাখে? ১  
খ. দৃষ্টিনায় 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 উপর উঠিয়ে দেওয়ায় সালাম বড় ধরনের দৃষ্টিনা হতে রক্ষা পায়” গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে এর যথার্থতা নির্ণয় কর। ৪

### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সবল নিউক্লিয় বল নিউক্লিয়গুলোকে আবদ্ধ রাখে।



খ ডিমগুলো প্রত্যেকটি প্যাকেটের মধ্যে সুরক্ষিত অবস্থায় ছিল। ফলে ট্রাক ধাক্কা খেলেও ডিমগুলো স্থানচ্যুত হবার সুযোগ পায়নি এবং অন্য ডিমের সাথে বা অন্য কিছুর সাথে সংঘর্ষ হয়নি। ফলে অধিকাংশ ডিম অক্ষত ছিল।



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

গ  $1.5 \times 10^5$  kg ভরের একটি ট্রাক  $72 \text{ kmh}^{-1}$  চলছিল। ট্রাকটিকে 1 sec এ থামানো হলে ক্রিয়ারত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর।

ঘ ক্রিয়াকাল বেশি হলে বলের পরিমাণ কম হয়— ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ▶ ১৮ 9cm পুরু একটি তক্তার সামনে দাড়িয়ে শুভ তার পিস্তল থেকে 10g ভরের একটি বুলেট  $300 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ছুড়ল। এতে বুলেটটি তক্তার ভিতর অর্ধেক ঢুকে থেমে গেল।

◀ শিখনফল-৬ ও ৯

- ক. ঘর্ষণ বল কী ধরনের বল? ১
- খ. কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল শূন্য হলে বস্তুটি স্থির থাকবে— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্ভীপকে ব্যবহৃত তক্তাটির বাধাদানকারী বল কত? ৩
- ঘ. পিস্তল ও বুলেটের ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া নিউটনের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? সূত্রটির গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ঘর্ষণ বল হলো স্পর্শ বল।

খ কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল শূন্য হওয়া মানে তাতে ত্বরণের মান শূন্য। আর যেহেতু স্থিতিশীল বস্তুকে গতিশীল করার জন্য ত্বরণের প্রয়োজন তাই ত্বরণের মান শূন্য হওয়া মানে বস্তুটি স্থির থাকবে।



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

গ 10g ভরের একটি বুলেট  $300 \text{ ms}^{-1}$  বেগে 9cm পুরু একটি তক্তার ভিতর অর্ধেক ঢুকে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর।

ঘ পিস্তল ও বুলেটের ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে— বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ▶ ২১ একটি রাইফেল থেকে  $1 \text{ kms}^{-1}$  বেগে 10g ভরের একটি বুলেট ছোঁড়া হলো। এক্ষেত্রে গুলি ও রাইফেলের উপর ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া কাজ করছে। এ ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া গুলি ও রাইফেলের সাম্যাবস্থায় বা গতিশীল অবস্থায় থাকা বা একে অপরের সংস্পর্শে থাকা বা না থাকার উপর নির্ভরশীল নয়— সর্বত্রই বর্তমান থাকে।

◀ শিখনফল-৯

- ক. নিউটনের প্রথম সূত্র থেকে কয়টি বিষয়ের ধারণা পাওয়া যায়? ১
- খ. হাটার সময় কোন গতি সূত্র মেনে চলে- ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. রাইফেলের ভর 2kg হলে এর পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গুলি ও রাইফেলের ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া এদের সাম্যাবস্থায় বা গতিশীল অবস্থায় থাকা বা না থাকার উপর নির্ভরশীল নয় তা বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউটনের প্রথম সূত্র থেকে দুটি বিষয়ের ধারণা পাওয়া যায়।

খ মাটির উপর হাটার সময় নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র মেনে চলে।

আমরা যখন, মাটির উপর দিয়ে হাঁটি তখন পেছনের পা দ্বারা মাটির উপর পেছনের দিকে তির্যকভাবে একটি বল প্রয়োগ করি। এ বল হলো ক্রিয়া বল। তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী এই বলের বিপরীতে একটি প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের প্রভাবে আমরা রাস্তার উপর দিয়ে হাঁটতে সক্ষম হই।



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

গ একটি রাইফেল থেকে  $1 \text{ kms}^{-1}$  বেগে 10g ভরের একটি গুলি বেরিয়ে গেল। রাইফেলের ভর 2kg হলে এর পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর।

ঘ নিউটনের তৃতীয় সূত্র ব্যাখ্যা কর।

### ▶ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ১৭ 100kg ভরের একটি মোটর বাইক রাফি  $20 \text{ m/sec}$  বেগে চালাচ্ছিল। সামনে একটি শিশুকে দেখে সে ব্রেক চেপে 4 সে. এ বাইকটি থামিয়ে দিল। রাফির ভর ছিল 50kg. এবং রাস্তার ঘর্ষণ বল ছিল 200N. রাফি দৃঢ়তনার হাত থেকে বাঁচায় খুশিতে নিজের ভর ও রাস্তার ঘর্ষণের কথা ভুলে বাইকের ব্রেক জনিত বলের মান নির্ণয় করল।

◀ শিখনফল-৬ ও ১০

- ক. আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
- খ. লুব্রিকেট যন্ত্রপাতিকে কীভাবে ভাল রাখে? ২
- গ. রাফি ব্রেক জনিত বলের মান কত নির্ণয় করেছিল? ৩
- ঘ. রাস্তার ঘর্ষণ ও রাফির ভর বিবেচনায় আনলে আনলে ব্রেক জনিত বলের মান কত হত? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ▶ ১৯ P ও Q দুটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 20kg ও 30kg। বস্তু দুটি একই সরলরেখা বরাবর চলছে। Q এর অবস্থান P এর সামনে এবং Q বস্তুটি  $10 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে ও P বস্তুটি স্থির অবস্থান থেকে  $3 \text{ ms}^{-2}$  সমত্বরণে চলছে। 10sec পর P ও Q বস্তুদ্বয় মিলিত হয়ে  $18 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে একই দিকে চলতে থাকে।

◀ শিখনফল-৯

- ক. ঘর্ষণ কী? ১
- খ. সময় ও সুষম ত্বরণের লেখের নতি কেমন হবে? ২
- গ. বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে P বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর। ৩
- ঘ. উপরোক্ত ঘটনাটি কোনো সূত্র সমর্থন করে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

প্রশ্ন ▶ ২০ 70kg ভরের একজন মহিলা একটি হাই হিলের জুতা পড়ে হাটছেন। প্রতিটি জুতার হিলের ক্ষেত্রফল  $5 \text{ cm}^2$  এবং হিল মহিলার ওজনের 75% ওজন বহন করে। রাস্তার মাটির সর্বনিম্ন চাপ সহ্য ক্ষমতা  $990 \text{ kPa}$ ।

◀ শিখনফল-৯

- ক. দুটি তলের অনিয়মিত প্রকৃতির ফল কী? ১
- খ. কোন নির্দিষ্ট মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাথে উৎসের কম্পাংকের সম্পর্ক লিখ। ২
- গ. মহিলা দাড়িয়ে থাকা অবস্থায় হিলের উপর প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. মহিলার পক্ষে মাটির উপর দিয়ে স্নাচ্ছন্দে হাটা সম্ভব কী না? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪



## নিজেকে যাচাই করি

### পদার্থবিজ্ঞান

#### সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

সময়: ২৫ মিনিট

- একটি বস্তুর ভর 5 kg, প্রযুক্ত বল 60N, বাধাদানকারী বল 10 N হলে ত্বরণ কত?
  - 10 kgms<sup>-2</sup>
  - 10 ms<sup>-2</sup>
  - 12 ms<sup>-2</sup>
  - 14 ms<sup>-2</sup>
- দুটি নিউক্লিয়নের মধ্যে যে বল কাজ করে তাকে বলে—
  - সবল নিউক্লীয় বল
  - দূর্বল নিউক্লীয় বল
  - মহাকর্ষ বল
  - অভিকর্ষ বল
- কোনো বস্তুর সাম্যাবস্থায় থাকার শর্ত কী?
  - ত্বরণ নির্দিষ্ট থাকা
  - বল প্রয়োগ করা
  - গতিশীল বস্তুকে স্থির করা
  - ত্বরণ না থাকা
- বলের ঘাতের মাত্রা কোনটি?
  - MLT<sup>-2</sup>
  - LT<sup>-2</sup>
  - MLT<sup>-3</sup>
  - MLT<sup>-1</sup>
- 1kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 5g ভরের একটি গুলি ছোড়া হলে বন্দুকটি 2ms<sup>-1</sup> পশ্চাৎবেগে প্রাপ্ত হলে, গুলির শেষ বেগ কত?
  - 0.4ms<sup>-1</sup>
  - 4ms<sup>-1</sup>
  - 40ms<sup>-1</sup>
  - 400ms<sup>-1</sup>
- একটি গাড়ীর ভর 2kg। সম্মুখ বল 20N, ঘর্ষণজনিত বল 10N। গাড়িটির ত্বরণ কত?
  - 5ms<sup>-2</sup>
  - 10ms<sup>-2</sup>
  - 15ms<sup>-2</sup>
  - 20ms<sup>-2</sup>
- ভরবেগের মাত্রা কোনটি?
  - ML<sup>2</sup>T<sup>-1</sup>
  - MLT<sup>-1</sup>
  - MLT<sup>-2</sup>
  - MLT<sup>-3</sup>
- কোন ঘর্ষণ কাজে লাগিয়ে মাছ পানিতে চলাচল করে?
  - আবর্ত
  - পিছলানো
  - স্থিতি
  - প্রবাহী
- সবল নিউক্লীয় বলের পাল্লা কত?
  - 10<sup>-15</sup>m
  - 10<sup>-6</sup>m
  - 10<sup>-14</sup>m
  - 10<sup>-18</sup>m
- কোন 5kg ভরের স্থির বস্তুকে 3s ধরে 3ms<sup>-2</sup> ত্বরণ দিলে এর চূড়ান্ত ভরবেগ কত?
  - 45 kgms<sup>-1</sup>
  - 40 kgms<sup>-2</sup>
  - 15 kgms<sup>-1</sup>
  - 15 kgms<sup>-2</sup>
- যখন বস্তু ত্বরণে চলে তখন—
  - সর্বদা দ্রুতি বাড়ে
  - সর্বদা বেগ বাড়ে
  - বস্তু সর্বদা নিচে নামে
  - সর্বদা বল ক্রিয়া করে

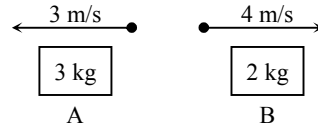
বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

মান-২৫

- দুইটি আহিত কণা আপেক্ষিকভাবে গতিশীল হলে কোন বল উৎপন্ন হয়?
  - মহাকর্ষ বল
  - চৌম্বক বল
  - স্পর্শ বল
  - টান বল
- বস্তুর কোনটির বৃষ্টির সাথে সাথে এর ভরবেগও তত বৃদ্ধি পাবে?
  - ত্বরণ
  - ভর
  - ক্ষেত্রফল
  - আকৃতি

১৪.



উপরের চিত্রে B বস্তুর এবং A বস্তুর ভরবেগের সমষ্টি কত? (প্রয়োগ)

- 1 kg m/s; A বস্তুর দিকে
  - 1 kg m/s; B বস্তুর দিকে
  - 12 kg m/s; B বস্তুর দিকে
  - 17 kg m/s; A বস্তুর দিকে
- অস্পর্শ বল নিচের কোনটি? (জ্ঞান)
    - টান বল
    - চৌম্বক বল
    - ঘর্ষণ বল
    - সংঘর্ষ বল
  - দুটি বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল যথাক্রমে F<sub>1</sub> এবং F<sub>2</sub> হলে নিচের কোন সম্পর্ক সঠিক? (প্রয়োগ)
    - F<sub>1</sub> = F<sub>2</sub>
    - F<sub>1</sub> > F<sub>2</sub>
    - F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> > 0
    - F<sub>1</sub> + F<sub>2</sub> = 0
  - একটি গাড়ির বেগ তিনগুণ হলে এর গতিশক্তি কত হবে? (প্রয়োগ)
    - চারগুণ
    - অর্ধেক
    - সাতাশ গুণ
    - নয় গুণ
  - ভরবেগের সংরক্ষণের উদাহরণ—
    - বন্দুকের পশ্চাৎ গতি
    - চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক কমে থামানো
    - রকেট চালানো
- নিচের কোনটি সঠিক?
- i ও ii
  - ii ও iii
  - i ও iii
  - i, ii ও iii
- নিউক্লীয় সবল বল—
    - আকর্ষণধর্মী
    - আধানযুক্ত
    - স্বল্প পাল্লাবিশিষ্ট
- নিচের কোনটি সঠিক?
- i ও ii
  - ii ও iii
  - i ও iii
  - i, ii ও iii

২০. স্থিতি ঘর্ষণ বল—

- বস্তুর গতিশীল অবস্থায় উৎপন্ন হয়
  - প্রযুক্ত বলের বিপরীতে উৎপন্ন হয়
  - গতি সৃষ্টি না হওয়া পর্যন্ত কাজ করে
- নিচের কোনটি সঠিক?
- i ও ii
  - i ও iii
  - iii
  - ii ও iii

২১. বলের ঘাত হল—

- বল ও সময়ের গুণফল
  - ভরবেগের পরিবর্তন
  - ভরবেগের পরিবর্তনের হার
- নিচের কোনটি সঠিক?
- i ও ii
  - ii ও iii
  - i ও iii
  - i, ii ও iii

নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ২২ ও ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

6kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 100g ভরের একটি বুলেট 300ms<sup>-1</sup> বেগে বের হয়ে এক টুকরা কাঠের মধ্যে 4.5cm প্রবেশ করে থেমে গেল।

২২. বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কত?

- 5 ms<sup>-1</sup>
- 10 ms<sup>-1</sup>
- 15 ms<sup>-1</sup>
- 25 ms<sup>-1</sup>

২৩. 4.5cm অতিক্রম করতে কত সময় লেগেছিল?

- 3 × 10<sup>-4</sup>s
- 3 × 10<sup>4</sup>s
- 3 × 10<sup>5</sup>s
- 3 × 10<sup>-5</sup>s

নিচের বিবৃতি হতে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

15 kg ও 10kg ভরের দু'টি বস্তু একে অপরের দিকে 3ms<sup>-1</sup> এবং 5ms<sup>-1</sup> বেগে গতিশীল অবস্থায় পরস্পরের মধ্যে সংঘর্ষ হলে উভয়ে এক সাথে মিলে চলতে থাকে।

২৪. মিলিত অবস্থায় তাদের বেগ কত?

- 3.8m/s
- 0.2 m/s
- 8 m/s
- 8.3 m/s

২৫. সংঘর্ষটির ক্ষেত্রে—

- বস্তুদ্বয় মিলিত অবস্থায় প্রথম বস্তুর দিকে চলতে থাকে
- ভরবেগের সংরক্ষণসূত্র অপরিবর্তিত থাকে
- সংঘর্ষের পূর্বে ২য় বস্তুটির গতিশক্তি 125 J

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- i ও iii
- ii ও iii
- i, ii ও iii

## পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

- ১.► 600kg ভরের একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে প্রথম 6 sec সময় পর্যন্ত  $2m/sec^2$  সুষম ত্বরণে চলল। তারপর গাড়িটি 1 min সুষম গতিতে চলার পর 1400 kg ভরের একখানা স্থির ট্রাকের সাথে ধাক্কা খেয়ে ব্রেক কষল এবং 5 sec পরে থেমে গেল। যাত্রা শুরুর অবস্থান থেকে গাড়িটির গন্তব্য স্থানের দূরত্ব 1 কি. মি.।
- ক. অসাম্য বল কী? ১  
খ. জানালায় ঢিল ছুড়লে কাচ চৌচির হয়ে ফেটে যায় কেন? ২  
গ. ধাক্কা খাওয়ার পর যদি গাড়ি দুটি একই বেগে চলে তবে মিলিত গাড়ি দুটির বেগ কত হবে? ৩  
ঘ. গাড়িটি গন্তব্য স্থানে পৌঁছাল কি না গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪
- ২.► একটি বন্দুকের গুলি  $400 ms^{-1}$  বেগে একটি গাছের ব্যাস বরাবর প্রবেশ করে 0.4m অতিক্রম করে বেগ  $\frac{1}{4}$  গুণ হয়।
- ক. সাম্য বলের লক্ষণ কত? ১  
খ. বিভিন্ন ইঞ্জিনে মোবিল ব্যবহারের যৌক্তিকতা ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. গুলিটির মন্দন কত? ৩  
ঘ. গাছটির পরিধি কত হলে গুলিটি ঠিক গাছকে ভেদ করে থেমে যাবে? ৪
- ৩.► ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি পদার্থ বিজ্ঞানের একটি গুরুত্বপূর্ণ নীতি। এটি ব্যবস্থায় মোট ভরবেগের কোন পরিবর্তন হয় না। বন্দুকের গুলি ছোঁড়া থেকে আরম্ভ করে, পৃথিবী থেকে রকেট মহাকাশে প্রেরণের ক্ষেত্রে এই নীতির প্রয়োগ লক্ষ্য করা যায়। একটি রাইফেল থেকে  $5kms^{-1}$  বেগে 50g ভরের গুলি ছোঁড়া হলে ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে বিভিন্ন তথ্য পাওয়া যায়। প্রকৃতপক্ষে প্রত্যেক ক্রিয়া, প্রতিক্রিয়া ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।
- ক. ঘর্ষণ কাকে বলে? ১  
খ. প্রকৃতিতে বিদ্যমান মৌলিক বলসমূহের তীব্রতার তুলনা কর। ২  
গ. উক্ত রাইফেলের ভর যদি 5kg হয়, তবে এর পশ্চাৎ বেগ বের কর। ৩  
ঘ. উদ্ভীপকের সর্বশেষ উক্তিটির যথার্থতা ব্যাখ্যা কর। ৪
- ৪.► একজন শিকারী  $0.6ms^{-1}$  পর্যন্ত বন্দুকের ধাক্কা সহ্য করতে পারেন। উক্ত শিকারী 3kg ভরের একটি বন্দুক থেকে ৪ গ্রাম ভরের একটি বুলেট  $250m/s$  বেগে ছুড়লেন। ফলে বন্দুকের পশ্চাৎবেগের ধাক্কা সহ্য করা শিকারীর জন্য কষ্টকর হয়।
- ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কী? ১  
খ. চলন্ত ফ্যানের সুইচ বন্ধ করলে পাখাগুলো সাথে সাথে বন্ধ হয় না কেন? ২  
গ. বন্দুকের পশ্চাৎবেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. শিকারীর বন্দুকটির ভরের কী পরিমাণ পরিবর্তন করলে তার জন্য গুলি ছোঁড়া কষ্টসাধ্য হবে না— গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪
- ৫.► একটি রাইফেল থেকে  $300ms^{-1}$  বেগে 10gm ভরের একটি গুলি একটি কাঠের মধ্যে 4.5cm প্রবেশ করে থেমে গেল।
- ক. জড়তা কাকে বলে? ১  
খ. ঘর্ষণ বল কেন উৎপন্ন হয়? ২  
গ. যদি রাইফেলের ভর 2kg হয় তবে রাইফেলের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. কাঠের মধ্যে প্রবেশ করতে গুলির কত সময় লেগেছে এবং বাখাদানকারী বলের মান নির্ণয় করো। ৪
- ৬.► একটি 15 kg ভরের নৌকার উপর বল প্রয়োগ করায় এটি স্রোতের অনুকূলে  $2.5 ms^{-2}$  ত্বরণে চলতে শুরু করে। স্রোতের বল 2N।
- ক. অস্পর্শ বল কী? ১  
খ. গতি জড়তা বলতে কী বোঝ? ২  
গ. নৌকার উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. স্রোতহীন নদীতে ও স্রোতের প্রতিকূলে নৌকার ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? ৪
- ৭.► 200 kg ভরের একটি স্থির নৌকায় 28 kg ও 30 kg ভরের দু'জন বালক দাড়িয়ে আছে।
- ক. স্থিতি ঘর্ষণ কী? ১  
খ. মহাকর্ষ বল একটি অস্পর্শ বল-ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. যদি ২য় বালক  $360 kmh^{-1}$  বেগে নৌকা থেকে লাফ দেয় তবে নৌকার পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. যদি বালকদ্বয় একে অপরের বিপরীত দিকে যথাক্রমে  $12ms^{-1}$  ও  $10ms^{-1}$  বেগে লাফ দেয় তবে নৌকাটি স্থির থাকবে কি-না গাণিতিকভাবে দেখাও। [এখানে উভয় ক্ষেত্রে অনুভূমিক বেগ বিবেচ্য] ৪
- ৮.► P ও Q দুইটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 20 kg এবং 30 kg। বস্তু দুটি একই সরলরেখা বরাবর একই দিকে চলছে। Q এর অবস্থান P এর সামনে এবং Q বস্তুটি  $10ms^{-1}$  সমবেগে ও P বস্তুটি স্থির অবস্থান থেকে  $3ms^{-2}$  সমত্বরণে চলছে। 10 sec পরে P ও Q বস্তুর সংঘর্ষে লিপ্ত হয়ে একটি বস্তুতে পরিণত হয় এবং  $18 ms^{-1}$  সমবেগে একই দিকে চলতে থাকে।
- ক. বলের ঘাত কী? ১  
খ. বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়ার সময় বন্দুকটি পিছনের দিকে সরে আসে কেন? কারণ ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. বস্তুর মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে P বস্তুর বেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

## সৃজনশীল বহুনির্বাচনি মডেল প্রশ্নপত্রের উত্তর

১	খ	২	ক	৩	ঘ	৪	ঘ	৫	ঘ	৬	ক	৭	খ	৮	ঘ	৯	ক	১০	ক	১১	ঘ	১২	খ	১৩	খ
১৪	ক	১৫	খ	১৬	ঘ	১৭	ঘ	১৮	খ	১৯	গ	২০	ঘ	২১	ক	২২	ক	২৩	ক	২৪	খ	২৫	গ		