

# এস এস সি বিজ্ঞান

## অধ্যায়-১০: এসো বলকে জানি

**প্রঃ ১** গ্রামের বাড়িতে বেড়াতে গিয়ে সৌরভ ও তার বোন নৌকায় করে একটি বিলে শাপলা ফুল তুলছিল। নৌকায় উঠার সময় সৌরভ লক্ষ্য করলো, মাঝি ৩০০ কেজি ভরের নৌকায় ৭০ নিউটন বল প্রয়োগ করে ধাক্কা দিলে নৌকাটি সামনে এগিয়ে গেল। কিন্তু সে খানিকটা পিছনে সরে গেল। এদিকে ফুল তুলতে গিয়ে তার বোনের হাতের ফোলানো বেলুনটি হঠাৎ বাতাস বের হতে হতে বিলে পড়ে গেল।

[সকল বোর্ড-২০১৮]

- ক. বল কী? ১  
খ. জড়তা বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. নৌকাটির ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনা দুইটি নিউটনের একই সূত্রের প্রয়োগ -বিশ্লেষণ করো। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায় তাকে বল হয় বল।

**খ** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে বল হয় গতি জড়তা।

**গ** উদ্দীপক অনুযায়ী,

নৌকাটির ভর,  $m = ৩০০$  কেজি

প্রযুক্ত বল,  $F = ৭০$  নিউটন

$\therefore$  ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের ২য় সূত্র অনুযায়ী,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{৭০ \text{ নিউটন}}{৩০০ \text{ কেজি}}$$

$$= ০.২৩ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

সুতরাং, নৌকাটির ত্বরণ  $০.২৩$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>।

**ঘ** উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনা দুটি নিউটনের একই সূত্রের অর্থাৎ নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের প্রয়োগ। এ সূত্রানুসারে প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া আছে। অর্থাৎ, কোনো বস্তু যদি বল প্রয়োগ করে তাহলে যদিকে বল প্রয়োগ করবে তার বিপরীত দিকে ঐ বলের সমান একটি প্রতিক্রিয়া বল কাজ করবে। উদ্দীপকের মাঝি নৌকায় ধাক্কা দিয়ে যদিকে বল প্রয়োগ করলো নৌকার উপর তার বিপরীত দিক থেকে সমান প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হলো এবং নৌকা চলতে শুরু করলো। হঠাৎ নৌকাটি চলতে শুরু করায় সৌরভের শরীরের নৌকা সংলগ্ন অংশ গতিশীল হয় কিন্তু শরীরের উপরের অংশ জড়তার জন্য স্থির থাকে এবং পিছনে হেলে পড়ে। এজন্যই সৌরভ পেছনের দিকে সরে যায়।

অপরদিকে ফুঁ দিয়ে বেলুন ফুলানোর সময় মুখ থেকে নিঃসৃত বাতাস বেলুনের ভিতর খালি জায়গা দখল করে, অর্থাৎ বাতাস বেলুনের উপর বল প্রয়োগ করে বেলুনকে ফোলাতে সাহায্য করে। ফুল তুলতে গিয়ে

সৌরভের বোনের হাতের বেলুনটির সুতা খুলে যাওয়ার সাথে সাথে বেলুনের বায়ু বাইরের বায়ুকে নিচের দিকে ধাক্কা দিচ্ছিল। ফলে বেলুনটি উপরে উঠতে থাকলো। কিন্তু হঠাৎ বেলুনটির সব বায়ু বেরিয়ে গেল। তখন বাইরের বায়ুও আর বিপরীতমুখী উর্ধ্ববল প্রয়োগ করতে পারলো না। এ অবস্থায় বায়ুহীন বেলুনের উপর ওজন অর্থাৎ পৃথিবীর আকর্ষণ ক্রিয়ারত থাকায় বেলুনটি বিলে পড়ে গেল।

তাই বল যায়, নৌকা চালানো এবং বেলুন উড়ানো উভয়ক্ষেত্রেই নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র প্রয়োগ করা যায়।

**প্রঃ ২** গাজীপুর যাওয়ার পথে আক্বাসের বাসটি বিকল হয়ে গেল। বাসটি সচল করার জন্য কয়েকজন যাত্রী নেমে বাসটি ধাক্কা দিল। কিন্তু এতেও বাসটি নড়ল না। পরে আরও কিছু যাত্রী নেমে ধাক্কা দেওয়াতে বাসটি চলতে শুরু করলো। গন্তব্যস্থলে পৌঁছে সে তার চাকাওয়ালা ব্যাগকে রাস্তা দিয়ে টেনে নেওয়ার সময় বেশ অসুবিধা বোধ করলেও তার নিজের হাঁটার তেমন কোনো অসুবিধা হচ্ছিল না, বরং সুবিধাই হচ্ছিল।

[দি. বো. ২০১৭]

- ক. স্পর্শ বল কী? ১  
খ. নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. উল্লিখিত প্রথম বিষয়টিকে বিজ্ঞানের ভাষায় কী বলে? ব্যাখ্যা করো। ৩  
ঘ. রাস্তাটির কোন অবস্থার কারণে আক্বাসের একদিকে সুবিধা আর অন্যদিকে অসুবিধা? যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাই স্পর্শ বল।

**খ** নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি হলো— 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।'

ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল সবসময়ই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে, কখনোই একই বস্তুর উপর ক্রিয়া করে না। প্রতিক্রিয়া বলটি ততক্ষণই থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বলটি থাকবে। ক্রিয়া থেমে গেলে প্রতিক্রিয়াও থেমে যাবে।

**গ** উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রথম বিষয়টি হলো বিকল হওয়া বাসটিকে ধাক্কা দিয়ে সচল করা। একেই বিজ্ঞানের ভাষায় বল বলে।

কোনো বস্তুকে দূরে সরাতে চাইলে আমরা ধাক্কা বা ঠেলা দিই। আবার কোনো বস্তুকে কাছে আনতে চাইলে টানা হয়। কোনো বস্তুর উপর অন্য বস্তুর ধাক্কা বা টানাই হচ্ছে বল। কোনো কিছুকে ঠেলা বা টানা, উঠানো বা ঝাঁকানো, মোচড়ানো বা ছেড়া, প্রসারিত বা সংকুচিত করা ইত্যাদিতে বল প্রয়োগ করা হয়। এই প্রযুক্ত বল স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে পারে, আবার গতি সৃষ্টির চেঁচাও করতে পারে। আবার, বস্তুটি যদি গতিশীল অবস্থায় থাকে, তাহলে প্রযুক্ত বল বস্তুটিকে থামাতে পারে বা বেগ বৃদ্ধির চেঁচা করতে পারে।

**ঘ** আক্বাসের গাজীপুরে যাত্রাপথে দুটি ভিন্ন ঘটনার সম্মুখীন হওয়ার সাথে প্রধানত ঘর্ষণ বল দায়ী।

ঘর্ষণ বলের মান হ্রাস-বৃদ্ধির ফলে আমরা দৈনন্দিন জীবনে নানা ঘটনার সম্মুখীন হই। রাস্তায় ঘর্ষণ বলের মান বেশি হওয়ায় চাকাওয়ালা ব্যাগকে আক্বাসের টানতে কষ্ট হয়। কিন্তু ঘর্ষণ বলের মান বেশি থাকায় রাস্তা দিয়ে তার হাঁটতে সুবিধা হয়। রাস্তার মসৃণতার উপর ঘর্ষণ বল নির্ভর করে। রাস্তা বেশি মসৃণ হলে প্রয়োজনীয় প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি হয় না। আবার প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের অভাবে রাস্তায় হাঁটতে অসুবিধা হয়। জুতার তলদেশে টেউ খেলানো বা ঝাঁজকাটা থাকে। জুতা পায়ে হাঁটার



সময় জুতার খাঁজগুলো রাস্তাকে আকড়ে ধরে রাখে এবং প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দেয়। এক্ষেত্রে জুতা ও রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বেশি থাকার কারণে আক্সাসের রাস্তার উপর দিয়ে হাঁটতে অসুবিধা হয় না। কিন্তু ব্যাগের চাকা বৃত্তাকার হওয়ায় ঘর্ষণ বলকে ন্যূনতম মানে রেখে কাজে লাগানো হয়। ফলে চাকাওয়ালা ব্যাগ টানতে সুবিধা হয়। এক্ষেত্রে রাস্তায় ঘর্ষণ বলের মান বেশি হওয়ায় আক্সাসকে ব্যাগ টানতে অসুবিধা হয়।

সুতরাং রাস্তাটির ঘর্ষণ বলের মান বেশি থাকার কারণে রাস্তা দিয়ে চাকাওয়ালা ব্যাগ টানতে অসুবিধা হলেও হাঁটতে সুবিধা হয়।

**প্রশ্ন ৩** ৩০ কেজি ভরের একটি বস্তুর উপর ৩০০ নিউটন বল ক্রিয়া করায় বস্তুটি ত্বরণ প্রাপ্ত হলো এবং একটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসলো।

/স. বো. ২০১৭/

- |  |   |
|--|---|
| ক. জড়তা কী?   | ১ |
| খ. অভিকর্ষ বলকে মহাকর্ষ বল বলা হয় কেন?  | ২ |
| গ. বস্তুর ত্বরণ নির্ণয় করো।   | ৩ |
| ঘ. উদ্দীপকের ২য় ঘটনাটি নিউটনের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। | ৪ |

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

**খ.** মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে। কিন্তু পৃথিবী ও এর উপরস্থ কোনো বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে। যেহেতু পৃথিবী ও ঐ বস্তু এই মহাবিশ্বেরই দুটি বস্তু তাই অভিকর্ষ বলকে মহাকর্ষ বল বলা হয়।

**গ.** উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,

বস্তুর ভর,  $m = ৩০$  কেজি

বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল,  $F = ৩০০$  নিউটন

ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{৩০০ \text{ নিউটন}}{৩০ \text{ কেজি}}$$

$$= \frac{৩০০ \text{ কেজি মিটার/সেকেন্ড}^২}{৩০ \text{ কেজি}}$$

$$\therefore a = ১০ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

অতএব, বস্তুর ত্বরণ ১০ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>।

**ঘ.** উদ্দীপকের ২য় ঘটনাটি হলো একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগে বস্তুটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে আবার ফিরে আসে। এটি নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে, প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। এই ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল সবসময়ই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এবং এ বলদ্বয় বস্তুগুলোর স্থিরাবস্থা বা গতিশীল অবস্থায় বা সাম্যাবস্থায় থাকা বা একে অপরের সংস্পর্শে থাকা বা না থাকার উপর নির্ভরশীল নয়। বরং এটি সর্বত্রই বর্তমান থাকে।

উদ্দীপকের বস্তুর উপর বল প্রয়োগে তা ত্বরণপ্রাপ্ত হয়। পরে এটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসে। এ ঘটনায় বস্তুর গতির দিক পরিবর্তিত হয়। এক্ষেত্রে দেখা যায়, দেয়ালটি বস্তুর উপর এর গতির

বিপরীত দিকে বল প্রয়োগ করে। এটি হলো প্রতিক্রিয়া বল। কিন্তু বস্তুটি দেয়ালের উপর যে বল প্রয়োগ করে তা হলো ক্রিয়া বল। অর্থাৎ দেয়ালটির প্রতিক্রিয়া বল বস্তুর প্রযুক্ত ক্রিয়া বলের সমান ও বিপরীতমুখী যা বস্তুটিতে বিপরীত দিকে ত্বরণ সৃষ্টি করে। ফলে বস্তুটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসে।

সুতরাং নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের প্রভাবে উক্ত বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং দেয়ালে সমপরিমাণ বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বলের ধাক্কা ফিরে আসে।

**প্রশ্ন ৪** অভিজ্ঞ বাসচালক মোতালেব মিয়া যাত্রীসহ ঢাকা থেকে আশুলিয়া যাচ্ছিলেন। বাসটি ৫ মি/সে<sup>২</sup> ত্বরণে চলছিল। হঠাৎ রাস্তায় একটি শিশুকে দেখতে পেয়ে ব্রেক চেপে ৮০০০ নিউটন বল প্রয়োগ করে শিশুটির সামনে বাসটি থামিয়ে দিলেন। এতে কিছু যাত্রী আহত হলো। মোতালেব মিয়ার সিটবেন্ট বাঁধা থাকায় আঘাত থেকে বেঁচে গেলেন।

/স. বো. ২০১৭/

- |   |   |
|---|---|
| ক. নিউটনের গতি বিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি লেখো।        | ১ |
| খ. ঘর্ষণ বল বলতে কী বোঝায়?                       | ২ |
| গ. যাত্রীসহ বাসের ভর নির্ণয় করো।                 | ৩ |
| ঘ. ব্রেক চাপার পরের ঘটনাটি যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। | ৪ |

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি হলো— 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে'।

**খ.** যখন কোনো বস্তু অন্য বস্তুর উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে এ গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার সৃষ্টি হয়। আর এ বাধার ফলে যে বল উৎপন্ন হয় তাই ঘর্ষণ বল। এ বল বস্তুর ভর ও পৃষ্ঠের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। বস্তুর ভর ও পৃষ্ঠ অমসৃণ হলে ঘর্ষণ বল বেশি উৎপন্ন হবে।

**গ.** উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,

বাসটির ত্বরণ,  $a = ৫$  মি/সে.<sup>২</sup>

বল,  $F = ৮০০০$  নিউটন

বাসটির ভর,  $m = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } m = \frac{F}{a} = \frac{৮০০০ \text{ কেজি মি./সে.}^২}{৫ \text{ মি/সে.}^২}$$

$$\therefore m = ১৬০০ \text{ কেজি}$$

অতএব, যাত্রীসহ বাসের ভর ১৬০০ কেজি।

**ঘ.** বাসচালক মোতালেব মিয়ার ব্রেক চাপার পর গতি জড়তার কারণে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। নিচে এ ঘটনাটি যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করা হলো—

রাস্তায় একটি শিশুর সড়ক দুর্ঘটনা এড়াতে হঠাৎ ব্রেক চাপলে চলন্ত বাসটির চালকের সিটবেন্ট বাঁধা থাকায় আঘাত থেকে বেঁচে যায়। কিন্তু যাত্রীদের সিটবেন্ট না থাকায় তারা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। বাসটি গতিশীল থাকায় যাত্রীদের সমস্ত দেহই গতিশীল ছিল। ফলে চলন্ত অবস্থায় বাসের সাথে যাত্রীরাও একই গতি প্রাপ্ত হয়। কিন্তু ব্রেক চাপার ফলে গাড়ি থামার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ স্থির অবস্থায় থাকে এবং দেহের উপরের অংশ গতি জড়তার প্রভাবে গতি বজায় রাখতে সামনের দিকে এগিয়ে যেতে চায়।

এ কারণেই বাসটির ড্রাইভার মোতালেব মিয়া হঠাৎ ব্রেক চাপায় যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।



**প্রঃ ৫** রিহাম স্কুলে যাওয়ার জন্য বাসস্ট্যান্ডে এসে ১৬০০ কেজি ভরের এবং ২ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণে চলা একটি বাসে উঠল। কিন্তু আসন খালি না থাকায় দাঁড়িয়ে থাকার সময় হঠাৎ বাসটি ব্রেক করায় সে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল। আবার বাসটি চলা শুরু করলে সে পেছনের দিকে হেলে পড়ল। এভাবে সমস্ত রাস্তায় ঘটনাটি বারবার ঘটে লাগলো।

চ. নং. ২০১৬/

- ক. বল কাকে বলে? ১  
খ. নিউটনের তৃতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. বাসটির ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. রিহামের উপলব্ধি করা বিপরীতমুখী ঘটনা দুটির কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যা স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাকে বল বলে।

**খ** নিউটনের গতি বিষয়ক ৩য় সূত্রটি হলো- 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।' অর্থাৎ কোনো বস্তুর ওপর কোনো কিছু যতটুকু ক্রিয়া সংঘটিত করবে ঐ বস্তুটি ঠিক ততটুকুই প্রতিক্রিয়া ফিরিয়ে দেবে। এক্ষেত্রে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল সর্বদা দুটি ভিন্ন বস্তুর ওপর হবে। উদাহরণস্বরূপ রকেটের কথা বলা যায়। রকেটের পেছন থেকে তীব্র গতিতে গ্যাসীয় জ্বালানি বের হয়ে আসে। এর প্রতিক্রিয়াস্বরূপ রকেটও সমান গতিতে বিপরীত দিকে অর্থাৎ উপরের দিকে ছুটে চলে।

**গ** উদ্দীপকে,

বাসের ভর,  $m = 1600$  কেজি

বাসের ত্বরণ,  $a = 2$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>

∴ বাসের ওপর ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র অনুযায়ী,

$$F = ma$$

$$= 1600 \text{ কেজি} \times 2 \text{ মিটার/সেকেন্ড}^2$$

$$= 3200 \text{ নিউটন}$$

সুতরাং বাসটির ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান ৩২০০ নিউটন।

**ঘ** রিহাম বাস ব্রেক করায় সামনে ঝুঁকে পড়ে, আবার বাস চলা শুরু করলে পেছনে ঝুঁকে পড়ে। এ দুটি বিপরীতমুখী ঘটনা ঘটে যথাক্রমে গতি ও স্থিতি জড়তার কারণে।

বস্তু তার গতির যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাকে জড়তা বলে। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

গতিশীল বাস যখন থেমে যায় তখন রিহামের শরীরের নিচের অংশ বাসের সাথে থেমে যায়। কিন্তু উপরের অংশ তখনও গতিশীল থাকার কারণে সে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে গতি জড়তার কারণে হঠাৎ গাড়িটি থামলে চলন্ত গাড়ির সকল যাত্রী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন। পক্ষান্তরে বাসটি পুনরায় চলতে শুরু করলে রিহামের শরীরের নিচের অংশ গাড়ির সাথে চলতে শুরু করে, কিন্তু উপরের অংশ বাস সংলগ্ন না হওয়ায় তা পেছনের দিকে হেলে পড়ে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে স্থিতি জড়তার কারণে সকল যাত্রী পিছনের দিকে হেলে পড়ে।

সুতরাং রিহামের প্রথমে সামনে ও পরে পেছনে ঝোঁকা এ বিপরীত দুটি ঘটনার কারণ হলো- যথাক্রমে বাস চলবার সময় স্থিতি জড়তা ও ব্রেক করার সময় গতি জড়তার কাজ করা।

**প্রঃ ৬** হাবুন-অর-রশিদ একটি ফুলানো বেলুনকে একটি স্থান থেকে ছেড়ে দিল। তাতে বেলুনের ভেতর হতে প্রতি সেকেন্ডে 5 gm করে বাতাস বের হয়ে যেতে থাকে এবং বেলুনটি  $1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে উঠতে লাগল।

সি. নং. ২০১৭/

- ক. নিউটন কী? ১  
খ. জড়তা বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. বেলুনের উপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বল নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনাটি নিউটনের কোন সূত্রকে অনুসরণ করে? বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পরিমাণ বল এক কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়ে এক মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে তাই এক নিউটন।

**খ** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

**গ** উদ্দীপকে দেওয়া আছে,

$$\text{ভর, } m = 5 \text{ gm} = 0.005 \text{ kg}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 1 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{উর্ধ্বমুখী বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= 0.005 \times 1 \text{ kgms}^{-2}$$

$$= 0.005 \text{ N}$$

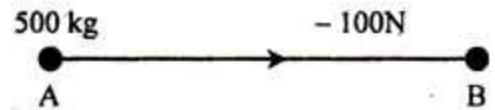
∴ বেলুনের উপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বল 0.005 N।

**ঘ** উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনা নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে অনুসরণ করে। নিউটনের তৃতীয় সূত্রটি হলো প্রত্যেক ক্রিয়ার একটি সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া আছে।

উদ্দীপক হতে দেখা যায়, হাবুন-অর-রশিদ একটি ফুলানো বেলুনকে উপরের দিকে ছেড়ে দেয়। এই ফুলানো বেলুনের মধ্যস্থিত বাতাস এর ওপর বল প্রয়োগ করে। ফলে বাতাস নিচের দিকে বের হওয়ায় বেলুনটি উপরের দিকে উঠতে থাকে।

এভাবেই বেলুনটি ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বলের প্রভাবে উপরে উঠতে থাকে। যা নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

**প্রঃ ৭**



'A' বস্তুটিকে -100N বল প্রয়োগ করার পরও এক পর্যায়ে 'B' বিন্দুতে থেমে যায়।

সি. নং. ২০১৬/

- ক. মাধ্যাকর্ষণ বল কী? ১  
খ. শক্তিশালী নিউক্লিয় বল কী? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. 'A' বস্তুটির ত্বরণের মান বের করো। ৩  
ঘ. 'A' বস্তুটি 'B' বিন্দুতে গিয়ে থেমে যাওয়ার কারণ যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** এ মহাবিশ্বের সকল বস্তু এদের ভরের দরুন পরস্পরের ওপর যে বল প্রয়োগ করে একে অপরকে নিজের দিকে টানে তাকে মাধ্যাকর্ষণ বল বলে।

**খ** সকল পদার্থ পরমাণু দিয়ে গঠিত। পরমাণুর কেন্দ্রে থাকে নিউক্লিয়াস এবং একে কেন্দ্র করে ঘুরে ইলেকট্রন, নিউক্লিয়াসে থাকে



প্রোটন ও নিউট্রন। এদেরকে বলা হয় নিউক্লিয়ন। যে শক্তিশালী আকর্ষণ বল নিউক্লিয়নগুলোর মধ্যে কাজ করে এবং নিউক্লিয়াসকে আটকে রাখে তাই বলে। এই বলের পাল্লা অতি ক্ষুদ্র, নিউক্লিয়াসের বাইরে কাজ করে না। তবে এই বল তাড়িত চৌম্বক বলের চেয়ে ১০০ গুণ শক্তিশালী। এই বল আকর্ষণধর্মী।

উদাহরণ অনুযায়ী,

A বস্তুটির ভর,  $m = 500 \text{ kg}$   
 প্রযুক্ত বলের মান,  $F = -100 \text{ N}$   
 $\therefore$  নির্ণয় ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

নিউটনের বলের ২য় সূত্রানুযায়ী।

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{-100 \text{ N}}{500 \text{ kg}}$$

$$= -0.2 \text{ ms}^{-2}$$

সূত্রাং A বস্তুটির ওপর বল প্রয়োগে সৃষ্ট ত্বরণ ঋণাত্মক এবং এর মান  $-0.2 \text{ ms}^{-2}$ ।

উদাহরণ অনুযায়ী A বস্তুটির ওপর 100N বল প্রয়োগ করে এর অবস্থানের পরিবর্তন করা হয়। এক্ষেত্রে বস্তুটি কিছুদূর যাবার পর B বিন্দুতে থামার কারণ হলো এর ওপর বিপরীতমুখী  $-100 \text{ N}$  বল প্রয়োগ।

নিউটনের ৩য় সূত্রানুযায়ী প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া রয়েছে। কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করলে তার অবস্থার পরিবর্তন হয়। এক্ষেত্রে স্থির বস্তু গতিশীল হয় এবং গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন হয়।

এক্ষেত্রে গতিশীল বস্তুকে থামাতে যে বলে তাকে গতিশীল করা হয়েছে ঠিক ততটুকুই বিপরীত বল প্রয়োগ করতে হবে। উদাহরণের A বস্তুটিকে 100 N বল প্রয়োগের মাধ্যমে বস্তুটিকে গতিশীল করা হয়েছিলো। এ কারণে বস্তুটির ওপর  $-100 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করায় বলের ৩য় সূত্রের অনুযায়ী বস্তুটি B স্থানে গিয়ে থেমে যায়।

প্রশ্ন- একটি বাস রংপুর থেকে ঢাকা যাচ্ছিল। যাত্রীসহ বাসটির ভর ছিল 1৫০০ কেজি এবং বাসটির ত্বরণ ছিল ১০ মি./সে<sup>২</sup>। বাসটি বগুড়াতে হঠাৎ ব্রেক করায় যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লো। কিন্তু ফুড ভিলেজে হঠাৎ যাত্রা শুরু করলে যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়লো।

১/১. ২০১৭/

- ক. নিউটনের গতির ১ম সূত্রটি লেখো। ১
- খ. টানা ও ঠেলার মধ্যে দু'টি পার্থক্য দেখাও। ২
- গ. গাড়িটির ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বগুড়ায় যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লেও ফুড ভিলেজে এর বিপরীত ঘটনা ঘটায় কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

নিউটনের গতির প্রথম সূত্রটি হলো—

বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

টানা ও ঠেলার মধ্যে ২টি পার্থক্য হলো—

টানা	ঠেলা
i. বস্তুকে বল প্রয়োগ করে যদি প্রয়োগকারীর দিকে সরানো হয় তাহলে তাকে টানা বলে।	i. বস্তুকে বল প্রয়োগ করে যদি প্রয়োগকারীর বিপরীত দিকে সরানো হয় তাহলে তাকে ঠেলা বলে।
ii. কোনো বস্তুকে কাছে আনার জন্য টানা হয়।	ii. কোনো বস্তুকে দূরে সরানোর জন্য ঠেলা হয়।

উদাহরণ দেওয়া আছে,

গাড়িটির ভর,  $m = 1৫০০$  কেজি

" ত্বরণ,  $a = ১০$  মি/সে<sup>২</sup>

গাড়িটির ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{বা, } F = (1৫০০ \times ১০) \text{ কেজি. মি/সে}^2$$

$$= 1৫০০০ \text{ নিউটন}$$

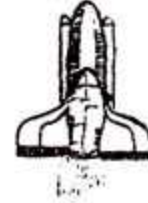
$\therefore$  গাড়ির ক্রিয়াশীল বলের মান 1৫০০০ নিউটন।

উদাহরণ অনুযায়ী বগুড়ায় চলন্ত বাসটিতে ড্রাইভার হঠাৎ ব্রেক চাপার কারণে যাত্রীরা সামনের দিকে হেলে পড়ল গতি জড়তার কারণে।

গাড়িটি গতিশীল থাকায় আরোহীদের সমস্ত দেহই গতিশীল ছিল। চলন্ত অবস্থায় বাসের সাথে যাত্রীরাও একই গতি প্রাপ্ত হয়। কিন্তু ব্রেক চাপার ফলে গাড়ি থামার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ স্থির অবস্থায় থাকে, কিন্তু দেহের উপরের অংশ গতি জড়তার প্রভাবে গতি বজায় রাখতে সামনের দিকে এগিয়ে যেতে চায়। এজন্য বাসটির ড্রাইভার হঠাৎ ব্রেক চাপায় যাত্রীরা সামনের দিকে হেলে পড়ল।

আবার থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়ে স্থিতি জড়তার কারণে। গাড়িটি যখন স্থিতিশীল ছিল তখন আরোহীদের সমস্ত দেহই স্থিতিশীল ছিল। হঠাৎ বাসটি আবার ফুড ভিলেজে চলতে শুরু করার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ গতিশীল হয় কিন্তু শরীরের উপরের অংশ স্থিতি জড়তার কারণে স্থির থাকতে চায়। ফলে শরীরের নিচের অংশ থেকে উপরের অংশ পিছিয়ে পড়ে। এজন্য যাত্রীরা ফুড ভিলেজে পিছনের দিকে হেলে পড়ে।

প্রশ্ন- ১



১/১. ২০১৭/

- ক. জড়তা কী? ১
- খ. গাড়ির চালকদের সিটবেল্ট ব্যবহার করা জরুরী কেন? ২
- গ. চিত্রের যন্ত্রটির ভর 2000 kg এবং ত্বরণ 100 ms<sup>-2</sup> হলে বাতাসের ওপর এটি কত বল প্রয়োগ করবে? ৩
- ঘ. উদাহরণের যন্ত্রটির চলাচল নিউটনের তৃতীয় সূত্রের প্রয়োগ ঘটায়— বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

বস্তু যে অবস্থায় রয়েছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা ধরে রাখার যে ধর্ম তাই জড়তা।

গাড়ি চালানোর সময় চালককে গতি জড়তার কারণে সিটবেল্ট ব্যবহার করতে হয়। সিটবেল্ট ছাড়া চলমান গাড়ির চালক যদি হঠাৎ ব্রেক করেন, তবে জড়তার কারণে তিনি সামনে ঝুঁকে পড়বেন। এর ফলে স্টিয়ারিং ও উইন্ড স্ক্রিনে আঘাত পাবেন। এ ধরনের বিপদ থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য সিটবেল্ট ব্যবহার করা জরুরী।

উদাহরণ অনুযায়ী যন্ত্রটি হলো রকেট। উদাহরণ দেওয়া আছে,

রকেটের ভর,  $m = 2000 \text{ kg}$

রকেটের ত্বরণ,  $a = 100 \text{ ms}^{-2}$

রকেটের দ্বারা বাতাসের ওপর প্রয়োগকৃত বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= 2000 \times 100 \text{ kg ms}^{-2}$$

$$= 200000 \text{ N}$$

$\therefore$  রকেটটি বাতাসের ওপর 200000 N বল প্রয়োগ করবে।



উদ্দীপকের যন্ত্র বলতে এখানে রকেটকে বোঝানো হয়েছে। নিউটনের তৃতীয় সূত্র থেকে দেখা যায়, প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল সবসময়ই দুইটি ভিন্ন বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে কখনোই একই বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে না। প্রতিক্রিয়া বলটি ততক্ষণই থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বলটি থাকবে। ক্রিয়া থেমে গেলে প্রতিক্রিয়াও থেমে যাবে।

এই সূত্রের ওপর ভিত্তি করে চালানো হয় রকেট। রকেটে জ্বালানি পুড়িয়ে প্রচুর গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। রকেট সেই গ্যাসের ওপর বল প্রয়োগ করে। এ বল হচ্ছে ক্রিয়া। এ ক্রিয়ার ফলে গ্যাস প্রচলিত বেগে রকেটের পেছন দিয়ে নির্গত হওয়ার সময় জ্বালানি ও রকেটের ওপর সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। ফলে রকেটটি জ্বালানির বিপরীত দিকে এগিয়ে চলে।

সুতরাং উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায়, রকেট চলাচলে নিউটনের তৃতীয় সূত্রের প্রয়োগ ঘটে।

**প্রঃ ১০** ব্যাংক কর্মকর্তা রাজিব চট্টগ্রাম থেকে ঢাকা যাবার উদ্দেশ্যে এস আলম পরিবহনের একটি বাসে উঠল। ১৬০০ কেজি ভরের বাসটি ১৫ মিটার/সে.<sup>২</sup> ত্বরণে চলে কুমিল্লা পৌছার আগমুহুর্তে চালক হঠাৎ ব্রেক কষে থামিয়ে দিলে সিট বেন্ট না থাকায় রাজিব সামনের সিটের সাথে ধাক্কা খেল। চালক সামনের চাকার একটি টায়ার ক্ষয়ে যাওয়ায় তা বদলায়ে আবার চলতে শুরু করল।

বি. নং. ২০১৬/

- এক নিউটন বল কাকে বলে? ১
- স্থিতি ও গতির দুইটি পার্থক্য লিখ। ২
- গাড়িটির উপর প্রয়োগকৃত প্রযুক্ত বল নির্ণয় করো। ৩
- চালক যে কারণে ক্ষয়প্রাপ্ত টায়ার বদলিয়ে নিল, তা আমাদের দৈনন্দিন জীবনে কোন ধরনের সুবিধা পাওয়া যাবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পরিমাণ বল এক কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়ে এক মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে এক নিউটন বলে।

**খ** স্থিতি ও গতির দুইটি পার্থক্য হলো—

স্থিতি	গতি
i. কোনো বস্তুর স্থির অবস্থান বা অপরিবর্তিত অবস্থানকে স্থিতি বলে।	i. কোনো বস্তুর চলমান অবস্থা বা অবস্থান পরিবর্তনের অবস্থাকে গতি বলে।
ii. স্থির বস্তু স্থিতি জড়তা দেখায়।	ii. গতিশীল বস্তু গতি জড়তা দেখায়।

**গ** উদ্দীপক অনুযায়ী,

বাসের ভর,  $m = 1600$  কেজি

বাসটির ত্বরণ,  $a = 15$  মিটার/সে.<sup>২</sup>

∴ বাসটির ওপর প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র হতে আমরা পাই,

$$F = ma$$

$$= 1600 \text{ কেজি} \times 15 \text{ মিটার/সে.}^2$$

$$= 24,000 \text{ নিউটন}$$

সুতরাং, বাসটির ওপর প্রযুক্ত বল ২৪,০০০ নিউটন।

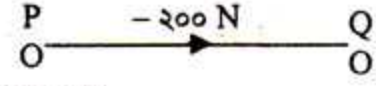
**ঘ** উদ্দীপকে চালক ঘর্ষণ সুবিধা পাবার জন্য গাড়ির টায়ার বদলে নিলো। দুটি বস্তু যখন পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে একে অপরের ওপর চলতে চেষ্টা করে তখন এদের সংস্পর্শে তাদের গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার সৃষ্টি হয়, এটাই ঘর্ষণ বল।

আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ভূমিকা রাখে। ঘর্ষণ না থাকলে আমরা হাঁটতে পারতাম না, পিছলে পড়ে যেতাম। কাঠে পেরেক বা স্ক্রু আটকে থাকত না, দড়িতে কোনো গিরো দেওয়া সম্ভব হতো না। ঘর্ষণ আছে বলেই আমরা হাত দিয়ে খাতা, কলম, বইসহ

যাবতীয় জিনিস ধরতে পারি। গাড়ি বা সাইকেলের টায়ার, ব্রেকের ঘর্ষণের এগুলো সময়মতো থামতে পারে। বাতাসের ঘর্ষণ আছে বলেই প্যারাসুট ব্যবহার করে কেউ বিমান থেকে নিরাপদে নামতে পারে।

আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ বিভিন্নভাবে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

**প্রঃ ১১**



P বস্তুকে  $-200\text{N}$  বল প্রয়োগ করার পরও এক পর্যায়ে Q বিন্দুতে থেমে যায়

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

- নিউটনের গতির ১ম সূত্রটি লিখ। ১
- বস্তুর জড়তা বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা করো। ২
- P বস্তুটির ত্বরণের মান নির্ণয় করো। ৩
- P বস্তুটি Q বিন্দুতে গিয়ে থেমে যাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা করো। ৪

#### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নিউটনের গতির প্রথম সূত্রটি হলো—

বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

**খ** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। জড়তা দুই ধরনের। যেমন— স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

**গ** উদ্দীপক অনুযায়ী,

P বস্তুটির ভর,  $m = 1000\text{kg}$

প্রযুক্ত বলের মান,  $F = -200\text{N}$

∴ নির্ণয় ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি, নিউটনের বলের ২য় সূত্রানুযায়ী।

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{-200\text{N}}{1000\text{kg}} = -0.2\text{ms}^{-2}$$

সুতরাং P বস্তুটির ওপর বল প্রয়োগে সৃষ্ট ত্বরণ  $-0.2\text{ms}^{-2}$ ।

**ঘ** উদ্দীপক অনুযায়ী P বস্তুটির ওপর  $-200\text{N}$  বল প্রয়োগ করে এর অবস্থানের পরিবর্তন করা হয়। এক্ষেত্রে বস্তুটি কিছুদূর যাবার পর Q বিন্দুতে থামার কারণ হলো এর ওপর বিপরীতমুখী  $200\text{N}$  বল প্রয়োগ। নিউটনের ৩য় সূত্রানুযায়ী প্রত্যেক ক্রিয়াকেই সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া রয়েছে। কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করলে তার অবস্থানের পরিবর্তন হয়। এক্ষেত্রে স্থির বস্তু গতিশীল হয় এবং গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন হয়।

এক্ষেত্রে গতিশীল বস্তুকে থামাতে যে বলে তাকে গতিশীল করা হয়েছে ঠিক ততটুকুই বিপরীত বল প্রয়োগ করতে হবে। উদ্দীপকের P বস্তুটিকে  $200\text{N}$  বল প্রয়োগের মাধ্যমে বস্তুটিকে গতিশীল করা হয়েছিলো। এ কারণে বস্তুটির ওপর  $-200\text{N}$  বল প্রয়োগ করায় বলের ৩য় সূত্রের অনুযায়ী বস্তুটি Q স্থানে গিয়ে থেমে যায়।

**প্রঃ ১২** ৬০ কেজি ভরের একটি বস্তুর উপর ৬০০ নিউটন বল ক্রিয়া করে। ফলে বস্তুটি ত্বরণ প্রাপ্ত হলো।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

- গতি বিষয়ক নিউটনের প্রথম সূত্রটি লেখ। ১
- ঘর্ষণ বল বলতে কী বুঝায়? ২
- উদ্দীপকের প্রদত্ত বস্তুটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের উক্তিটি নিউটনের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? বিশ্লেষণ কর। ৪



## ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

নিউটনের গতির প্রথম সূত্রটি হলো—

বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে যদি একে অপরের উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে অথবা চলতে থাকে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে এ গতির বিরুদ্ধে একটা বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে। আর এ বাধার ফলে যে বল উৎপন্ন হয় তাকে ঘর্ষণ বল বলে।

উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী,

বস্তুর ভর =  $m = ৬০$  কেজি

বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল,  $F = ৬০০$  নিউটন

বস্তুর ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের গতির ২য় সূত্র থেকে পাই,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{৬০০ \text{ নিউটন}}{৬০ \text{ কেজি}}$$

$$\therefore a = ১০ \text{ মি./সে.}^২$$

সুতরাং, উক্ত বস্তুতে সৃষ্ট ত্বরণ  $১০$  মি./সে.<sup>২</sup>

উদ্দীপকের বস্তুটির ওপর বল প্রয়োগ করায় তার গতি পরিবর্তিত হয়ে ত্বরণ সৃষ্টি হয়। এটি নিউটনের গতির ২য় সূত্রকে সমর্থন করে।

এ সূত্রানুসারে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ,

$$\text{বস্তুর ভরবেগ} = \text{ভর} \times \text{বেগ}$$

ভর বেগের পরিবর্তনের হার = ভর  $\times$  বেগের পরিবর্তনের হার

$$= \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}$$

কেননা, বস্তুর বেগ পরিবর্তনের হারই হলো ত্বরণ। নিউটনের গতির ২য় সূত্রানুসারে, বস্তুর ভর ও ত্বরণের গুণফল দ্বারা বলের পরিমাপ করা হয়। যে বস্তুর ভর যত বেশি সে বস্তুর বেগ পরিবর্তনে ঠিক ততই বল প্রযুক্ত হতে হবে। আবার, যে বস্তুর ত্বরণ যত বেশি হবে তার ক্ষেত্রে তত বেশি বলের প্রয়োজন হবে। অর্থাৎ বল বস্তুর ভর ও ত্বরণ উভয়ের ওপর নির্ভরশীল। উদ্দীপকের বস্তুটিতে বল প্রয়োগ করার কারণেই তার ত্বরণ সৃষ্টি হয়।

তাই এটি নিউটনের গতির ২য় সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ১৩ তমাল 250g ভরের একটি স্থির ফুটবলে 6N বলে ধাক্কা দিয়ে একে গতিশীল করে। বলটি দেয়ালে বাধা পেয়ে ফিরে আসলে পুনরায় এটিকে ধাক্কা দেয়।

(ভিকারুননিনিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

ক. জড়তা কী? ১

খ. থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রীরা পিছনের দিকে হেল্পে যায় কেন? ২

গ. তমালের বলটি কত ত্বরণে গতিশীল হয়? ৩

ঘ. বলটি পুনরায় তমালের কাছে ফিরে আসার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

## ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসযাত্রীরা পিছনের দিকে হেল্পে পড়েন স্থিতি জড়তার কারণে। বাস যখন স্থিতিশীল অবস্থায় থাকে তখন বাস যাত্রীদের সমস্ত দেহই স্থিতিশীল থাকে। কিন্তু বাস যখন চলতে শুরু করে তখন বাসের সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ গতিশীল হলেও স্থিতি জড়তার কারণে দেহের উপরের অংশ স্থির থাকতে চায় ফলে শরীরের নিচের অংশ থেকে শরীরের উপরের অংশ পিছিয়ে পড়ে ফলে যাত্রীরা পেছনের দিকে হেল্পে যায়।

উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী,

ফুটবলের ভর,  $m = 250g$

$$= 0.25 \text{ kg} \quad [ \because 1000g = 1kg ]$$

ফুটবলে প্রযুক্ত বল,  $F = 6N$

ফুটবলের ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের গতির ২য় সূত্রানুসারে,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{6N}{0.25 \text{ kg}}$$

$$\text{বা, } a = 24 \text{ ms}^{-2}$$

সুতরাং, উক্ত ফুটবলের ত্বরণ  $24 \text{ ms}^{-2}$ ।

বলটি পুনরায় তমালের কাছে ফেরত আসার কারণ নিউটনের গতির ৩য় সূত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়।

নিউটনের গতির ৩য় সূত্রানুযায়ী, প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া আছে। উদ্দীপকের (গ)নং উত্তর অনুযায়ী দেখা যায়, ফুটবলটিতে 6N বল প্রয়োগের ফলে এতে  $24 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণের সৃষ্টি হয়েছে। অর্থাৎ বলটি সামনে অগ্রসর হয়ে দেয়ালে বাধা প্রাপ্ত হয়। বস্তুটি যে বলে দেয়ালে আঘাত করলো তা হলো ক্রিয়া বল। বস্তুটির ওপরও দেয়াল একটি সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। এই বলটি হলো প্রতিক্রিয়া বল। এই বিপরীত বলের কারণেই ফুটবলটি তমালের কাছে ফিরে আসে।

আলোচনা থেকে বলা যায়, ফুটবলের ওপর প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বলের কারণেই তা তমালের কাছে ফিরে আসে।

প্রশ্ন ১৪ ৪৫ নিউটন বলে একটি বস্তুকে মেঝের উপর ঠেলে দেওয়া হলো। মেঝের সাথে ঘর্ষণ বল সৃষ্টি হওয়ায় বস্তুটি  $১.৫$  মি./সে.<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে এক সময় থেমে গেল।

(সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

ক. স্পর্শ বল কাকে বলে? ১

খ. জড়তা বলতে কী বুঝায়? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বস্তুটির ভর নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উপরোক্ত বলটি সীমিত করার প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ কর। ৪

## ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাই স্পর্শ বল।

বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

উদ্দীপকে হতে পাই,

বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল,  $F = ৪৫$  নিউটন

বস্তুটির ত্বরণ,  $a = ১.৫$  মি./সে.

বেগ করতে হবে, বস্তুটির ভর,  $m = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } m = \frac{F}{a} = \frac{৪৫}{১.৫}$$

$$= ৩০ \text{ কেজি}$$

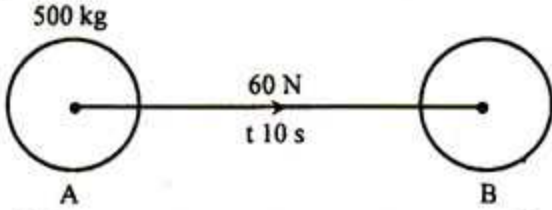
অর্থাৎ, বস্তুটির ভর হলো  $৩০$  কেজি।



**ঘ** উদ্দীপকে উল্লিখিত বলটি হলো ঘর্ষণ বল। বিভিন্ন প্রয়োজনে ঘর্ষণকে সীমিত করার দরকার হয়। কোনো তলকে খুব মসৃণ করে ঘর্ষণকে কমানো যেতে পারে। অনেক স্কুলে বা পার্কে শিশুদের খেলার জন্য স্লাইড থাকে। এটাকে খুব মসৃণ করে তৈরি করা হয়, যাতে শিশুরা সহজে পিছলে নামতে পারে। তেল বা গ্রিজ তলগুলোকে মসৃণ করে এবং ঘর্ষণকে কমিয়ে দেয়। এ কারণে যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশগুলো তেল বা গ্রিজ দ্বারা আবৃত থাকে যা ঘর্ষণকে কমায় এবং যন্ত্রপাতিকে ক্ষয়ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করে। তেল এবং গ্রিজের মতো পদার্থ যা ঘর্ষণ কমানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। ঘর্ষণ কমানোর আর একটি উপায় হচ্ছে কোনো তলের উপর দিয়ে একটি বস্তুকে পিছলিয়ে নেওয়ার চেয়ে গড়িয়ে নেওয়া।

উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায়, আমাদের প্রাত্যহিক জীবনের বিভিন্ন প্রয়োজনে ঘর্ষণ বলটি সীমিত করা অতীব জরুরি।

**প্রঃ ১৫**



এখানে বস্তুটিকে 60N বল প্রয়োগ করার পরও এক পর্যায়ে বস্তুটি B বিন্দুতে থেমে যায়।

*(মতিঝিল সরকারি বাদিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা)*

- স্পর্শ বল কাকে বলে? ১
- জড়তা বলতে কী বোঝ? ২
- বস্তুটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- বস্তুটির 'B' বিন্দুতে গিয়ে থেমে যাবার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

**১৫ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাকে স্পর্শ বল বলে।

**খ** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = 60 \text{ N}$$

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 500 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{ ত্বরণ } a = ?$$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{60}{500}$$

$$= 0.12 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{ বস্তুটির ত্বরণ } 0.12 \text{ ms}^{-2}$$

**ঘ** A বিন্দুতে অবস্থানরত অবস্থায় বস্তুটিকে বল প্রয়োগ করার পরও বস্তুটি B বিন্দুতে গিয়ে থেমে যায়। বস্তুটি থেমে যাওয়ার কারণ হলো ঘর্ষণ বল।

দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে যদি একে অপরের উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে অথবা চলতে থাকে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে এ গতির বিরুদ্ধে একটি বাধা উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে। আর এ বাধার ফলে যে বল উৎপন্ন হয় তাকে ঘর্ষণ বল বলে। যখন কোনো বস্তু অন্য বস্তুর উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে, তখন ঘর্ষণ বল বস্তুটিকে থামিয়ে দেওয়ার চেষ্টা করে। অর্থাৎ ঘর্ষণ সর্বদা গতিকে বাধা দেয়।

এক্ষেত্রে বস্তুটিকে বল প্রয়োগ করে মেঝে বা ভূমিতে ছেড়ে দেয়া হলে ঘর্ষণ বল এর ভরবেগের বিপরীতে কাজ করে। একবার বল প্রয়োগ করে A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে ছেড়ে দেওয়ার পর আর বস্তুটিতে বল প্রয়োগ হয় না। কিন্তু বস্তুটি ও মেঝে বা ভূমির মধ্যকার ঘর্ষণ তলে বিপরীতভাবে অনবরত ঘর্ষণ বল প্রযুক্ত হতে থাকে। B বিন্দুতে এসে বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বল এর বিপরীতে প্রযুক্ত ঘর্ষণ বল সমান হয় এবং বস্তুটি থেমে যায়।

**প্রঃ ১৬** ১২০০ কেজি ভরের একটি বাস হঠাৎ চলতে শুরু করায় যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়ল। চলার পথে এক বৃক্ষকে রাস্তা পার হতে দেখে ২০০ নিউটন বল প্রয়োগে গাড়িটি ব্রেক করাতে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

*(মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)*

- জড়তা কী? ১
- ঘর্ষণ বল কী? ঘর্ষণ বলের সুবিধা লিখ। ২
- বাসটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- যাত্রীদের সামনে ও পেছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

**১৬ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

**খ** যখন কোনো বস্তু অন্য বস্তুর উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে এ গতির বিরুদ্ধে একটা বাধার সৃষ্টি হয়। আর এ বাধার ফলে যে বল উৎপন্ন হয় তাই ঘর্ষণ বল।

ঘর্ষণ বলের সুবিধা অনেক। ঘর্ষণের কারণে আমরা হাঁটতে পারি, জিনিসপত্র ধরতে পারি, স্কু লাগাতে পারি, ব্রেকের মাধ্যমে গাড়ি থামাতে পারি, প্যারাসুট ব্যবহার করতে পারি প্রভৃতি।

**গ** উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী,

$$\text{বাসটির ভর, } m = 1200 \text{ কেজি}$$

$$\text{বাসের উপর প্রযুক্ত বল, } F = 200 \text{ নিউটন}$$

$$\text{বাসটির ত্বরণ, } a = ?$$

$$\text{নিউটনের গতির ২য় সূত্রানুসারে পাই,}$$

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{200 \text{ কেজি}}{1200 \text{ নিউটন}}$$

$$\text{বা, } a = 0.167 \text{ মি./সে.}^2$$

$$\text{সুতরাং উক্ত বাসের ত্বরণ } 0.167 \text{ মি./সে.}^2$$

**ঘ** উদ্দীপকে থেমে থাকা বাসটি হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রীরা পেছনের দিকে ঝুঁকে পড়ল স্থিতি জড়তার কারণে। গাড়িটি যখন স্থিতিশীল ছিল তখন আরোহীদের সমস্ত দেহই স্থিতিশীল ছিল। বাসটি আবার চলতে শুরু করার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ গতিশীল হয় কিন্তু শরীরের উপরের অংশ স্থিতি জড়তার কারণে স্থির থাকতে চায়। ফলে শরীরের নিচের অংশ থেকে উপরের অংশ পিছিয়ে পড়ে। এজন্য যাত্রীরা পিছনের দিকে হেলে পড়ল।

আবার চলন্ত বাসটিতে ড্রাইভার হঠাৎ ব্রেক চাপার কারণে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল গতি জড়তার কারণে। গাড়িটি গতিশীল থাকায় আরোহীদের সমস্ত দেহই গতিশীল ছিল অর্থাৎ চলন্ত অবস্থায় বাসের সাথে যাত্রীরাও একই গতি প্রাপ্ত হয়। ব্রেক চাপার ফলে গাড়ি থামার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ স্থির অবস্থায় থাকে, কিন্তু দেহের উপরের অংশ গতি জড়তার প্রভাবে গতি বজায় রাখতে সামনের দিকে এগিয়ে যেতে চায়। এজন্য বাসটি হঠাৎ ব্রেক চাপায় যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল।



**প্রঃ ১৭** ৬০০ কেজি ভরের একটি গাড়ি স্থির অবস্থায় আছে। ৬০ নিউটন বল প্রয়োগের ফলে গাড়িটি গতিশীল হয়ে কিছুক্ষণ পর থেমে যায়।

(এস ও এস হারমান মেইনার কলেজ, ঢাকা)

- ক. নিউটনের ২য় সূত্রটি বিবৃত কর। ১
- খ. জড়তা বলতে কী বুঝ? ২
- গ. গাড়িটির ত্বরণ কত ছিল? ৩
- ঘ. গাড়িটির থেমে যাওয়ার কারণ আলোচনা কর। ৪

#### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নিউটনের গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্রটি হলো 'বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকেই হয়।'

**খ** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

**গ** উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী,

গাড়ির ভর,  $m = ৬০০$  কেজি

প্রযুক্ত বল,  $F = ৬০$  নিউটন

ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের ২য় সূত্র অনুযায়ী,  $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{৬০}{৬০০}$$

$$\therefore a = ০.১০$$

সুতরাং নির্ণেয় ত্বরণ  $০.১০$  মি./সে.<sup>২</sup>

**ঘ** নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুস্থম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়। আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল গাড়ি চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

ঘর্ষণ বল সব সময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যে কোনো গতিশীল গাড়িকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেওয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বলের দরকার হয়। তাই ঘর্ষণ বলের কারণে গাড়িটি থেমে যায়।

**প্রঃ ১৮** করিম ১৫ কেজি ভরের একটি বস্তু নিক্ষেপ করাতে ২মি/সে<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি হলো। দ্বিতীয় বার সে ঐ বস্তুটিকে একটি মসৃণ তলে ও তৃতীয় বার অমসৃণ তলে সমান বল প্রয়োগ করে দেখে যে, তৃতীয় বার বস্তুটি অপেক্ষাকৃত কম দূরত্ব অতিক্রম করে।

(উদয়ন উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়, ঢাকা)

- ক. স্পর্শ বল কী? ১
- খ. নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রথমবার করিম বস্তুটিতে কত বল প্রয়োগ করেছিল নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তৃতীয়বার কম দূরত্ব অতিক্রম করার ঘটনাটি আমাদের বাস্তব জীবনে গুরুত্বপূর্ণ কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাই স্পর্শ বল।

**খ** নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি হলো— 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।'

ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল সবসময়ই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে, কখনোই একই বস্তুর উপর ক্রিয়া করে না। প্রতিক্রিয়া বলটি ততক্ষণই থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বলটি থাকবে। ক্রিয়া থেমে গেলে প্রতিক্রিয়াও থেমে যাবে।

**গ** উদ্দীপক অনুযায়ী,

বস্তুটির ভর,  $m = ১৫$  কেজি

ত্বরণ,  $a = ২$  মি/সে<sup>২</sup>

বস্তুটির উপর প্রয়োগকৃত বল,  $F = ?$

নিউটনের বলের ২য় সূত্রানুযায়ী,

আমরা জানি,  $F = ma$

$$= (১৫ \times ২) \text{ নিউটন}$$

$$= ৩০ \text{ নিউটন}$$

$\therefore$  প্রথমবার করিম বস্তুটিতে ৩০ নিউটন বল প্রয়োগ করে ছিলো।

**ঘ** করিম তৃতীয়বার বস্তুটিকে অমসৃণ তলে নিক্ষেপ করেছিলো। অমসৃণ তলে ঘর্ষণ বল কাজ করার ফলে তৃতীয়বার বস্তুটি দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব কম হয়।

আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ভূমিকা রাখে। ঘর্ষণ না থাকলে আমরা হাঁটতে পারতাম না, পিছলে পড়ে যেতাম। কাঠে পেরেক বা স্ক্রু আটকে থাকত না, দড়িতে কোনো গিরো দেওয়া সম্ভব হতো না। ঘর্ষণ আছে বলেই আমরা হাত দিয়ে খাতা, কলম, বইসহ যাবতীয় জিনিস ধরতে পারি। গাড়ি বা সাইকেলের টায়ার, ব্রেকের ঘর্ষণের এগুলো সময়মতো থামতে পারে। বাতাসের ঘর্ষণ আছে বলেই প্যারাসুট ব্যবহার করে কেউ বিমান থেকে নিরাপদে নামতে পারে।

আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ বিভিন্নভাবে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

**প্রঃ ১৯** তিতাস ঢাকা থেকে রংপুরে বাসে যাচ্ছিল। কিছুদূর যাওয়ার পর দেখতে পেল মুশলধারে বৃষ্টি হচ্ছে। সে আরো লক্ষ করল বাসের গতি আগের তুলনায় কমে গেল। ফলে পূর্বের তুলনায় কম দূরত্ব অতিক্রম করে। বাসের ভর 200kg।

(মর্গ্যান গার্লস স্কুল এন্ড কলেজ, নারায়ণগঞ্জ)

- ক. ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
- খ. ৬ নিউটন বল বলতে কী বুঝ? ২
- গ. বাসের ত্বরণ ৭৫ সে. মি./সেকেন্ড<sup>২</sup> হলে প্রযুক্ত বল কত? ৩
- ঘ. বাসটির কম দূরত্ব অতিক্রম করার ঘটনাটি আমাদের বাস্তব জীবনে গুরুত্বপূর্ণ কেন-বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে যদি এক অপরের ওপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে অথবা চলতে থাকে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে এ গতির বিরুদ্ধে একটা বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে।

**খ** যে পরিমাণ বল এক কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়ে ৬ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে অথবা যে পরিমাণ বল ৬ কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়ে ১ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে ৬ নিউটন বল বলে।

**গ** উদ্দীপকে দেওয়া আছে,

বাসের ভর,  $m = 200\text{kg}$

প্রশ্নানুযায়ী,

বাসের ত্বরণ,  $a = 75$  সেমি./সেকেন্ড<sup>২</sup> =  $0.75$  মি./সেকেন্ড<sup>২</sup>

আমরা জানি,

প্রযুক্ত বল,  $F = ma$

$$= (200 \times 0.75) \text{ নিউটন}$$

$$= 150 \text{ নিউটন}$$

$\therefore$  প্রযুক্ত বল = 150 নিউটন।



১৪ মুসলধারে বৃষ্টি হওয়ার পর বাসের গতি আগের তুলনায় কমে গেল।

গাড়ির চাকার সাথে রাস্তার ঘর্ষণ বলের প্রভাবে চাকা ঘোরার ফলে গাড়ি চলতে পারে। কিন্তু বৃষ্টিতে রাস্তা পিচ্ছিল হয়ে যাওয়ার পর ঘর্ষণ বল কমে যাওয়ায় গাড়ির গতি কমে যায়। এক্ষেত্রে ঘর্ষণ বল সীমিত করনের প্রভাব লক্ষণীয়।

আমাদের বাস্তব জীবনে প্রায়ই ঘর্ষণ বল সীমিতকরণ করা দরকার হয়। অনেক স্কুলে বা পার্কে শিশুদের খেলার জন্য স্লাইড থাকে। এটাকে খুব মসৃন করে করা হয় যেন শিশুরা সহজে পিছলে নামতে পারে। বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে তেল বা গ্রিজ দ্বারা আবৃত করে ঘর্ষণকে সীমিতকরণের মাধ্যমে যন্ত্রপাতিতে ক্ষয়ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা হয়। সুটকেসের নিচে মাঝে মাঝে চাকা লাগানো হয় ঘর্ষণের বাধা এড়িয়ে যাওয়ার জন্য। আবার যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশগুলোর মাঝে অনেক সময় বল বিয়ারিং বসিয়ে ঘর্ষণ সীমিত করা হয় এবং গতি সহজ করা হয়।

উপরিউক্ত আলোচনার দ্বারা বোঝা যায়, আমাদের বাস্তব জীবনে ঘর্ষণ সীমিতকরণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

প্রঃ ২০ ছিপ ৫০ কেজি ভরের একটি বস্তুকে ১০০ মিটার উপরে নিয়ে গেলো। এতে তার প্রচুর বল প্রয়োগ করতে হলো, অপর দিকে তার বন্ধু গাড়ি চালানোর সময় হঠাৎ ব্রেক ধরায় সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লো।

[ক্যান্টনমেন্ট বোর্ড আন্তঃ বিদ্যালয়, গাজীপুর]

- |   |   |
|---|---|
| ক. মাধ্যাকর্ষণ বল কী?   | ১ |
| খ. মানুষের জেনেটিক বিশৃঙ্খলা কেন ঘটে?   | ২ |
| গ. ছিপের বস্তুটির উপর প্রযুক্ত ত্বরণ ৪ মি/সে <sup>২</sup> হলে প্রযুক্ত বলের পরিমাণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। | ৩ |
| ঘ. ছিপের বন্ধুর ঘটনাটি নিউটনের সূত্রকে সমর্থন করে - মূল্যায়ন করো।  | ৪ |

### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মহাবিশ্বের সকল বস্তুর মধ্যে ভরের দরুন যে পারস্পরিক বল ক্রিয়া করে তাই হলো মাধ্যাকর্ষণ বল।

খ. মানুষের জেনেটিক বিশৃঙ্খলা ঘটে নিম্নলিখিত কারণে—

- পয়েন্ট মিউটেশন বা জিনের ভিতর পরিবর্তনের জন্য।
- ক্রোমোজোম সংখ্যার হ্রাস বা বৃদ্ধির জন্য।
- ক্রোমোজোমের কোনো অংশের হ্রাস বা বৃদ্ধির জন্য।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

ভর,  $m = ৫০$  কেজি

ত্বরণ,  $a = ৪$  মিটার/সে<sup>২</sup>

বের করতে হবে,  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$= ৫০ \times ৪$$

$$= ২০০ \text{ নিউটন}$$

সুতরাং ছিপের প্রযুক্ত বলের পরিমাণ ২০০ নিউটন।

ঘ. উদ্দীপকে ছিপের বন্ধুর ঘটনাটি নিউটনের প্রথম সূত্রকে সমর্থন করে। নিউটনের প্রথম সূত্রানুসারে বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম গতিতে চলতে থাকবে। উদ্দীপকে গতিশীল গাড়িটির উপর বাহ্যিক বল প্রয়োগ করা হয়, এতে গাড়িটি থেমে যায়। যদি গাড়িটির ওপর কোনো বল প্রয়োগ না করা হতো তাহলে গাড়িটি সুষম গতিতে চলতে থাকতো। নিউটনের প্রথম সূত্রের আরেকটি বৈশিষ্ট্য হলো এর দ্বারা জড়তার ধারণা পাওয়া যায়। উদ্দীপকের তথ্য থেকে দেখা যায়, ছিপের বন্ধু গাড়ির ব্রেক চাপ দিলে, সে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। তার সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ার কারণ হলো গতি জড়তা। এক্ষেত্রে গতিশীল গাড়ি যখন ব্রেক প্রয়োগের ফলে থেমে যায় তখন ছিপের বন্ধুর শরীরের নিচের অংশ স্থির থাকলেও তার শরীরের উপরের অংশ গতি জড়তার কারণে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

প্রঃ ২১ ১০০০ কেজি ভরের একটি বাসকে স্থির অবস্থায় থেকে ৫০ নিউটন বলে ধাক্কা দেওয়ায় গাড়িটি কিছু দূর যাওয়ার পর থেমে গেল।

[ঘাটাইল ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, টাঙ্গাইল]

- |   |   |
|---|---|
| ক. অস্পর্শ বল কাকে বলে?   | ১ |
| খ. জড়তা বলতে কী বোঝায়?  | ২ |
| গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর।                      | ৩ |
| ঘ. উদ্দীপকের গাড়িটির থামার ক্ষেত্রে ঘর্ষণ বলের ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়া যে বল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে।

খ. বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

গ. উদ্দীপকে দেওয়া আছে,

একটি গাড়ির ভর,  $m = ১০০০$  কেজি

প্রযুক্ত বল,  $F = ৫০$  নিউটন

∴ গাড়িটির ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{৫০ \text{ নিউটন}}{১০০০ \text{ কেজি}}$$

$$= ০.০৫ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

অতএব গাড়িটির ত্বরণ ০.০৫ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>

ঘ. নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়। আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল গাড়ি চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

ঘর্ষণ বল সবসময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যেকোনো গতিশীল গাড়িকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেওয়ার পরও বাসটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে বস্তুটিকে থামানো সম্ভব হতো না। তাই বলা যায়, গাড়িটি থামার ক্ষেত্রে ঘর্ষণ বলের ভূমিকা অপরিসীম।

প্রঃ ২২ ২০ কেজি ভরের একটি বস্তুকে মেঝের উপর ঠেলে দেওয়া হলো। মেঝের সাথে ঘর্ষণ বল সৃষ্টি হওয়ায় বস্তুটি ২.৫ মি./সে<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে এক সময় থেমে গেল।

[সৃষ্টি একাডেমিক স্কুল, টাঙ্গাইল]

- |   |   |
|---|---|
| ক. জড়তা কী?  | ১ |
| খ. স্নেহ পদার্থ থাকলে ভিটামিন শোষণ হয় ব্যাখ্যা কর।   | ২ |
| গ. বস্তুটির উপর প্রযুক্ত ঘর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর।   | ৩ |
| ঘ. উপরোক্ত বলটি সীমিত করার প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ কর। | ৪ |

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

খ. যে সকল ভিটামিন স্নেহ জাতীয় পদার্থে দ্রবণীয় সে সকল ভিটামিন শোষণে স্নেহ জাতীয় খাদ্য সাহায্য করে। ভিটামিন A, D, E ও K স্নেহ পদার্থে দ্রবণীয়। এসকল ভিটামিন স্নেহ জাতীয় পদার্থে দ্রবীভূত হয়ে



রক্তের মাধ্যমে সারাদেহে পরিবাহিত হয়। এসকল ভিটামিন জাতীয় খাদ্য গ্রহণের সময় স্নেহ জাতীয় খাদ্য গ্রহণ করলেও আমাদের দেহ খুব সহজেই এসব ভিটামিন শোষণ করতে পারে। তাই বলা যায়, স্নেহ পদার্থ থাকলে ভিটামিন শোষণ হয়।

গ) উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুর ভর,  $m = 20$  কেজি

ত্বরণ,  $a = 2.5$  মি/সে<sup>২</sup>

প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma = (20 \times 2.5) \text{ নিউটন} = 50 \text{ নিউটন}$$

∴ বস্তুর উপর প্রযুক্ত ঘর্ষণ বলের মান ৫০ নিউটন।

ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বলটি হলো ঘর্ষণ বল। ঘর্ষণ বল আমাদের দৈনন্দিন কাজে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করলেও এর কারণে প্রতিনিয়তই নানারকম ঝামেলাতে পড়তে হয়। নিম্নোক্ত কারণে ঘর্ষণ বল সীমিত করা প্রয়োজন :

- বিভিন্ন যন্ত্র চলার সময় এর গতিশীল অংশগুলোর মধ্যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করার ফলে ক্রমশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
- ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় বলে যন্ত্র ক্ষতিগ্রস্ত হয়।
- ঘর্ষণের ফলে যান্ত্রিক দক্ষতা হ্রাস পায়।
- গাড়ি চালাতে বেশি জ্বালানি খরচ হয়।
- শক্তির অপচয় হয়, গতি হ্রাস পায়, সময়ের অপচয় হয়।

প্রশ্ন ২৩ ১০০০ কেজি ভরের একটি বাসকে স্থির অবস্থা থেকে ৫০ নিউটন বলে ধাক্কা দেওয়ায় গাড়িটি কিছুদূর যাওয়ার পর থেমে গেল।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী, ময়মনসিংহ]

- স্পর্শ বল কাকে বলে? ১
- থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাস যাত্রী পিছনের দিকে হেলে পড়ল কেন? ২
- উদ্দীপকের প্রদত্ত গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের গাড়িটির থামার ক্ষেত্রে ঘর্ষণ বলের ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাই স্পর্শ বল।

খ) থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসযাত্রীরা পিছনের দিকে হেলে পড়েন স্থিতি জড়তার কারণে। বাস যখন স্থিতিশীল অবস্থায় থাকে তখন বাস যাত্রীদের সমস্ত দেহই স্থিতিশীল থাকে। কিন্তু বাস যখন চলতে শুরু করে তখন বাসের সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ গতিশীল হলেও স্থিতি জড়তার কারণে দেহের উপরের অংশ স্থির থাকতে চায় ফলে শরীরের নিচের অংশ থেকে উপরের অংশ পিছিয়ে পড়ে এবং যাত্রীরা সামনের দিকে হেলে যায়।

গ) সৃজনশীল প্রশ্ন ২১(গ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ) সৃজনশীল প্রশ্ন ২১(ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৪ একটি বাস ঢাকা থেকে কক্সবাজার যাচ্ছিল। যাত্রীসহ বাসটির ভর ছিল 1800 কেজি এবং বাসটির ত্বরণ ছিল 5 মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>। বাসটি কুমিল্লাতে হঠাৎ ব্রেক করার যাত্রী সামনের দিকে ঝুকে পড়লো। কিন্তু চট্টগ্রামের এক রেস্টুরেন্ট থেকে যাত্রা বিরতির পর হঠাৎ যাত্রা শুরু করলে যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়লো।

[শেরপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- তাড়িত চৌম্বক বল কী? ১
- এক নিউটন বল বলতে কী বুঝ? ২
- গাড়িটির উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। ৩
- কুমিল্লায় যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুকে পড়লেও চট্টগ্রামে এর বিপরীত ঘটনা ঘটান কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

ক) দুইটি আহিত কণিকার মধ্যে যে বল ক্রিয়াশীল তাকে তাড়িতচৌম্বক বল বলে।

খ) যে পরিমাণ বল এক কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর ওপরে প্রযুক্ত হয়ে এক মিটার/ সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে এক নিউটন বল বলা হয়।

গাণিতিক ভাবে—

$$1 \text{ নিউটন} = 1 \text{ কেজি} \times \text{মি./সেকেন্ড}^2$$

গ) উদ্দীপকের দেওয়া আছে,

বাসটির ভর,  $m = 1800$  কেজি

বাসটির ত্বরণ,  $a = 5$  মিটার/ সেকেন্ড<sup>২</sup>

∴ বাসটির উপর ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= ma \\ &= 1800 \times 5 \\ &= 9000 \text{ নিউটন} \end{aligned}$$

∴ গাড়িটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান 9000 নিউটন।

ঘ) উদ্দীপকে কুমিল্লায় চলন্ত বাসটিতে ড্রাইভার হঠাৎ ব্রেক চাপার কারণে যাত্রীরা সামনের দিকে হেলে পড়ল গতি জড়তার কারণে।

গাড়িটি গতিশীল থাকায় আরোহীদের সমস্ত দেহই গতিশীল ছিল। চলন্ত অবস্থায় বাসের সাথে যাত্রীরাও একই গতি প্রাপ্ত হয়। কিন্তু ব্রেক চাপার ফলে গাড়ি থামার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ স্থির অবস্থায় থাকে, কিন্তু দেহের উপরের অংশ গতি জড়তার প্রভাবে গতি বজায় রাখতে সামনের দিকে এগিয়ে যেতে চায়। এজন্য বাসটির ড্রাইভার হঠাৎ ব্রেক চাপায় যাত্রীরা সামনের দিকে হেলে পড়ল।

আবার থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়ে স্থিতি জড়তার কারণে। গাড়িটি যখন স্থিতিশীল ছিল তখন আরোহীদের সমস্ত দেহই স্থিতিশীল ছিল। হঠাৎ বাসটি আবার চট্টগ্রামে চলতে শুরু করার সাথে সাথে যাত্রীদের দেহের নিম্নাংশ গতিশীল হয় কিন্তু শরীরের উপরের অংশ স্থিতি জড়তার কারণে স্থির থাকতে চায়। ফলে শরীরের নিচের অংশ থেকে উপরের অংশ পিছিয়ে পড়ে। এজন্য যাত্রীরা চট্টগ্রামে পিছনের দিকে হেলে পড়ে।

প্রশ্ন ২৫ ফাহাদের জন্মদিনে সে একটি ফুলানো বেলুনকে একটি স্থান থেকে উড়িয়ে দিল। তাতে বেলুনের ভেতর হতে প্রতি সেকেন্ডে 6 gm করে বাতাস বের হয়ে যেতে থাকে এবং বেলুনটি 1 ms<sup>-1</sup> ত্বরণে উঠতে লাগল।

[আব্দুলমান আদর্শ সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, নেত্রকোণা]

- জড়তা কী? ১
- অভিকর্ষ বলকে মহাকর্ষ বল বলা হয় কেন? ২
- বেলুনের উপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বল নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনা নিউটনের কোন সূত্রকে অনুসরণ করে? ব্যাখ্যা কর। ৪

### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

খ) মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে। কিন্তু পৃথিবী ও এর উপরস্থ কোনো বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে। যেহেতু পৃথিবী ও ঐ বস্তু এই মহাবিশ্বেরই দুটি বস্তু তাই অভিকর্ষ বলকে মহাকর্ষ বল বলা হয়।

গ) উদ্দীপকের দেওয়া আছে,

বেলুনের বাতাসের ভর,  $m = 6\text{gm} = 0.006 \text{ kg}$

ত্বরণ,  $a = 1\text{ms}^{-2}$



বেলুনের উপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বল,  $F = ma$   
 $= 0.006 \text{ kg} \times 1 \text{ ms}^{-2}$   
 $= 0.006 \text{ N}$

সুতরাং, বেলুনের উপর ক্রিয়ারত উর্ধ্বমুখী বলের মান 0.006N।

**ঘ** উদ্দীপকে ফাহাদের বেলুনটি প্রতিক্রিয়া বলের কারণেই দূরে সরে যায়। নিউটনের তৃতীয় সূত্র, প্রত্যেক ক্রিয়ার সমান ও বিপরীত একটি প্রতিক্রিয়া রয়েছে— অনুযায়ী এ ঘটনার ব্যাখ্যা দেওয়া যায়।

ফাহাদ ফুঁ দিয়ে বেলুন ফুলিয়ে থাকবে। বেলুনটি ফুলানোর সময় তার মুখ নিঃসৃত বাতাস বেলুনের ভিতর খালি জায়গা দখল করে অর্থাৎ বাতাস বেলুনের উপর বল প্রয়োগ করে বেলুনকে ফোলাতে সাহায্য করে। বেলুনকে ফুলতে সাহায্য করা এ বলই ক্রিয়া বল। সে যখন বেলুনকে উড়িয়ে দিল তখন সাথে সাথে বেলুনের বায়ু বাইরের বায়ুকে নিচের দিকে ধাক্কা দিচ্ছিল। ফলে বেলুনটি উপরে উঠতে থাকল। কিন্তু নির্দিষ্ট সময় পর বেলুনটির সব বায়ু বাইরে বেরিয়ে গেলে। বাইরের বায়ুও আর বিপরীতমুখী উর্ধ্ববল প্রয়োগ করতে পারবে না। এ অবস্থায় বায়ুহীন বেলুনের ওপর ওজন অর্থাৎ পৃথিবীর আকর্ষণ ক্রিয়ারত থাকায় বেলুনটি এক সময় ভূমিতে পড়ে যাবে।

সুতরাং, বলা যায়, উক্ত ঘটনাটি নিউটনের গতির ৩য় সূত্রেই সমর্থন করে।

**প্রশ্ন ২৬** ৫ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণে চলমান একটি বাস থেকে পলি নামার সময় ২ মিটার/সেকেন্ড বেগে লাফ দিল এরপর সে উল্টে পড়ে গেল। পলির ভর ৫০ কেজি।

*[রাজশাহী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, হেলেনাবাদ]*

- ক. নিউটন গতি বিষয়ক ২য় সূত্রটি লিখ। ১  
 খ. ২ নিউটন বল বলতে কী বুঝ? ২  
 গ. পলির ভরবেগ কত? ৩  
 ঘ. পলির উল্টে পড়ে যাওয়ার কারণ সম্পর্কে আলোচনা করো ৪

#### ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নিউটনের গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্রটি হলো 'বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকেই হয়।'

**খ** ২N বল বলতে বোঝায় উক্ত বল ১kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এটি  $2\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে অথবা ২kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এটি  $1\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে।

**গ** উদ্দীপক অনুযায়ী,

পলির ভর = ৫০ কেজি

বেগ = ২ কেজি

ভরবেগ = ?

আমরা জানি,

ভরবেগ = ভর × বেগ

= ৫০ × ২

= ১০০ কেজি মিটার/ সেকেন্ড

অতএব, পলির ভরবেগ ১০০ কেজি মিটার/ সেকেন্ড।

**ঘ** উদ্দীপকে পলি চলমান বাস থেকে নামার সময় উল্টে পড়ে যায়। এর কারণ হলো জড়তা। কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে, চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা। এখানে, বাসটি ছিল গতিশীল। তাই পলিও গতিশীল ছিল। কিন্তু পলি যে মাটির উপর নামে তা স্থির। স্থির মাটিতে নামলেও গতিজড়তার কারণে পলি তখনও গতিশীল ছিল। তার এ গতির কারণেই সে নামার সময় উল্টে পড়ে যায়।

**প্রশ্ন ২৭** রিতু বাসে রাজশাহী থেকে বগুড়া যাচ্ছিল। বাসটির ভর ছিল ৫০০ কেজি এবং এটি ৫ মি/সে<sup>২</sup> ত্বরণে চলছিল। চলন্ত বাসটিতে হঠাৎ ড্রাইভার ব্রেক চাপলে রিতুসহ যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল। আবার বাসটি যখন চলতে শুরু করল তখন তারা পিছনের দিকে হেলে পড়লো।

*[শহীদ মামুন মাহমুদ পাবলিক হাইস্কুল এন্ড কলেজ, রাজশাহী]*

- ক. নিউটনের গতিবিষয়ক ৩য় সূত্রটি কী? ১  
 খ. ঘর্ষণ বল কয়টি বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. বাসটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. যাত্রীরা প্রথমে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লেও পরবর্তীতে পিছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি হলো— 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে'।

**খ** ঘর্ষণ বল দুটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। এগুলো হলো—

- i. বস্তুর ভরঃ বস্তুর ভর বেশি হলে ঘর্ষণ বল বেশি উৎপন্ন হবে।  
 ii. পৃষ্ঠের প্রকৃতিঃ পৃষ্ঠ অমসৃণ, খসখসে বা এবড়ো থেবড়ো হলে ঘর্ষণ বল বেশি উৎপন্ন হবে।

**গ** উদ্দীপকে,

বাসের ভর,  $m = 500$  কেজি

বাসটির ত্বরণ,  $a = 5$  মি/সে<sup>২</sup>

বাসের ওপর ক্রিয়াশীল বল,  $F = ?$

নিউটনের ২য় সূত্র হতে আমরা জানি,  $F = ma$

=  $500 \times 5$  কেজি মি/সে<sup>২</sup>

= ২৫০০ নিউটন

সুতরাং বাসটির ওপর ক্রিয়াশীল বল ২৫০০ নিউটন।

**ঘ** সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪(ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ২৮** 4900kg ভরের একটি গাড়ি  $2\text{m/s}^2$  ত্বরণে চলছে। উহাকে F বল প্রয়োগ করে থামানো হলো।

*[কাদিরাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, নাটোর]*

- ক. নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১  
 খ. জড়তা বলতে কী বোঝায়? ২  
 গ. F এর মান নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. গাড়িটির উপর ঘর্ষণ ক্রিয়া না করলে গাড়িটি থামত কিনা? তার যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নিউটনের গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্রটি হলো 'বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকেই হয়'।

**খ** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

গাড়ির ভর,  $m = 4900$  kg

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

প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে পাই,

$F = ma$

বা,  $F = (4900 \times 2) \text{ kgms}^{-2}$

বা,  $F = 9800 \text{ N}$

সুতরাং নির্ণেয় বল F এর মান 9800N।



নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির গাড়ি স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল গাড়ি সুস্থম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক গাড়ি যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়। আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল গাড়ি চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

ঘর্ষণ বল সব সময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যেকোনো গতিশীল গাড়িকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেওয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। তাই ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে বস্তুটিকে থামানো সম্ভব হতো না।

**প্রঃ ১৯** ১.৫ কেজি ওজনের একটি বস্তুকে সোজা ভূপৃষ্ঠ হতে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। বস্তুটি কিছু সময়ের মধ্যে ভূপৃষ্ঠে ফিরে এলো।

*সাঁড়া মাড়োয়ারী মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, পাবনা*

- ক. এক নিউটন বল কাকে বলে? ১  
খ. স্থিতি জড়তা বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. উদ্দীপকের বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করা হলো? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের বস্তুটি নিউটনের ১ম সূত্র মেনে চলে- তোমার উত্তরের যুক্তি দাও। ৪

### ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পরিমাণ বল এক কিলোগ্রাম ভরের কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয়ে এক মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে এক নিউটন বলে।

**খ** স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা বলে। যেমন- স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রীদের স্থিতি জড়তা অনুভূত হয়।

**গ** বস্তুটির উপর অভিকর্ষ বল ক্রিয়াশীল। তাই একে খাড়া উপরের দিকে ছুড়তে এর ওপর তার ওজনের সমান বল প্রয়োগ করতে হয়।

এখানে,

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 1.5 \text{ কেজি}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8 \text{ মিটার/সেকেন্ড}^2$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = \text{ওজন} = W$$

$$\text{আমরা জানি, } W = mg$$

$$= 1.5 \times 9.8$$

$$= 14.7 \text{ নিউটন}$$

অতএব, বস্তুটির উপর 14.7 নিউটন বল প্রয়োগ করা হলো।

**ঘ** নিউটনের প্রথম সূত্র হলো— বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরলপথে চলতে থাকে। উদ্দীপকের বস্তুটিকে উপরে নিক্ষেপের পূর্বে তা স্থির ছিল। আমরা আমাদের অভিজ্ঞতা থেকে বলতে পারি, একে উপরের দিকে ছুড়তে বল প্রয়োগ করতে হয়েছে। কিন্তু উর্ধ্বগামী এ বস্তুটি একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় থেমে যায়। এর কারণ অভিকর্ষ বল। এ বল বস্তুর গতির বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল। এর প্রভাবে বস্তুটি ওপরের দিকে মন্দনসহ যায় এবং এক সময় বেগ শূন্য হয়। এরপর আবার বস্তুটি গতিশীল হয়। তবে বস্তুর এ গতি নিম্নগামী। কারণ অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়া করায় বস্তুর ত্বরণ ঘটে। এভাবে বস্তুটির বেগ বাড়তে বাড়তে বস্তুটি ভূপৃষ্ঠ স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে এর বেগ সর্বোচ্চ হয়। কিন্তু ভূপৃষ্ঠ স্পর্শ করলে বস্তুটির বেগ শূন্য হয়। অর্থাৎ এটি স্থির হয়। এক্ষেত্রে ভূপৃষ্ঠের প্রতিরোধী বল বস্তুটির মন্দন ঘটিয়ে একে স্থির করে। দেখা যাচ্ছে, ওপরের দিকে নিক্ষেপ্ত বস্তুটি কখনো স্থির, কখনো গতিশীল। কখনো এর বেগ বাড়ছে, আবার কখনো এর বেগ কমছে। তবে সকল ক্ষেত্রেই রয়েছে বলের প্রভাব।

অতএব বস্তুটি নিউটনের প্রথম সূত্রকে মেনে চলে।

**প্রঃ ৩০** ইমন ৫০ কেজি ভরের একটি স্থির নৌকা থেকে ৫ মি/সে<sup>২</sup> ত্বরণে লাফ দিলো। নৌকাটির অবস্থানের পরিবর্তন ঘটলো।

*ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর*

- ক. জড়তা কাকে বলে? ১  
খ. আমরা মাটিতে হাঁটাতে পারি কেন? ২  
গ. ইমনের বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ইমনের লাফ দেওয়ার ফলে নৌকায় যে ঘটনা ঘটলো তার বিজ্ঞান ভিত্তিক যুক্তি উপস্থাপন কর। ৪

### ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

**খ** আমরা হাঁটাতে পারি ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বলের কারণে। হাঁটার সময় আমরা সামনের পা দ্বারা মাটিতে খাড়াভাবে ও পেছনের পা দ্বারা তির্যকভাবে বল প্রয়োগ করি। এ বলের প্রতিক্রিয়াস্বরূপ ভূমিও একটি বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলের আনুভূমিক উপাংশ আমাদেরকে সামনের দিকে এগিয়ে নেয় আর উল্লম্ব উপাংশ শরীরের ওজন বহন করে।

**গ** উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী,

নৌকার ভর,  $m = 50$  কেজি

ত্বরণ,  $a = 5$  মি./সে<sup>২</sup>

প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

নিউটনের গতির ২য় সূত্রানুসারে পাই,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = (50 \times 5) \text{ কেজি. মি./সে}^2$$

$$\therefore F = 250 \text{ নিউটন}$$

সুতরাং, নির্ণেয় প্রযুক্ত বল 250 N।

**ঘ** ইমন ফলে নৌকা থেকে লাফ দেবার সাথে সাথে নৌকাটিও সমবেগে পেছন থেকে সরে গেলো অর্থাৎ এর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটলো। এটি নিউটনের গতির ৩য় সূত্রকে সমর্থন করে। এ সূত্রানুযায়ী, প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া রয়েছে।

লাফ দেবার ফলে ইমন পা দিয়ে নৌকার ওপর ক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এতে নৌকাটি পেছনে সরে যায়। এই ক্রিয়া বলের জবাবে নৌকা ইমনের দেহের ওপর ক্রিয়াবলের বিপরীতে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এ বলের প্রভাবে ইমন লাফ দিতে ও সামনে এগিয়ে যেতে সমর্থ হয়।

এভাবে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া যুগপৎ ভাবে ঘটায় ইমনের দেয়া লাফের কারণে নৌকার অবস্থান পরিবর্তন হয়।

**প্রঃ ৩১** ৫০০ কেজি ভরের একটি গাড়ি স্থির অবস্থায় আছে। একে ৫০ নিউটন বলে ধাক্কা দেওয়ায় গাড়িটি কিছু পথ যাওয়ার পরে থেমে গেল।

*ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর, নীলফামারী*

- ক. জড়তা কী? ১  
খ. লিলেনকে প্রাকৃতিক তত্ত্ব বলা হয় কেন? ২  
গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে গাড়িটিকে থামানো সম্ভব হতো না- উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

**খ** যেসব তত্ত্ব প্রকৃতিতে পাওয়া যায় তাদেরকে বলা হয় প্রাকৃতিক তত্ত্ব। লিলেনও প্রকৃতিতে পাওয়া যায় বলে লিলেনকে প্রাকৃতিক তত্ত্ব বলা হয়।

**গ** উদ্দীপকের,

গাড়িটির ভর,  $m = 500$  কেজি

এর ওপর প্রযুক্ত বল,  $F = 50$  নিউটন

গাড়ির ত্বরণ,  $a = ?$



নিউটনের গতির ২য় সূত্রানুসারে আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{50 \text{ নিউটন}}{500 \text{ কেজি}}$$

$$\text{বা, } a = 0.1 \text{ মিটার/সেকেন্ড}^2$$

সুতরাং, গাড়িটির ত্বরণ  $0.1$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>।

উদ্দীপকের উক্তিটি হলো ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে গাড়িটিকে থামানো সম্ভব হতো না। কারণ যখন দুটি বস্তু বা তল একে অপরের উপর দিয়ে চলে বা চলতে চেষ্টা করে, তখন এই গতির বিরুদ্ধে যে বল কাজ করে তাই ঘর্ষণ বল।

নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির গাড়ি স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল গাড়ি সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক গাড়ি যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়। আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল গাড়ি চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

ঘর্ষণ বল সব সময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যেকোনো গতিশীল গাড়িকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেওয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। তাই ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে বস্তুটিকে থামানো সম্ভব হতো না।

প্রশ্ন ৩১ তুর্ষ একটি বাসে করে ঢাকা যাচ্ছিল। বাসটির ভর ছিল  $1400 \text{ kg}$  এবং এটি  $4 \text{ m/s}^2$  ত্বরণে চলছিল। চলন্ত বাসটিতে হঠাৎ ড্রাইভার ব্রেক চাপলে তুর্ষসহ যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল। আবার বাসটি যখন চলতে শুরু করলে তখন তারা পেছনের দিকে হেলে পড়ল।

হিঙ্গাফদী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা

- বল কী? ১
- জড়তা বলতে কী বুঝায়? ২
- বাসটির ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- যাত্রীরা প্রথমে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লেও পরবর্তীতে পেছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যা স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় অথবা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাই বল।

খ বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

উদ্দীপকের তথ্যানুযায়ী,

$$\text{বাসের ভর, } m = 1400 \text{ kg}$$

$$\text{বাসের ত্বরণ, } a = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বাসের ওপর ক্রিয়াশীল বল, } F = ?$$

নিউটনের গতির ২য় সূত্র থেকে পাই,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = (1400 \times 4) \text{ kgms}^{-2}$$

$$\text{বা, } F = 5600 \text{ N}$$

সুতরাং বাসটির ওপর ক্রিয়াশীল বল  $5600 \text{ N}$ ।

সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৩ বীমা কর্মকর্তা দিয়াজ সাহেব কুমিল্লা থেকে ঢাকা বাসে রওয়ানা করলেন।  $1200$  কেজি ভরের বাসটি  $18$  মিটার/সে.<sup>২</sup> ত্বরণে চলে ঢাকা পৌছায় আগ মুহুর্তে চালক হঠাৎ ব্রেক কষে বাসটি থামিয়ে দিলেন। সিট বেল্ট না থাকায় দিয়াজ সাহেব সামনের সিটের সাথে ধাক্কা খেলেন। চালক সামনের চাকার একটি টায়ার ক্ষয়ে যাওয়ায় তা পরিবর্তন করে আবার চলা শুরু করলেন।

কুমিল্লা মডার্ন হাই স্কুল

- নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১
- দিয়াজ সাহেব সামনের সিটের সাথে ধাক্কা খেলেন কেন? ২
- গাড়িটির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো। ৩
- গাড়িটির চাকা যে কারণে ক্ষয় হলো, তা হতে আমরা দৈনন্দিন জীবনে কী সুবিধা পাই, তা ব্যাখ্যা কর। ৪

### ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নিউটনের গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্রটি হলো 'বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তন সেদিকেই হয়।'

খ দিয়াজ সাহেবের শরীরের নিচের অংশগুলো বাসের সীট ও মেঝের সাথে সংলগ্ন ও সংস্পর্শে থাকে বিধায় গাড়ী হঠাৎ থেমে গেলে দেহের এ অংশগুলো স্থির হয়ে যায়। তবে দেহের উপরের অংশগুলো মোটামুটি সংস্পর্শবিহীন থাকে বিধায় চলন্ত গাড়ী হঠাৎ ব্রেক কষলে দিয়াজ সাহেব সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে এবং সামনের সিটের সাথে ধাক্কা খান।

উদ্দীপক অনুযায়ী,

$$\text{বাসের ভর, } m = 1200 \text{ কেজি}$$

$$\text{বাসের ত্বরণ, } a = 18 \text{ মিটার/সে}^2$$

$$\text{বাসটির ওপরে প্রযুক্ত বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= 1200 \times 18$$

$$= 21,600 \text{ নিউটন}$$

অতএব, গাড়িটির উপর প্রযুক্ত বলের মান  $21,600$  নিউটন।

উদ্দীপকে চালক ঘর্ষণ সুবিধা পাবার জন্য গাড়ির টায়ার বদলে নিলো। দুটি বস্তু যখন পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে একে অপরের ওপর চলতে চেষ্টা করে তখন এদের স্পর্শতলে তাদের গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার সৃষ্টি হয়, এটাই ঘর্ষণ বল।

আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ অত্যন্ত প্রয়োজনীয় ভূমিকা রাখে। ঘর্ষণ না থাকলে আমরা হাঁটতে পারতাম না, পিছলে পড়ে যেতাম। কাঠে পেরেক বা স্ক্রু আটকে থাকতো না, দড়িতে কোনো গিরো দেওয়া সম্ভব হতো না। ঘর্ষণ আছে বলেই আমরা হাত দিয়ে খাতা, কলম, বইসহ যাবতীয় জিনিস ধরতে পারি। গাড়ি বা সাইকেলের টায়ার, ব্রেকের ঘর্ষণের এগুলো সময়মতো থামতে পারে। বাতাসের ঘর্ষণ আছে বলেই প্যারাসুট ব্যবহার করে কেউ বিমান থেকে নিরাপদে নামতে পারে।

আলোচনার প্রেক্ষিতে বলা যায় যে, আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ বিভিন্নভাবে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

প্রশ্ন ৩৪ একটি বস্তুর ভর  $50$  কেজি। এর ত্বরণ  $2$  মি/সে.<sup>২</sup>।

আল আমিন একাডেমী স্কুল এন্ড কলেজ, চাঁদপুর

- বল কাকে বলে? ১
- নিউটনের গতি বিষয়ক ৩য় সূত্রটি লিখ। ২
- উদ্দীপকে উল্লিখিত বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? ৩
- যদি বস্তুর ভর  $10$  কেজি কম হতো তবে বলের মান কী পরিবর্তন হতো-বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যা স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় অথবা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাই বল।



ক. নিউটনের গতিবিষয়ক ৩য় সূত্রটি হলো— 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।'

ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল সবসময়ই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে, কখনোই একই বস্তুর উপর ক্রিয়া করে না। প্রতিক্রিয়া বলটি ততক্ষণই থাকবে যতক্ষণ পর্যন্ত ক্রিয়া বলটি থাকবে। ক্রিয়া থেমে গেলে প্রতিক্রিয়াও থেমে যাবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুটির ভর,  $m = ৫০$  কেজি

বস্তুটির ত্বরণ,  $a = ২$  মি./সে.<sup>২</sup>

বের করতে হবে, বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = (৫০ \times ২) \text{ কেজি মি./সে.}^২$$

$$\therefore F = ১০০ \text{ নিউটন}$$

অর্থাৎ বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বলের মান হবে ১০০ নিউটন।

ঘ. উদ্দীপক হতে,

বস্তুটির ত্বরণ,  $a = ২$  মি./সে.<sup>২</sup>

এখন, বস্তুটির ভর ১০ কেজি কম হলে অর্থাৎ (৫০-১০) বা, ৪০ কেজি হলে পরিবর্তিত ভরের কারণে বলের মানেরও পরিবর্তন হতো। নিচে ব্যাপারটি বিশ্লেষণ করা হলো—

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = (৪০ \times ২) \text{ নিউটন}$$

$$\therefore F = ৮০ \text{ নিউটন}$$

'গ' হতে পাই, বস্তুর ভর ৫০ কেজি হলে, এর ওপর প্রযুক্ত বল হতো ১০০ নিউটন।

সুতরাং, ১০ কেজি ভরের পরিবর্তনে বলের মানের পরিবর্তন হতো = (১০০ - ৮০) বা ২০ নিউটন।

অতএব, উক্ত বস্তুর ভর ১০ কেজি কম হলে প্রযুক্ত বলের মান ২০ নিউটন কম হতো।

প্রশ্ন ৩৫ একটি বাস ঢাকা থেকে কক্সবাজার যাচ্ছিল। যাত্রীসহ বাসটির ভর ছিল ১৮০০ কেজি এবং বাসটির ত্বরণ ছিল ৫ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>। বাসটি কুমিল্লাতে হঠাৎ ব্রেক করায় সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লো। কিন্তু চট্টগ্রামে এক রেস্টুরেন্টে যাত্রাবিরতির পরে হঠাৎ গাড়িটি যাত্রা শুরু করলে যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়ে।

[দক্ষিণের আদর্শ সামাদ সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

- বল কী? ১
- এক নিউটন বল বলতে কী বুঝায়? ২
- গাড়িটির উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। ৩
- কুমিল্লার ঘটনা এবং চট্টগ্রামে এর বিপরীত ঘটনা ঘটানোর কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাই বল।

খ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (খ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (গ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৬ ১২০০ কেজি ভরের একটি বাস হঠাৎ চলতে শুরু করায় যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়ল, চলার পথে এক বৃন্দকে রাস্তা পার হতে দেখে ২০০ নিউটন বল প্রয়োগে গাড়িটি ব্রেক করতে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। [ডাঃ স্বপ্নাঙ্গীর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

- বল কী? ১
- 'ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব'— ব্যাখ্যা কর। ২
- বাসটির ত্বরণ কত? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৩
- যাত্রীদের সামনে এবং পেছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যা স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় অথবা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাই বল।

খ. আমাদের দৈনন্দিন জীবনের কাজকর্মে ঘর্ষণের গুরুত্ব অপরিসীম। আমরা ঘর্ষণ ছাড়া জীবন কল্পনা করতে পারি না। ঘর্ষণ না থাকলে আমরা হাঁটতে পারতাম না, জুতো পরতে পারতাম না, পানি খেতে পারতাম না। আবার ঘর্ষণের কারণে আমাদের অনেক অসুবিধাও পোহাতে হয়। যেমন, যন্ত্রপাতির ক্ষয়, সাইকেল, রিকশা বা গাড়ির টায়ার ক্ষয় ইত্যাদি। এ কারণেই ঘর্ষণকে প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলা হয়।

গ. এখানে দেওয়া আছে,  
বল,  $F = ২০০$  নিউটন  
ভর,  $m = ১২০০$  কেজি  
বের করতে হবে, ত্বরণ  $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{২০০ \text{ নিউটন}}{১২০০ \text{ কেজি}}$$

$$= ০.১৬৭ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর অনুরূপ।

প্রশ্ন ৩৭ ৩০ কেজি ভরের একটি বস্তুকে মেঝের উপর ঠেলে দেওয়া হলো। মেঝের ঘর্ষণ বল সৃষ্টি হওয়ায় বস্তুটি ১.৫ মি/সে.<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে এক সময় থেমে গেল। [ইম্পাছানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

- বল কী? ১
- অস্পর্শ বলতে কী বুঝায়? ২
- বস্তুর উপর প্রযুক্ত ঘর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- উপরোক্ত বলটি সীমিত করার প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যা স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় অথবা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাই বল।

খ. দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে। যেমন দুটি বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণমূলক মহাকর্ষ বল, দুটি আহিত বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণকারী তড়িৎ বল, দুটি চুম্বকের মেঝুর মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণমূলক বল অথবা একটি চুম্বক ও একটি চৌম্বক পদার্থের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বল হলো অস্পর্শ বলের উদাহরণ।

গ. আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= ৩০ \text{ কেজি} \times ১.৫ \text{ মি./সে.}^২$$

$$= ৪৫ \text{ নিউটন}$$

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m = ৩০$  কেজি

ত্বরণ,  $a = ১.৫$  মি./সে.<sup>২</sup>

ঘর্ষণ বল  $F = ?$

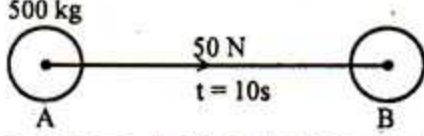
সুতরাং নির্ণয় ঘর্ষণ বল ৪৫ নিউটন।



১৫ উদ্দীপকে উল্লিখিত বলটি হলো ঘর্ষণ বল। ঘর্ষণ বল আমাদের দৈনন্দিন কাজে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করলেও এর কারণে প্রতিনিয়তই নানারকম ঝামেলাতে পড়তে হয়। নিম্নোক্ত কারণে ঘর্ষণ বল সীমিত করা প্রয়োজন :

- বিভিন্ন যন্ত্র চলার সময় এর গতিশীল অংশগুলোর মধ্যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করার ফলে ক্রমশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
- ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয় বলে যন্ত্র ক্ষতিগ্রস্ত হয়।
- ঘর্ষণের ফলে যান্ত্রিক দক্ষতা হ্রাস পায়।
- গাড়ি চালাতে বেশি জ্বালানি খরচ হয়।
- শক্তির অপচয় হয়, গতি হ্রাস পায়, সময়ের অপচয় হয়।

প্রশ্ন ৩৮



এখানে বস্তুটিকে 50N বল প্রয়োগ করার পর এক পর্যায়ে বস্তুটি B বিন্দুতে থেমে যায়।

[কম্বোজার সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. নিউক্লিয়ন কী? ১
- খ. বেগ ও ত্বরণের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
- গ. বস্তুটির ত্বরণ ও শেষ বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে বস্তুটিকে থামানো সম্ভব হতো না- উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরমাণুর নিউক্লিয়াসে অবস্থিত প্রোটন ও নিউট্রনই হলো একত্রে নিউক্লিয়ন।

খ. বেগ ও ত্বরণের মধ্যে পার্থক্য:

বেগ	ত্বরণ
i. একক সময়ে কোনো বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।	i. এক সময়ে কোনো বস্তুর বেগের হারকে ত্বরণ বলে।
ii. বেগের একক $ms^{-1}$ ।	ii. ত্বরণের একক $ms^{-2}$ ।

গ. উদ্দীপক হতে, বল,  $F = 50N$

সময়,  $t = 10s$

ভর,  $m = 500 kg$

বেগ,  $v = ?$

ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{50}{500}$$

$$= 0.1 ms^{-2}$$

আবার,

$$v = u + at = 0 + at$$

$$\text{বা, } v = at$$

$$= 0.1 \times 10 = 1ms^{-1}$$

অতএব বস্তুটির ত্বরণ  $0.1 ms^{-2}$  ও শেষবেগ  $1 ms^{-1}$

ঘ. নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়, আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

এখন ঘর্ষণ বল সব সময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যে কোনো গতিশীল বস্তুকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। তাই ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে বস্তুটিকে থামানো সম্ভব হতো না— উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন ৩৯ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :

$$150 N \rightarrow 70 Kg$$

[বাম্পরবান সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. ভূমিকম্প কী? ১
- খ. ডিজিটাল সংকেত বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের আলোকে ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. যদি ঘর্ষণজনিত বল 17N হয় তবে ত্বরণের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ভূ-অভ্যন্তরে হঠাৎ সৃষ্ট কোনো কম্পন ভূ-ত্বকে আকস্মিক যে আন্দোলন সৃষ্টি করে তাই ভূমিকম্প।

খ. ডিজিটাল কথাটি এসেছে ডিজিট বা সংখ্যা কথাটি থেকে। ডিজিটাল সংকেত বলতে বোঝায় সেই যোগাযোগ সংকেতকে, যাদের প্রত্যেককে পৃথকভাবে চেনা যায়। এ ব্যবস্থায় বাইনারি কোড অর্থাৎ ০ ও ১ এর সাহায্য নিয়ে যে কোনো তথ্য, সংখ্যা, অক্ষর, বিশেষ সংকেত ইত্যাদি বোঝানো এবং প্রেরিত হয়। এ কারণে ডিজিটাল সংকেত দ্বারা প্রত্যেক সংকেতকে স্বতন্ত্রভাবে চেনা যায়।

গ. উদ্দীপক অনুযায়ী,

প্রদত্ত বস্তুর ভর,  $m = 70kg$

প্রদত্ত বস্তুতে প্রযুক্ত বল,  $F = 150N$

সৃষ্ট ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের ২য় সূত্র অনুযায়ী আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{150N}{70kg}$$

$$\therefore a = 2.14ms^{-2}$$

সুতরাং সৃষ্ট ত্বরণের মান  $2.14ms^{-2}$

ঘ. উদ্দীপকের বস্তুটিতে কার্যকরি বল  $150N$  হলে ত্বরণ হয়  $2.14ms^{-2}$ । যদি ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে তবে কার্যকরি বলের পরিমাণ কমবে। কেননা, ঘর্ষণ বল স্পর্শতলে বস্তুর গতিকে বাধা প্রদান করে। এক্ষেত্রে উক্ত বস্তুর উপর কার্যকরি বল হবে  $(150N - 17N)$  বা  $133N$ ।

এখন, নিউটনের ২য় সূত্রানুযায়ী,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{133N}{70kg}$$

$$\therefore a = 1.9ms^{-2}$$

সুতরাং নতুন ত্বরণ হবে  $1.9ms^{-2}$  যা আগের থেকে  $(2.14 - 1.9)$  বা  $0.24 ms^{-2}$  কম।

প্রশ্ন ৪০ 500kg ভরের একটি গাড়ির উপর 1000N বল ক্রিয়া করে। গাড়িটি নিউটনের  $F = ma$  সূত্রটিকে অনুসরণ করে।

[সিনেট সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. বল কী? ১
- খ. রকেট কীভাবে চলে? ২
- গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কী ধরনের বল প্রয়োগ করলে গাড়িটিকে থামানো যাবে বলে ভূমি মনে কর? বর্ণনা কর। ৪



## ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যা স্থির বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় অথবা যা গতিশীল বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়, তাই বল।

খ. রকেট চালানো হয় নিউটনের তৃতীয় সূত্র তথা ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বলের উপর ভিত্তি করে। রকেটে জ্বালানি পুড়িয়ে প্রচুর গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। রকেট সেই গ্যাসের উপর বল প্রয়োগ করে। এ বল হচ্ছে ক্রিয়া। এ ক্রিয়ার ফলে গ্যাস প্রচণ্ড বেগে রকেটের পেছনে দিয়ে নির্গত হওয়ার সময় জ্বালানিও রকেটের উপর সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। ফলে রকেটটি উৎপন্ন গ্যাসের গতির বিপরীত দিকে এগিয়ে চলে।

গ. উদ্দীপক হতে,

গাড়িটির ভর,  $m = 500\text{kg}$

গাড়িটির উপর প্রযুক্ত বল,  $F = 1000\text{N}$

বেগ করতে হবে, গাড়িটির ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{1000}{500}$$

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

অর্থাৎ, গাড়িটির ত্বরণ হলো  $2\text{ms}^{-2}$ ।

ঘ. নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়, আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

এখন ঘর্ষণ বল সব সময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যে কোনো গতিশীল বস্তুকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। তাই ঘর্ষণ বল প্রয়োগ করে গাড়িটিকে থামানো যাবে বলে আমি মনে করি।

প্রশ্ন ৪১ একটি বস্তুর ভর  $70\text{kg}$ । বস্তুটির উপর  $5\text{ m/s}^2$  ত্বরণ সৃষ্টি করা হলো।

/ছাতক সিমেন্ট ফ্যাক্টরী উচ্চ বিদ্যালয়, সুনামগঞ্জ/

- ই-মেইল কী? ১
- অ্যানালগ সংকেতের অসুবিধাগুলো লিখ। ২
- বস্তুটির বল নির্ণয় কর। ৩
- ভর অপরিবর্তিত রেখে দ্বিগুণ ত্বরণ সৃষ্টি করা হলে বল কিরূপ হবে? এটি নিউটনের গতির কোন সূত্রকে সমর্থন করে? ব্যাখ্যা কর। ৪

## ৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ইলেকট্রনিক মেইল সংক্ষেপে ই-মেইল হলো ইন্টারনেটের মাধ্যমে বন্ধুবান্ধব, সহপাঠী, আত্মীয়-স্বজন বা সহকর্মীদের সাথে দ্রুত যোগাযোগের উপায়।

খ. অ্যানালগ সংকেতের অসুবিধাগুলো হলো দূরত্ব বেশি হলে অ্যানালগ সংকেতের ক্ষমতা ধীরে ধীরে কমতে কমতে একসময় হারিয়েও যেতে পারে। একে বাঁচিয়ে রাখতে পুনর্বিবর্ধন করতে হয়, কিন্তু এতে নয়েজ বেড়ে যায়। বেশি সংখ্যক কম্পিউটার নেটওয়ার্কের ক্ষেত্রে অ্যানালগ সংকেত ব্যবহারে করলে খরচ তুলনামূলক বেশি হয়। আবার অ্যানালগ সংকেতের ক্ষেত্রে ক্রস কানেকশন হতে পারে।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বস্তুটির ক্ষেত্রে,

ভর,  $m = 70\text{kg}$

ত্বরণ,  $a = 5\text{ms}^{-2}$

বল,  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$= 70\text{kg} \times 5\text{ms}^{-2}$$

$$= 350\text{kg ms}^{-2}$$

সুতরাং বস্তুটির বল  $350\text{N}$ ।

ঘ. উদ্দীপকের বস্তুটির ক্ষেত্রে,

ভর,  $m = 70\text{kg}$

ত্বরণ,  $a = 5\text{ms}^{-2}$

সুতরাং বল  $F = ma$

$$= 70\text{kg} \times 5\text{ms}^{-2}$$

$$= 350\text{N}$$

ত্বরণ দ্বিগুণ  $2a$  করলে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল হবে  $= m \times 2a$

$$= 70\text{kg} \times (2 \times 5)\text{ms}^{-2}$$

$$= 700\text{N}$$

যা ত্বরণ দ্বিগুণ করার পূর্বে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বলের দ্বিগুণ।

অর্থাৎ বস্তুটির ভর অপরিবর্তিত রেখে ত্বরণ দ্বিগুণ করলে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বলও দ্বিগুণ হয়ে যায়। এটি নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রকে সমর্থন করে। নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

বস্তুর ভরবেগ = ভর  $\times$  বেগ। ভরবেগের পরিবর্তনের হার = ভর  $\times$  বেগের পরিবর্তনের হার = ভর  $\times$  ত্বরণ। কারণ বেগের পরিবর্তনের হারই ত্বরণ।

নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রমতে বস্তুর ভর ও ত্বরণের গুণফল দ্বারা বল পরিমাপ করা যায়। অর্থাৎ বল ( $F$ ) = ভর ( $m$ )  $\times$  ত্বরণ ( $a$ )

যেহেতু এখানে ভর ধ্রুব রাশি, সেহেতু  $F \propto a$  অর্থাৎ বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল এর ত্বরণের সমানুপাতিক। ত্বরণ দ্বিগুণ হলে বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বলও দ্বিগুণ হবে।

প্রশ্ন ৪২ সাতার সাহেব তার নতুন তিনতলা বাড়ির ছাদে  $৬০$  কেজি ভরের একটি পানির ট্যাংক উঠালেন। ট্যাংকটি ছাদে উঠাতে অভিকর্ষজ ত্বরণের বিরুদ্ধে অনেক বল প্রয়োগ করতে হয়েছে। তিনি ভাবলেন, যদি চাকা লাগানো কোনো বস্তুর উপর ট্যাংকটি বসিয়ে ঠেলে নেওয়া যেত তাহলে এত বল প্রয়োগ করতে হতো না। কাজটা অনেক সহজ হতো।

/মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা বোর্ড, যশোর/

- অস্পর্শ বল কাকে বলে? ১
- চলন্ত গাড়ি হঠাৎ দিক পরিবর্তন করলে আরোহীদের মধ্যে কী পরিবর্তন ঘটবে? ব্যাখ্যা কর। ২
- সাতার সাহেব  $৫$ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> ত্বরণে পানির ট্যাংকটি উপরে তুলতে কত বল প্রয়োগ করলেন? ৩
- সাতার সাহেবের ভাবনাটি কতটা গ্রহণযোগ্য বলে তুমি মনে কর? উপযুক্ত যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

## ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়া যে বল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে।

খ. চলন্ত গাড়ি হঠাৎ দিক পরিবর্তন করলে মনে হবে আরোহীদের কেউ একপাশে ধাক্কা দিচ্ছে। এর কারণ বাস বা গাড়ির গতির দিকে আরোহীও গতিশীল থাকে। গাড়ি হঠাৎ দিক পরিবর্তন করলেও জড়তার কারণে আরোহীদের মূল দিক বজায় রাখতে চাওয়ার ফলে এক পাশে সরে যাবে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

পানির ট্যাংকের ভর,  $m = ৬০$  কেজি

ত্বরণ,  $a = ৫$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = ৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>

বল,  $F = ?$



আমরা জানি,

$$F = m(g + a)$$
$$= 60(9.8 + 5) \text{ নিউটন} = 60 \times 14.8 \text{ নিউটন}$$
$$= 888 \text{ নিউটন}$$

সুতরাং, সাতার সাহেব পানির ট্রাঙ্কটি উপরে তুলতে ৮৮৮ নিউটন বল প্রয়োগ করলেন।

যদি সাতার সাহেব তার ট্রাঙ্কটিকে ছাদে উঠাতে চাকা লাগানো কোনো বস্তু ব্যবহার করার পরিকল্পনা করেন।

কিন্তু বাসাবাড়িতে সাধারণত সিঁড়ি ধাপ অনুসারে থাকে, সমতল থাকে না। সেক্ষেত্রে সাতার সাহেব ট্রাঙ্কটিতে চাকা লাগালে বিশেষ কোনো সুবিধা পাবেন না। কেননা ঝাঁজকাটা সিঁড়িতে চাকা চলতে পারবে না। যদি সিঁড়ির জায়গায় সমতল পাটাতন রাখা হয় তাহলে ঘর্ষণ বলকে কাজে লাগিয়ে সাতার সাহেব সহজেই চাকা লাগানো কোনো বস্তুকে নিচ থেকে উপরে উঠাতে পারতেন। কারণ, যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশগুলোর মাঝে বল বিয়ারিং বা চাকা লাগালে ঘর্ষণ বল কমে এবং গতি সহজ হয়। এক্ষেত্রে তিনি সুবিধা পেতেন এবং তার কষ্টও কম হতো।

সুতরাং বলা যায়, যেহেতু সাতার সাহেব তার তিনতলা বাড়িতে সিঁড়ি দিয়ে ট্রাঙ্কটি উঠাতেন সেক্ষেত্রে তার ভাবনাটি মোটেও গ্রহণযোগ্য নয়।

**প্রঃ ৪৩** 500 kg ভরের একটি বাস হঠাৎ চলতে শুরু করায় যাত্রীরা পিছনের দিকে হেলে পড়ল। চলার পথে একটি স্টপেজে 220N বল প্রয়োগ করে ড্রাইভার গাড়িটি ব্রেক করল। ফলে যাত্রীরা সামনে দিকে ঝুঁকে পড়ল।

(বরিশাল সরকারি বাদিকা উচ্চ বিদ্যালয়)

- জড়তা কী? ১
- নিউটনের গতি বিষয়ক ২য় ও ৩য় সূত্রটি লেখো। ২
- বাসটি কত ত্বরণে চলছিল? ৩
- যাত্রীদের সামনে ও পিছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

খ. নিউটনের গতি বিষয়ক ২য় সূত্রটি হলো—

‘বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক’।

নিউটনের গতিবিষয়ক ৩য় সূত্রটি হলো—

‘প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে’।

গ. দেওয়া আছে,

বাসটির ভর,  $m = 500 \text{ kg}$

বল,  $F = 220 \text{ N}$

ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{220 \text{ N}}{500 \text{ kg}}$$
$$= 0.44 \text{ ms}^{-2}$$

∴ বাসটি  $0.44 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে চলছিল।

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রঃ ৪৪** 50 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 200 নিউটন বল ক্রিয়া করায় বস্তুটি ত্বরণ প্রাপ্ত হলো এবং এটি দেওয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসল।

(বরগুনা জিলা স্কুল)

- জড়তা কী? ১
- 10N বল বলতে কী বুঝায়? ২
- বস্তুটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- উদ্দীপকের ২য় ঘটনাটি নিউটনের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

খ. 10N বল বলতে বোঝায় উক্ত বল 1kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এটি  $10 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে অথবা 10kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এটি  $1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে।

গ. উদ্দীপক অনুযায়ী,

বস্তুটির ভর,  $m = 50 \text{ kg}$

বল,  $F = 200 \text{ N}$

ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{200}{50} = 4 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, বস্তুটির ত্বরণ  $4 \text{ ms}^{-2}$ ।

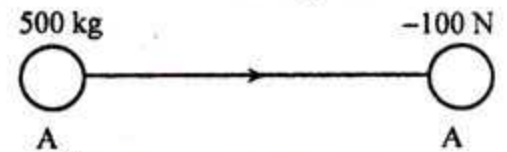
ঘ. উদ্দীপকের ২য় ঘটনাটি হলো একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগে বস্তুটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে আবার ফিরে আসে। এটি নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে, প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। এই ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল সবসময়ই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এবং এ বলদ্বয় বস্তুগুলোর স্থিতিবস্থা বা গতিশীল অবস্থায় বা সাম্যাবস্থায় থাকা বা একে অপরের সংস্পর্শে থাকা বা না থাকার উপর নির্ভরশীল নয়, সর্বত্রই বর্তমান থাকে।

উদ্দীপকের বস্তুটির উপর বল প্রয়োগে তা ত্বরণপ্রাপ্ত হয়। পরে এটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসে। এ ঘটনায় বস্তুটির গতির দিক পরিবর্তিত হয়। এক্ষেত্রে দেখা যায়, দেয়ালটি বস্তুটির উপর এর গতির বিপরীত দিকে বল প্রয়োগ করে। এটি হলো প্রতিক্রিয়া বল। কিন্তু বস্তুটি দেয়ালের উপর যে বল প্রয়োগ করে তা হলো ক্রিয়া বল। অর্থাৎ দেয়ালটির প্রতিক্রিয়া বল বস্তুটির প্রযুক্ত ক্রিয়া বলের সমান ও বিপরীতমুখী যা বস্তুটিতে বিপরীত দিকে ত্বরণ সৃষ্টি করে। ফলে বস্তুটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসে।

সুতরাং নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের প্রভাবে উক্ত বস্তুটির উপর বল প্রয়োগের ফলে ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং দেয়ালে সমপরিমাণ বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বলের ধাক্কা ফিরে আসে।

**প্রঃ ৪৫** নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



‘A’ বস্তুটিকে 100 নিউটন বল প্রয়োগ করার পরেও ‘B’ তে এসে থেমে যায়।

(রাঙ্গশাখী ক্যান্টনমেন্ট বোর্ড স্কুল এন্ড কলেজ)

- মাধ্যাকর্ষণ বল কী? ১
- শক্তিশালী নিউক্লিয় বল কী? ব্যাখ্যা কর। ২
- ‘A’ বস্তুটির ত্বরণের মান বের কর। ৩
- ‘A’ বস্তুটি ‘B’ বিন্দুতে যেয়ে থেমে থেমে যাওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এ মহাবিশ্বের সকল বস্তু এদের ভরের দ্বারা পরস্পরের ওপর যে বল প্রয়োগ করে একে অপরকে নিজের দিকে টানে তাকে মাধ্যাকর্ষণ বল বলে।

খ. সকল পদার্থ পরমাণু দিয়ে গঠিত। পরমাণুর কেন্দ্রে থাকে নিউক্লিয়াস এবং একে কেন্দ্র করে ঘুরে ইলেকট্রন, নিউক্লিয়াসে থাকে প্রোটন ও নিউট্রন। এদেরকে বলা হয় নিউক্লিয়ন। যে শক্তিশালী আকর্ষণ বল নিউক্লিয়নগুলোর মধ্যে কাজ করে এবং নিউক্লিয়াসকে আটকে বা



ধরে রাখে তাকে শক্তিশালী নিউক্লিয় বল বলে। এই বলের পাল্লা অতি ক্ষুদ্র, যা নিউক্লিয়াসের বাইরে কাজ করে না। তবে এই বল তাড়িত চৌম্বক বলের চেয়ে ১০০ গুণ শক্তিশালী এবং আকর্ষণধর্মী।

গ) উদ্দীপক অনুযায়ী,

A বস্তুটির ভর,  $m = 500 \text{ kg}$

প্রযুক্ত বলের মান,  $F = 100 \text{ N}$

∴ নির্ণয় ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি, নিউটনের বলের ২য় সূত্রানুযায়ী—

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{100 \text{ N}}{500 \text{ kg}} = 0.2 \text{ ms}^{-2}$$

সুতরাং A বস্তুটির ওপর বল প্রয়োগে সৃষ্ট ত্বরণ  $0.2 \text{ ms}^{-2}$ ।

ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী A বস্তুটির ওপর  $100 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করে এর অবস্থানের পরিবর্তন করা হয়। এক্ষেত্রে বস্তুটি কিছুদূর যাবার পর B বিন্দুতে থামার কারণ হলো এর ওপর বিপরীতমুখী  $-100 \text{ N}$  বল প্রয়োগ।

নিউটনের ৩য় সূত্রানুযায়ী প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া রয়েছে। কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করলে তার অবস্থার পরিবর্তন হয়। এক্ষেত্রে স্থির বস্তু গতিশীল হয় এবং গতিশীল বস্তুর গতির পরিবর্তন হয়।

এক্ষেত্রে গতিশীল বস্তুকে থামাতে যে বলে তাকে গতিশীল করা হয়েছে ঠিক ততটুকুই বিপরীত বল প্রয়োগ করতে হবে। উদ্দীপকের A বস্তুটিকে  $100 \text{ N}$  বল প্রয়োগের মাধ্যমে বস্তুটিকে গতিশীল করা হয়েছিলো। এ কারণে বস্তুটির ওপর  $-100 \text{ N}$  বল প্রয়োগ করায় বলের নিউটনের গতির ৩য় সূত্রের অনুযায়ী বস্তুটি B স্থানে গিয়ে থেমে যায়।

প্রশ্ন ৪৬ বল  $F = 1000 \text{ N}$

$$\text{ভর } m = 1000 \text{ Kg}$$

(যাজী অশ্রোক আলী হাই স্কুল, ঢাকা)

- ক. জড়তা কী? ১
- খ. বল প্রয়োগে স্থির বস্তুর কোন জড়তার পরিবর্তন হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের বস্তুতে কত ত্বরণ তৈরি হবে? ৩
- ঘ. ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে চলন্ত গাড়ি থামানো সম্ভব নয়- উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

খ) বল প্রয়োগে স্থির বস্তুর স্থির জড়তার পরিবর্তন হয়। কারণ কোনো স্থির বস্তুকে বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি গতিশীল হয়। এ অবস্থায় স্থির জড়তার পরিবর্তন হয়ে গতি জড়তায় প্রাপ্ত হয়।

গ) দেওয়া আছে,

ভর,  $m = 1000 \text{ kg}$

বল,  $F = 1000 \text{ N}$

∴ ত্বরণ,  $a = ?$

নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র থেকে পাই,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{1000 \text{ N}}{1000 \text{ kg}}$$

$$= 1 \text{ ms}^{-2}$$

∴ উদ্দীপকের বস্তুতে  $1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণ তৈরি হবে।

খ) নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়। আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল গাড়ি চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

ঘর্ষণ বল সবসময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যেকোনো গতিশীল গাড়িকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেওয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। তাই ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে চলন্ত গাড়িকে থামানো সম্ভব হয় না।

প্রশ্ন ৪৭ ঘটনা এক : রাজু ৩০ কেজি ভরের একটি বস্তুকে ১২০ মিটার উপরে নিয়ে গেল।

ঘটনা দুই : অনিক গাড়ি চালানোর সময় হঠাৎ ব্রেক ধরায় সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লো।

(মোহাম্মদপুর সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা)

- ক. মাধ্যাকর্ষণ বল কী? ১
- খ. শক্তিশালী নিউক্লিয় বল কী? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. ১ম ঘটনাতে বস্তুটির উপর প্রযুক্ত ত্বরণ ৩ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> হলে প্রযুক্ত বলের মান গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. ঘটনা-২ নিউটনের সূত্রকে সমর্থন করে— মূল্যায়ন কর। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) এ মহাবিশ্বের সকল বস্তু পরস্পরের ওপর যে বল প্রয়োগ করে একে অপরকে নিজের দিকে টানে তাকে মাধ্যাকর্ষণ বল বলে।

খ) সকল পদার্থ পরমাণু দিয়ে গঠিত। পরমাণুর কেন্দ্রে থাকে নিউক্লিয়াস এবং একে কেন্দ্র করে ঘুরে ইলেকট্রন, নিউক্লিয়াসে থাকে প্রোটন ও নিউট্রন। এদেরকে বলা হয় নিউক্লিয়ন। যে শক্তিশালী আকর্ষণ বল নিউক্লিয়নগুলোর মধ্যে কাজ করে এবং নিউক্লিয়াসকে আটকে বা ধরে রাখে তাকে শক্তিশালী নিউক্লিয় বল বলে। এই বলের পাল্লা অতি ক্ষুদ্র, নিউক্লিয়াসের বাইরে কাজ করে না। তবে এই বল তাড়িত চৌম্বক বলের চেয়ে ১০০ গুণ শক্তিশালী। এই বল আকর্ষণধর্মী।

গ) উদ্দীপকের ১ম ঘটনায়, দেওয়া আছে,

রাজুর ভর,  $m = ৩০ \text{ কেজি}$

প্রযুক্ত ত্বরণ,  $a = ৩ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = ৯.৮ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$

প্রযুক্ত মোট বল,  $F = ?$

∴ বস্তুকে ১২০ মিটার উপরে নিয়ে গেলে উর্ধ্বমুখী বল =  $mg$

$$= ৩০ \times ৯.৮$$

$$= ২৯৪ \text{ নিউটন}$$

∴ প্রযুক্ত মোট বল,  $F = (ma + ২৯৪) \text{ নিউটন}$

$$= (৩০ \times ৩ + ২৯৪) \text{ নিউটন}$$

$$= (৯০ + ২৯৪) \text{ নিউটন}$$

$$= ৩৮৪ \text{ নিউটন}$$

সুতরাং রাজুকে বস্তুটি ১২০ মিটার উপরে নিতে হলে ৩৮৪ নিউটন বল প্রয়োগ করতে হয়।

ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ঘটনা-২ নিউটনের গতিবিষয়ক ১ম সূত্রকে সমর্থন করে। নিচে এর মূল্যায়ন করা হলো— বস্তু তার গতির যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাকে জড়তা বলে।



স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়। গতিশীল গাড়ী চালানোর সময় অনিকের শরীরের নিচের অংশ গাড়ীর সাথে থেমে যায়। কিন্তু উপরের অংশ তখন গতিশীল থাকার কারণে অনিক সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে। অর্থাৎ গতি জড়তার কারণে গাড়ী চালানোর সময় অনিক হঠাৎ ব্রেক ধরায় সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

**প্রশ্ন ▶ ৪৮** ৩৪ কেজি ভরের একটি বস্তুর উপর ৩০৬ নিউটন বল ক্রিয়া করায় বস্তুটি ত্বরণ প্রাপ্ত হলো এবং একটি দেয়ালে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসলো।

[গাইবান্ধা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- নিউটনের গতি বিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি লেখো। ১
- অভিকর্ষ বলকে মহাকর্ষ বল বলা হয় কেন? ২
- বস্তুটির ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের ২য় ঘটনাটি নিউটনের কোন সূত্রকে সমর্থন করে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ করো। ৪

**৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** নিউটনের গতি বিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি হলো— 'প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে'।

**খ** মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে। কিন্তু পৃথিবী ও এর উপরস্থ কোনো বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে। যেহেতু পৃথিবী ও ঐ বস্তু এই মহাবিশ্বেরই দুটি বস্তু তাই অভিকর্ষ বলকে মহাকর্ষ বল বলা হয়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

বস্তুটির ভর,  $m = ৩৪$  কেজি  
বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বল,  $F = ৩০৬$  নিউটন  
বস্তুটির ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{৩০৬}{৩৪}$$

$$\therefore a = ৯ \text{ মি./সে.}^২$$

অর্থাৎ, বস্তুটির উপর প্রযুক্ত ত্বরণ হবে ৯ মি./সে.<sup>২</sup>

**ঘ** উদ্দীপকের ২য় ঘটনাটি নিউটনের ৩য় সূত্রকে সমর্থন করে।

নিউটনের ৩য় সূত্রে বলা আছে প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া রয়েছে।

উদ্দীপকের (গ) নং প্রশ্ন হতে দেখা যায় বস্তুটির বল প্রয়োগের ফলে ৯ মি./সে.<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ বস্তুটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় এবং দেওয়ালে আঘাত করে। বস্তুটির যে বলে দেওয়ালে আঘাত করে সেটি ক্রিয়া। আবার দেওয়াল বস্তুটির ওপর বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। ফলে বস্তুটি পিছনের দিকে ফিরে আসে। এই বিপরীতমুখী বলটিই হলো প্রতিক্রিয়া।

উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে দেখা যায়, বস্তুটি ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বলের কারণে দেওয়ালে ধাক্কা খেয়ে পেছনের দিকে ফিরে আসে। যা নিউটনের ৩য় সূত্রকে সমর্থন করে।

**প্রশ্ন ▶ ৪৯** ৩০ কেজি ভরের একটি বস্তুকে মেঝের ওপর ঠেলে দেওয়া হলো। মেঝের সাথে ঘর্ষণ বল সৃষ্টি হওয়ায় বস্তুটি ১.৫ মি./সে.<sup>২</sup> ত্বরণ সৃষ্টি করে এক সময় থেমে গেল।

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

- স্পর্শ বল কাকে বলে? ১
- নিকেলকে চৌম্বক পদার্থ বলা হয় কেন? ২
- বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বলে মান নির্ণয় কর। ৩
- উপরিউক্তি বলটি সীমিত করার প্রয়োজনীয়তা আলোচনা কর। ৪

**ক** যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাই স্পর্শ বল।

**খ** চুম্বক সে সকল পদার্থকে আকর্ষণ করে সেসকল পদার্থকে চৌম্বক পদার্থ বলা হয়। অন্যান্য চৌম্বক পদার্থের মতো নিকেলকেও চুম্বক আকর্ষণ করে বলে নিকেলকে চৌম্বক পদার্থ বলা হয়।

**গ** আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= ৩০ \text{ কেজি} \times ১.৫ \text{ মি./সে.}^২$$

$$= ৪৫ \text{ নিউটন}$$

উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,  
বস্তুর ভর,  $m = ৩০$  কেজি  
ত্বরণ,  $a = ১.৫$  মি./সে.<sup>২</sup>  
বল,  $F = ?$

অতএব, বস্তুটির ওপর প্রযুক্ত ঘর্ষণ বলের মান ৪৫ নিউটন।

**ঘ** উদ্দীপকে উল্লিখিত বলটি হলো ঘর্ষণ বল। বিভিন্ন প্রয়োজনে ঘর্ষণকে সীমিত করার দরকার হয়। কোনো তলকে খুব মসৃণ করে ঘর্ষণকে কমানো যেতে পারে। অনেক স্কুলে বা পার্কে শিশুদের খেলার জন্য স্লাইড থাকে। এটাকে খুব মসৃণ করে তৈরি করা হয়, যাতে শিশুরা সহজে পিছলে নামতে পারে। তেল বা গ্রিজ তলগুলোকে মসৃণ করে এবং ঘর্ষণকে কমিয়ে দেয়। এ কারণে যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশগুলো তেল বা গ্রিজ দ্বারা আবৃত থাকে যা ঘর্ষণকে কমায় এবং যন্ত্রপাটিকে ক্ষয়ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করে। তেল এবং গ্রিজের মতো পদার্থ যা ঘর্ষণ কমানোর জন্য ব্যবহৃত হয়। ঘর্ষণ কমানোর আর একটি উপায় হচ্ছে কোনো তলের উপর দিয়ে একটি বস্তুকে পিছলিয়ে নেওয়ার চেয়ে গড়িয়ে নেওয়া।

উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায়, আমাদের প্রাত্যহিক জীবনের বিভিন্ন প্রয়োজনে ঘর্ষণ বলটি সীমিত করা অতীব জরুরি।

**প্রশ্ন ▶ ৫০** আরিফ সাহেব মটর সাইকেল নিয়ে তার অফিসের যাওয়ার উদ্দেশ্যে বের হলো। তার মোটরসাইকেলটি স্থির অবস্থা থেকে ১০ সেকেন্ডে ২০ মিটার/সেকেন্ড বেগ প্রাপ্ত হয়। পথিমধ্যে সে একটি একটি বৃন্দ লোককে রাস্তা পার হতে দেখে ব্রেক চাপলে তার মোটর সাইকেলটির গতি হ্রাস পায়।

[ব্রাদার আন্ড্রে উচ্চ বিদ্যালয়, নোয়াখালী]

- মহাকর্ষ বল কাকে বলে? ১
- স্থিতি ও গতির দুইটি পার্থক্য লেখ। ২
- মোটর সাইকেলটির ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩
- ব্রেক চাপার ফলে মোটর সাইকেলটির গতি হ্রাস হলো কেন? ৪

**৫০ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** এ মহাবিশ্বের সকল বস্তু এদের ভরের দরুন পরস্পরের ওপর যে বল প্রয়োগ করে একে অপরকে নিজের দিকে টানে তাকে মাধ্যাকর্ষণ বল বলে।

**খ** সৃজনশীল প্রশ্ন ১০ (খ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

**গ** দেয়া আছে,

সময়,  $t = ১০$  সেকেন্ড

আদিবেগ,  $u = ০$  মিটার/সেকেন্ড

বেগ,  $v = ২০$  মিটার/সেকেন্ড

বের করতে হবে, ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } a = \frac{২০ - ০}{১০}$$

$$\therefore a = ২ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

অতএব, মোটর সাইকেলটির ত্বরণ ২ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>।



ক. ব্রেক চাপার ফলে মোটর সাইকেলটির গতি ঘর্ষণ বলের দরুণ হ্রাস পেলো। নিচে এর কারণ ব্যাখ্যা করা হলো—

নিউটনের প্রথম সূত্র হতে আমরা জানি, বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলতে থাকবে।

ফলে প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সে অবস্থায় থাকতে চায়, অর্থাৎ স্থির থাকলে সর্বদা স্থিরই থাকতে চায়, আবার গতিশীল থাকলে সর্বদা গতিশীল থাকতে চায়। পদার্থের এ ধর্মকে জড়তা বলে। গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।

এখন ঘর্ষণ বল সব সময় গতির বিপরীতে কাজ করে। ফলে যে কোনো গতিশীল বস্তুকে থামাতে হলে গতির বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। ঘর্ষণ বল না থাকলে ইঞ্জিন বন্ধ করে দেয়ার পরও গাড়িটি সর্বদা গতিশীল থাকতো। ব্রেক প্রয়োগে গাড়িকে থামাতে হলেও ঘর্ষণ বল দরকার। তাই ঘর্ষণ বল ক্রিয়া না করলে বস্তুটিকে থামানো সম্ভব হতো না। অর্থাৎ ঘর্ষণ বলের জন্যই মোটর সাইকেলটির গতি হ্রাস হলো।

**প্রশ্ন ৫১** 400 kg ভরের একটি বাস 100N বল প্রয়োগ করায় গাড়িটি থেকে এগুলো। থেমে থাকা বাস চলতে শুরু করলে যাত্রীরা পেছনে হেলে পড়ে আবার চলন্ত বাসে হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

(সেন্ট আলফ্রেডস হাই স্কুল, বাকেরগঞ্জ, বরিশাল)

- নিউটনের গতি বিষয়ক ৩য় সূত্রটি লেখ। ১
- স্থিতি ও গতির দুইটি পার্থক্য লেখ। ২
- যাত্রীদের সামনে ঝুঁকে পড়া ও পিছনে হেলে পড়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩
- গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৪

#### ৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্রটি হলো— ‘প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে’।

খ. সৃজনশীল প্রশ্ন ১০ (খ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

বাসের ভর,  $m = 400 \text{ kg}$

বাসের উপর প্রযুক্ত বল,  $F = 100 \text{ N}$

বের করতে হবে, বাসের ত্বরণ,  $a = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{100}{400}$$

$$\therefore a = 0.25 \text{ ms}^{-2}$$

অর্থাৎ, গাড়িটির ত্বরণ  $0.25 \text{ ms}^{-2}$ ।

**প্রশ্ন ৫২** কবির বাসে রাজশাহী থেকে ঢাকা যাচ্ছিল। বাসটির ভর ছিল 1800 Kg এবং এটি 8 মি./সে<sup>২</sup> ত্বরণে চলছিল। চলন্ত বাসটিতে হঠাৎ ড্রাইভার ব্রেক চাপলে কবিরসহ যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল। আবার, বাসটি যখন চলতে শুরু করল তখন তারা পিছনের দিকে হেলে পড়ল।

(দাশমনিরহাট সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়)

- স্পর্শ বল কাকে বলে? ১
- জড়তা বলতে কী বুঝায়? ২
- বাসটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- যাত্রীরা প্রথমে সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লেও পরবর্তীতে পিছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাকে স্পর্শ বল বলে।

খ. বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম, তাই জড়তা। স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা এবং গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলা হয়।

গ. ধরি, বাসটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান  $F$

এখানে, বাসের ভর,  $m = 1800 \text{ kg}$

ত্বরণ,  $a = 8 \text{ মি/সে}^2$

বল  $F = ?$

আমরা জানি,  $F = ma$

$$= 1800 \text{ kg} \times 8 \text{ মি/সে}^2$$

$$= 14400 \text{ নিউটন}$$

সুতরাং বাসটির ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান 14400 নিউটন।

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

**প্রশ্ন ৫৩** কাজি সাহেব বাসে কুমিল্লা থেকে ঢাকা যাচ্ছিল। বাসের ভর ছিল 1400kg এবং এটি 4 মিটার/সে<sup>২</sup> ত্বরণে চলছিল। হঠাৎ ড্রাইভার ব্রেক চাপলে কাজি সাহেবসহ যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ল। বাস যখন আবার চলতে লাগল তখন যাত্রীরা পিছনে ঝুঁকে পড়ল।

(হাটহাজারী পার্বতী মডেল সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম)

- স্পর্শ বল কাকে বলে? ১
- বল বলতে কী বুঝায়? ২
- বাসের ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- যাত্রীরা প্রথমে সামনে পরে পিছনে হেলে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে বল কেবল দুটি বস্তুর ভৌত সংস্পর্শে এসে পরস্পরের উপর ক্রিয়া করে তাকে স্পর্শ বল বলে।

খ. আমরা জানি যে, কোনো বস্তুই নিজে থেকে এর অবস্থান পরিবর্তন করতে চায় না। বস্তু স্থির থাকলে চিরকাল স্থির থাকতে চায়, গতিশীল থাকলে চিরকাল গতিশীল থাকতে চায়। বস্তুর অবস্থান পরিবর্তনের জন্য বাইরে থেকে কিছু একটা প্রয়োগ করতে হয়, যা বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করে তাকেই বল বলা হয়।

অর্থাৎ বল হলো সেই ভৌত রাশি যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা যা গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায়।

গ. সৃজনশীল প্রশ্ন ৫২ (গ) উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন ২৪ (ঘ) উত্তর দ্রষ্টব্য।