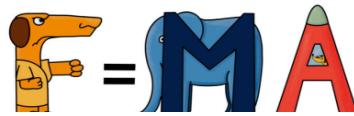
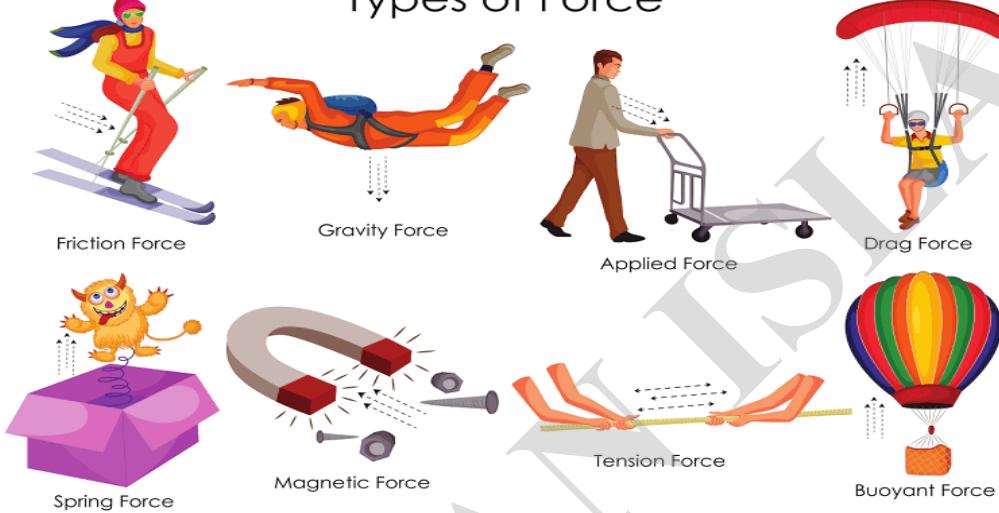


# Chapter 3

## বল (Force)



### Types of Force



#### ❖ জড়তা কি?

কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাকে জড়তা বলে। অর্থাৎ স্থির বস্তু চিরকাল স্থির এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল গতিশীল থাকার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাই জড়তা।

#### ❖ স্থিতি ও গতি জড়তা কাকে বলে?

#### ❖ বল কি? এর বৈশিষ্টগুলো লিখ।

যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা গতিশীল করতে চায় অথবা যা গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায় তাকে বল (Force) বলে।

Or, যার প্রয়োগের কারণে স্থির বস্তু গতিশীল হয়, আর গতিশীল বস্তুর বেগের পরিবর্তন হয় সেটাই হচ্ছে বল।

#### বলের বৈশিষ্ট্য:

- বলের দিক আছে
- বল জোড়ায় জোড়ায় ক্রিয়া করে
- কোনো বল একটি বস্তুতে ভ্রমণ সৃষ্টি করতে পারে
- বল কোনো বস্তুকে বিকৃত করতে পারে

❖ মৌলিক বল কাকে বলে? মৌলিক বল কত প্রকার ও কি কি?

যে সকল বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বরং অন্য বল এ সকল বল এর প্রকাশে ঘটে তাকে মৌলিক বল বলে।

মৌলিক বল 4 প্রকার-

i. মহাকর্ষ বল (Gravitational Force)

ii. তাড়িতচৌম্বক বল (Electromagnetic Force)

iii. সবল নিউক্লিয় বল (Strong Nuclear Force)

iv. দুর্বল নিউক্লিয় বল (Weak Nuclear Force)

- মহাকর্ষ বল: মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যে একধরনের আকর্ষণ বল ক্রিয়াশীল রয়েছে। এই আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।
- তাড়িতচৌম্বক বল: দুটি আছিত কণা তাদের আধানের কারণে একে অপরের ওপর যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল তাকে তাড়িতচৌম্বক বল বলে।
- সবল নিউক্লিয় বল: পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউক্লিয় উপাদানসমূহকে একত্রে আবদ্ধ রাখে যে শক্তিশালী বল তাকে সবল নিউক্লিয় বল বলে।
- দুর্বল নিউক্লিয় বল: যে স্বল্প পাইলার ও স্বল্পমানের বল নিউক্লিয়াসের মধ্যে মৌলিক কণাগুলোর মধ্যে ক্রিয়া করে অনেক নিউক্লিয়াসে অস্থিতিশীলতার উন্নত ঘটায় তাকে দুর্বল নিউক্লিয় বল বলে।

❖ স্পর্শ বল ও অস্পর্শ বল কাকে বলে?

স্পর্শ বল: যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন তাকে স্পর্শ বল বলে।

উদাহরণ: ঘর্ষণ বল, টান বল, সংঘর্ষের সময় সৃষ্ট বল।

অস্পর্শ বল: দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তকে অস্পর্শ বল বলে।

উদাহরণ: মহাকর্ষ বল, তাড়িতচৌম্বক বল।

❖ সাম্য বল ও অসাম্য বল কাকে কি?

সাম্য বল: কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লক্ষ শূন্য হয়; তখন এই বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

অসাম্য বল: কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লক্ষির মান ও দিক থাকে তখন ওই ধরনের বলকে অসাম্য বল বলে।

❖ নিউটনের গতিসূত্র:

1686 সালে "আইজ্যাক নিউটন" তাঁর অমর গ্রন্থ "Philosophiae Naturalis Principia Mathematica" তে তিনটি সূত্র প্রকাশ করেন। এই ৩ টি সূত্র "নিউটনের গতিসূত্র" নামে পরিচিত।

- প্রথম সূত্র: বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থির-ই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সূষ্ম দ্রুতিতে সরল পথে চলতে থাকে।
- দ্বিতীয় সূত্র: বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও

সেদিকে ঘটে।

- তৃতীয় সূত্র: প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

❖ 1 নিউটন কাকে বলে?

যে পরিমাণ বল  $1\text{kg}$  ভরের কোনো বস্তুর উপরে প্রযুক্ত হয়ে  $1\text{ms}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে  $1\text{N}$  বলে।

❖ গতির উপর বলের প্রভাব:

- প্রযুক্ত বল কোনো স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে পারে
- প্রযুক্ত বল গতিশীল বস্তুর বেগ বৃদ্ধি করতে পারে।
- বল প্রয়োগের ফলে গতিশীল বস্তুর বেগ হ্রাস পায়।
- প্রযুক্ত বল কোনো গতিশীল বলের বেগের তথা গতির দিক পরিবর্তন করতে পারে।
- বস্তুর আকারের ওপর বলের প্রভাব।

[কখনো কখনো বলের ক্রিয়ায় বস্তুর এই আকার পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী হয়। আবার কখনো বল প্রয়োগের ফলে স্থায়ীভাবে বস্তুর আকারের পরিবর্তন সংঘটিত হয়। উদাহরণ হিসেবে দুমড়ে মুচড়ে যাওয়া ধাতব ক্যান অথবা দুঁটনার পরে কোনো গাড়ির ক্ষেত্রে এ ধরণের পরিবর্তন ঘটে।]

❖ ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি বিবৃত কর।

একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।"

❖ বলের ঘাত কি?

❖ ঘাত বল কাকে বলে?

❖ নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র: মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণ। একে অপরকে নিজ দিকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষণ বলের মান বস্তু কণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের দুরত্বের বর্গের ব্যাস্তানুপাতিক এবং এ বল বস্তুকণাদ্বয়ের সংযোগ সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

❖ ঘর্ষণ এবং ঘর্ষণ বল কি? ঘর্ষণ কত প্রকার ও কি কি?

একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চললে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে, আর এই বাধাদানকারী বলকে ঘর্ষণ বলে।

Or, যে বল দ্বারা বস্তুর গতি বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে ঘর্ষণ বল (Friction) বলে।

/ঘর্ষণ বল সর্বদা গতির বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, ঘর্ষণ সবসময় গতিকে বাধা দেয়।/

ঘৰ্ষণকে চারভাগে ভাগ করা যায়। যথা:

- i. স্থিতি ঘৰ্ষণ (Static Friction)
- ii. গতি ঘৰ্ষণ (Sliding Friction)
- iii. আবর্ত ঘৰ্ষণ (Rolling Friction)
- iv. প্ৰবাহী ঘৰ্ষণ (Fluid Friction)

- **স্থিতি ঘৰ্ষণ:** দুটি তলের একটি অপারাটিৰ সাপেক্ষে গতিশীল না হলে এদের মধ্যে যে ঘৰ্ষণ সৃষ্টি হয় তা হলো স্থিতি ঘৰ্ষণ।
- **গতি ঘৰ্ষণ:** একটি বস্তুৰ সাপেক্ষে অন্য বস্তু যখন চলমান হয় তখন যে ঘৰ্ষণ বল সৃষ্টি হয় সেটি হচ্ছে গতি ঘৰ্ষণ।
- **আবৰ্ত ঘৰ্ষণ:-** যখন একটি বস্তু অপৰ একটি তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে চলে তখন গতিৰ বিৰুদ্ধে যে ঘৰ্ষণ ত্ৰিয়া কৰে তাকে আবৰ্ত ঘৰ্ষণ বলে।
- **প্ৰবাহী ঘৰ্ষণ:-** যখন কোনো বস্তু যে কোনো প্ৰবাহী পদাৰ্থ যেমন- তৱল বা বায়বীয় পদাৰ্থেৰ মধ্যে গতিশীল থাকে তখন যে ঘৰ্ষণ ত্ৰিয়া কৰে তাকে প্ৰবাহী ঘৰ্ষণ বলে।

❖ অভিকৰ্ষজ ত্বরণ কাকে বলে?

অভিকৰ্ষ বলেৰ প্ৰতাবে ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাৱে পড়ন্ত কোনো বস্তুৰ বেগ বৃদ্ধিৰ হাৰকে অভিকৰ্ষজ ত্বরণ বলে। একে  $g$  দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়।

অনুধাৰনমূলক প্ৰশ্ন:

❖ ভৱ হচ্ছে জড়তাৰ পৱিমাপক - ব্যাখ্যা কৰ।

কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে চিৰকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়াৰ যে প্ৰবণতা বা ধৰ্ম তাকে জড়তা বলে। কোনো বস্তুৰ জড়তা এৱে ভৱেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। যে বস্তুৰ ভৱ বেশি তাৰ জড়তা বেশি। আৱ যে বস্তুৰ ভৱ কম তাৰ জড়তাৰ কম।

দুটি ভিন্ন ভৱেৰ দুটি বস্তু নিয়ে বস্তুদ্বয়কে স্থিৰ অবস্থা থেকে গতিশীল কৰতে চিইলে ভাৱী বস্তুৰ ক্ষেত্ৰে বেশি বল দৱকাৰ হবে। একইভাৱে বস্তুদ্বয় যদি গতিশীল থাকে তবে তাদেৱকে থামানোৰ ক্ষেত্ৰে ভাৱী বস্তুৰ ক্ষেত্ৰে বেশি বল প্ৰয়োগ কৰতে হবে। অৰ্থাৎ ভৱই হচ্ছে এৱে জড়তাৰ পৱিমাপক।

❖ চলন্ত গাড়ি থেকে লাফ দিলে সামনেৰ দিকে দৌড় দিতে হয় কেন?

❖ চলন্ত গাড়ি থেকে লাফ দিলে সামনেৰ দিকে দৌড় দিতে হয়। আমৱা জানি, গতিশীল বস্তু চিৰকাল গতিশীল থাকতে চায় এবং স্থিৰ বস্তু চিৰকাল স্থিৰ থাকতে চায়। গতি জড়তাৰ জন্য চলন্ত গাড়ি থেকে লাফ দেওয়াৰ সময় আমাদেৱ মধ্যে গতি জড়তা কাজ কৰে। আমৱা যখন চলন্ত গাড়ি থেকে লাফ দিই তখন আমৱা সামনেৰ দিকে পড়ে গিয়ে আঘাত পেতে পাৰি। তাই চলন্ত গাড়ি থেকে লাফ দিলে সামনেৰ দিকে দৌড় দিতে হয়।

❖ বৈদ্যুতিক পাখা সুইচ বন্ধ কৰাৰ সাথে সাথে থেমে যায় না কেন?

কোনো বস্তু যদি স্থিৰ থাকে তবে সেটি স্থিৰই থাকতে চায়। আৱাৰ বস্তু গতিশীল থাকলে এটি গতিশীল থাকতে চায়। সুইচ অন থাকলে পাখা ঘূৰ্ণন গতিতে গতিশীল থাকে, যখন সুইচ বন্ধ কৰে দেওয়া হয় তখন জড়তাৰ কাৱণে পাখা তাৰ ঘূৰ্ণন গতি বজায় রাখতে চায়। তাই সুইচ বন্ধ কৰাৰ সঙ্গে সঙ্গে না থেমে বেশ কিছু সময় ধৰে ঘূৰতে থাকে।

❖ সাম্য ও অসাম্য বলের পার্থক্য লিখ।

### সাম্য বল

১। কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লক্ষি শূন্য হয় ; তখন বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

২। দুটি বল ক্রিয়া করলে একে অপরের সমান ও বিপরীত দিকে ক্রিয়া করবে।

৩। স্থির বস্তু স্থির থাকবে এবং চলন্ত বস্তু আগের বেগে একই ভাবে চলতে থাকবে।

৪। লক্ষি বল শূন্য।

৫। কোনো ত্বরণ থাকে না ।

### অসাম্য বল

১। কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লক্ষির মান ও দিক থাকে তখন এই ধরনের বলকে অসাম্য বল বলে।

২। দুটি বল ক্রিয়া করলে একে অপরের অসমান ও বল দুটি একই দিকে বা বিপরীত দিকে ক্রিয়া করবে।

৩। স্থির বস্তু বড় বলের দিকে চলা শুরু করবে এবং চলন্ত বস্তুর দ্রুতি ও দিক পরিবর্তন হবে।

৪। লক্ষি বল অশূন্য।

৫। বস্তুর ত্বরণ থাকে।

❖ দেখাও যে, বল একটি লক্ষ রাশি।

যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লক্ষ রাশি বলে।

আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}$$

$$= \text{ভর} \times \text{বেগ}/\text{সময়}$$

$$= \text{ভর} \times \text{সরণ}/(\text{সময়})^2$$

এখানে ভর, সরণ ও সময় প্রদত্ত মৌলিক রাশির মাধ্যমে বলকে প্রকাশ করা হয়েছে।

সুতরাং বল একটি লক্ষ রাশি।

❖ থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়ে কেন?

থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে স্থিতি জড়তার কারণে যাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়ে। বাস যখন স্থির থাকে তখন সম্পূর্ণ শরীর স্থির থাকে। কিন্তু বাস যখন হঠাৎ চলতে শুরু করে তখন শরীরের নিচের অংশ বাসের সাথে চলতে শুরু করে কিন্তু উপরের অংশ স্থিতি জড়তার কারণে তখনও স্থির থাকে। এ জন্য যাত্রীরা পেছনের দিকে হেলে পড়ে।

❖ একটি গতিশীল বাস হটাং ব্রেক করলে যাত্রী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে কেন?

❖ গাড়ি ব্রেক করার পরও একটু সামনে গিয়ে থামে কেন?

#### ❖ কাদাযুক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই কেন?

কাদাযুক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই কেন, কারণ রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয় তার জন্য আমরা চলতে পারি। কিন্তু রাস্তা কাদাযুক্ত হলে রাস্তার ও পায়ের মধ্যকার ঘর্ষণবল হ্রাস পায়। এর ফলে কাদাযুক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই।

#### ❖ কর্দমাক্ত মাটিতে গাড়ির চাকা ঘূরলেও সামনে অগ্রসর হতে পারে না কেন?

কর্দমাক্ত মাটিতে গাড়ির চাকা ঘূরলেও গাড়ি সামনে অগ্রসর হতে পারে না, কারণ কর্দমাক্ত মাটির ঘর্ষণ শক্তি খুব কম হওয়ার ফলে চাকার সাথে মাটির পর্যাপ্ত গ্রিপ বা ধাক্কা তৈরি হয় না। এতে চাকা মাটির উপর পিছলে যায় এবং ঘূর্ণন শক্তি সামনের দিকে ধাক্কায় ঝুঁপান্তরিত হতে পারে না। পাশাপাশি, নরম মাটি চাকার চাপ সহ্য করতে না পেরে সরে যায় বা চাকার চারপাশে আটকে যায়, যা গাড়ির চলাচলে বাধা সৃষ্টি করে।

#### ❖ গাড়ির টায়ার খাঁজ কাটা থাকে কেন?

গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মাঝে ঘর্ষণ থাকে বলে রাস্তার উপর দিয়ে গাড়ি যেতে পারে। যদি এই ঘর্ষণ না থাকত তাহলে গাড়ির চাকা পিছলে যেত এবং পাড়ি সামনে যেতে পারত না। এই ঘর্ষণ বাড়ানোর জন্য গাড়ির টায়ারে অনেক ধরনের খাঁজ কাটা হয়।

#### ❖ বালুর উপর দিয়ে হাঁটতে আমাদের কষ্ট হয় কেন?

#### ❖ প্যাচযুক্ত পানির কল স্বাবনযুক্ত ভেজা হতে খোলা কষ্টকর কেনো?

প্যাচযুক্ত পানির কল স্বাবনযুক্ত ভেজা হতে খোলা কঠিন হয়, কারণ স্বাবন এবং পানি হাতে একটি মসৃণ পৃষ্ঠা তৈরি করে, যা ঘর্ষণ শক্তি কমিয়ে দেয়। ঘর্ষণ শক্তি কম থাকায় হাত ও কলের মধ্যে পর্যাপ্ত গ্রিপ তৈরি হয় না, ফলে কল ঘোরানো কঠিন হয়ে যায়।

#### ❖ একটি কাঠের গুঁড়ি দড়ি দিয়ে টেনে নেওয়ার চেয়ে ঠেলা গাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া সহজ কেন?

কাঠের গুঁড়ি দড়ি দিয়ে টেনে নেওয়ার চেয়ে ঠেলা গাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া সহজ, কারণ এক্সেত্রে ঘর্ষণ হ্রাস পায়। ঠেলা গাড়ির চাকাগুলো আবর্ত বা রোলিং ঘর্ষণ তৈরি করে, যা মাটির সঙ্গে কাঠের গুঁড়ির সরাসরি ঘর্ষণের তুলনায় অনেক কম। ফলে কম বল প্রয়োগে গুঁড়ি স্থানান্তর করা যায়, শক্তি সাশ্রয় হয় এবং কাজটি সহজ হয়।

#### ❖ ঘর্ষণ বল কেনো উৎপন্ন হয়?

দুটি তলের অমসৃণতার দরুণ ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয়। একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের ওপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপন্ন হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে। আর এই বাধাদানকারী বলকে ঘর্ষণ বল বলে। দুটি তলের অনিয়মিত প্রকৃতির কারণে ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয়। যখন একটি বস্তু অন্য বস্তুর ওপর দিয়ে গতিশীল হয়, তখন উভয় বস্তুর স্পর্শতলের খাঁজগুলো একটির ভেতর আরেকটি চুকে যায়। যার ফলে ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয়।

#### ❖ 50N বল বলতে কি বুবো?

#### ❖ বোতলের ছিপিতে খাঁজ কাটা থাকে কেন?

#### ❖ মসৃণ রাস্তায় ব্রেক করলে গাড়ির চাকা পিছলিয়ে যায় কেন?

❖ ঘর্ষণ- একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব ব্যাখ্যা কর।

ঘর্ষণের অনেক অসুবিধা থাকা সত্ত্বেও ঘর্ষণ ছাড়া আমরা কোন কিছুই করতে পারিনা। ঘর্ষণ না থাকলে কোনো গতিশীল বস্তুর গতি শেষ না হয় বিরামহীন ভাবে চলতে থাকত। ঘর্ষণ আছে বলেই দেয়ালে পেরেক আটকানো সম্ভব হয়েছে। ঘর্ষণের ফলে শুধু যে শক্তি তাপে পরিণত হয় তাই নয়। এর ফলে ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশ অত্যধিক উত্তপ্তি হয়ে ওঠে। যার কারণে ইঞ্জিন নষ্ট হয়ে যেতে পারে। ঘর্ষণের ফলে জুতার সোল ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং ছিঁড়ে যায়। তাই আমাদের কাজকর্ম ও জীবনযাপন সহজ করার জন্য ঘর্ষণ যেমন প্রয়োজন, তেমনি অতিরিক্ত ঘর্ষণ অনেক ক্ষয়ক্ষতির কারণ। তাই প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ সৃষ্টির জন্য ঘর্ষণ কে নিয়ন্ত্রন করতে হবে, অর্থাৎ ঘর্ষণকে যেমন পুরোপুরি বাদ দেওয়া যায় না, তেমনি ভাবে ঘর্ষণ আমাদের অনেক উপকারে আসে, এজন্য ঘর্ষণ কে একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলে।

❖ বস্তুর ভর ক্ষৰ হলেও ওজন ক্ষৰ নয় কেন?

বস্তুর ভর ক্ষৰ হলেও ওজন ক্ষৰ নয় কারণ ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। বস্তুর ভর একটি ক্ষেত্রাল রাশি অর্থাৎ কোনো নির্দিষ্ট বস্তুর ভরের মান নির্দিষ্ট। কিন্তু ওজন ভেক্টর রাশি, এটি অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে যার দিক আছে। বস্তুর ওজন যদি  $W$  এবং ভর যদি  $m$  হয় তাহলে,  $W = mg$ । ওজন সবসময় পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে কাজ করে।

$g$  এর মান কখনোও ক্ষৰ নয়। পৃথিবীর বিভিন্ন জায়গায়  $g$  এর মান বিভিন্ন। তাই স্তুর ভর  $m$ , ক্ষৰ হলেও বস্তুর ওজন  $W$ , অভিকর্ষজ ত্বরণ এ এর মানের কারণে পরিবর্তিত হয়।

❖ বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয় কেনো?

আমরা জানি, কোনো বস্তুর ওজন পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। আর অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$  এর মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে দূরত্বের ওপর নির্ভরশীল তাই পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে  $g$  এর মান ভিন্ন ভিন্ন। বিশুবীয় অঞ্চল বরাবর পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সর্বাধিক বলে  $g$  এর মান সবচেয়ে কম। এ অঞ্চল থেকে যতই মেরু অঞ্চলের দিকে যাওয়া হবে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ তত কমতে থাকে এবং  $g$  এর মান বাড়ে। সুতরাং পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে  $g$  এর ভিন্নতার জন্য বস্তুর ওজনও ভিন্ন হয়।

❖ পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য হওয়ার কারণ কি?

বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। যেসব কারণে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন ঘটে সেসব কারণে বস্তুর ওজন পরিবর্তিত হয়। বস্তুর ওজন,  $W = mg$  আবার, আমরা জানি,  $g = GM / R^2$  এখানে  $R$  পৃথিবীর ব্যাসার্ধ অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$ -এর মান এর উপর নির্ভর করে। পৃথিবীর কেন্দ্রে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ ( $R = 0$ ) শূন্য বলে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$ -এর মান শূন্য হবে। তাই পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজনও শূন্য।

$$W = mg = m \times 0$$

$$= 0$$

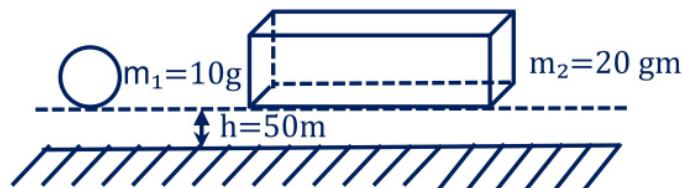
❖ গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

গতির উপর ঘর্ষণের ব্যাপক প্রভাব রয়েছে। বস্তুর গতির বিরুদ্ধে ক্রিয়া করে এবং বস্তুর গতিকে মন্ত্র করে। ঘর্ষণ আমাদের নেশাশন জগনে বাধা করলেও চলাচল ও যানবাহন চালনার জন্য গতির উপর ঘর্ষণ শুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। রাস্তা ও টায়ারের পৃষ্ঠ প্রয়োজনমতো অমসৃণ করা হয় যাতে গাড়ি সামনের দিকে এগিয়ে যেতে পারে। গতি নিয়ন্ত্রণে যে ব্রেক ব্যবহার করা হয় তা ঘর্ষণের নীতির উপর কাজ করে।

## Mathematical Problems:

1.  $80\text{kg}$  ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রযুক্ত হলে এর ত্বরণ হবে  $0.2\text{ms}^{-2}$ ?
2.  $9.1 \times 10^{-31}\text{ kg}$  ভরের একটি স্থির ইলেক্ট্রনের উপর  $1.82 \times 10^{-16}\text{ N}$  বল  $10^{-9}\text{ s}$  ধরে কাজ করে। এ সময় শেষে ইলেক্ট্রনের বেগ কত হবে নির্ণয় করো। [ $2 \times 10^5\text{ ms}^{-1}$ ]
3. একটি বালক  $50\text{N}$  বল দ্বারা  $16\text{kg}$  ভরের একটি বালককে ধাক্কা দেয়, বাল্কটির ত্বরণ কত?
4.  $5\text{ms}^{-1}$  বেগে চলন্ত  $20\text{kg}$  ভরের একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে এটি  $5\text{s}$  এ  $30\text{ms}^{-1}$  বেগ প্রাপ্ত হয়। বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? [ঘ.বো.'15]
5. একটি বস্তুর ভর  $100\text{kg}$  এবং এটি  $3\text{ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল হলে, বস্তুর ভরবেগ কত?
6.  $200\text{kg}$  ভরের একটি গাড়ি স্থিরবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে  $2\text{ms}^{-2}$  ত্বরণে চলছে, যাত্রা শুরু করার  $6\text{s}$  পরে ভরবেগ কত?
7. একটা বস্তুর যাত্রাকালের  $2\text{y}$  সেকেন্ডে বেগ  $4\text{ms}^{-1}$  এবং চতুর্থ সেকেন্ডে বেগ  $6\text{ms}^{-1}$  এই সময়কালের মধ্যে ভরবেগের পরিবর্তন  $20\text{kgms}^{-1}$ , বস্তুটির ভর কত?
8.  $80\text{ kg}$  ভরের একটি বস্তুর উপর  $1050\text{N}$  বল  $0.1\text{s}$  সময় ব্যাপী কাজ করে। বলের ঘাত কত হবে?
9. একটি বন্দুক থেকে  $10\text{g}$  ভরের একটি গুলি  $600\text{ms}^{-1}$  বেগে নির্গত হওয়ার সময়  $2\text{ms}^{-1}$  বেগে পিছনে ধাক্কা দেয়, বন্দুকটির ভর নির্ণয় কর। [ঘ.বো.'16]
10.  $700\text{ kg}$  ভরের একটি গতিশীল ট্রাক  $20\text{ms}^{-1}$  বেগে  $1300\text{ kg}$  ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে। [কু.বো. ১৫]
  - ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর।
  - ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কীভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও।
11. দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে  $35\text{kg}$  ও  $20\text{kg}$ । তাদের কেন্দ্রস্থিতির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.2\text{m}$  হলে পারস্পরিক আকর্ষণ বল কত? [ $G = 6.673 \times 10^{-11}\text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$ ]
12. পৃথিবীর ভর  $5.98 \times 10^{24}\text{kg}$  এবং ব্যাসার্ধ  $6.4 \times 10^6\text{ m}$  হলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত?
13. সমান ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে  $0.2\text{m}$  দূরত্বে থেকে  $6.673 \times 10^{-7}\text{ N}$  বলে মহাকর্ষ করে, বস্তুস্থিতির ভর নির্ণয় কর।
14.  $3.92\text{N}$  ওজনের একটি খেলনা গাড়ির উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে  $0.5\text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে চলতে শুরু করে। [ঘর্ষণ বল  $0.5\text{N}$ ]
  - গাড়ীর উপর প্রযুক্ত বলের মান কত?
  - ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের কি পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন কর।

15.



$m_1$  বস্তুর কার্যকরী বল  $0.078 \text{ N}$  এবং  $m_2$  বস্তুর কার্যকরী বলা  $0.039 \text{ N}$ . বস্তু দুটি একই সময়ে ছেড়ে দেয়া হল।

- $m_1$ : বস্তুর উপর বায়ুর ঘর্ষণ বল নির্ণয় কর।
- কোন বস্তুটি আগে ভূমিতে পৌঁছাবে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর।

16.  $15 \text{ kg}$  ভরের একটি বাক্স তলের উপর দিয়ে টেনে নিচ্ছে। বাক্স এবং তলের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ  $2 \text{ N}$  এবং বাক্সের ত্বরণ  $0.8$ । পরবর্তীতে ঘর্ষণবিহীন তলের উপর দিয়ে বস্তুটিকে টানা হলো।

- প্রথম ক্ষেত্রে বাক্সের উপর প্রযুক্ত বল নির্ণয় কর।
- ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন তলে বাক্সের ত্বরণের কী ধরনের পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ এর সাহায্যে মতামত দাও।

17.  $1000 \text{ kg}$  এবং  $1200 \text{ kg}$  ভরের দুটি গাড়ি  $7 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $5 \text{ ms}^{-1}$  বেগে  $0.5 \text{ ms}^{-2}$  এবং  $1 \text{ ms}^{-2}$  সুষম ত্বরণে একই সাথে প্রতিযোগিতা শুরু করে। গাড়ি দুটি একই সময়ে শেষ প্রান্তে পৌঁছেল।

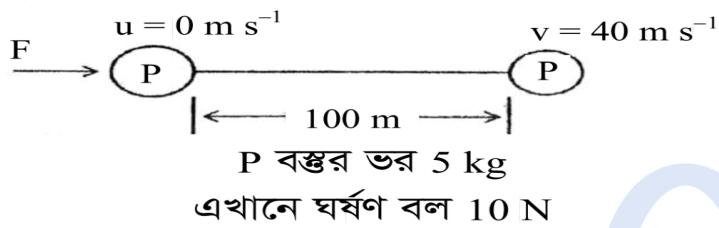
- কখন গাড়ি দুটি শেষ প্রান্তে পৌঁছাবে?
- যদি গাড়ি দুটি বিপরীত দিক থেকে গতিশীল হয় এবং  $3 \text{ s}$  পর সংঘর্ষে লিপ্ত হয় তবে মিলিত অবস্থায় কত বেগে কোন দিকে যেতে পারে, গাণিতিক যুক্তি সহকারে দেখাও।

18.  $5 \text{ g}$  ভরের একটি বুলেট  $3 \text{ kg}$  ভরের বন্দুক হতে  $400 \text{ ms}^{-1}$  বেগে বের হয়ে একটি কাঠে  $10 \text{ mm}$  প্রবেশ করে থেমে গেল।

- বন্দুকের পশ্চাত বেগ নির্ণয় কর।
- বাধা প্রদানকারী বলের মান এবং ঐ দূরত্ব অতিক্রম করতে বুলেটটির প্রয়োজনীয় সময় নিরূপণ কর।

19.  $15 \text{ g}$  ভরের একটি বন্দুকের গুলি  $400 \text{ ms}^{-1}$  বেগে একটি গাছের ব্যাস বরাবর প্রবেশ করে  $0.4 \text{ m}$  অতিক্রম করে বেগ  $3/4$  গুণ হারালো।

- গুলির উপর ঘর্ষণ বল নির্ণয় কর।
- গাছটির পরিধি কত হলে গুলিটি গাছকে সম্পূর্ণ ভেদ করে থেমে যাবে, নির্ণয় কর।

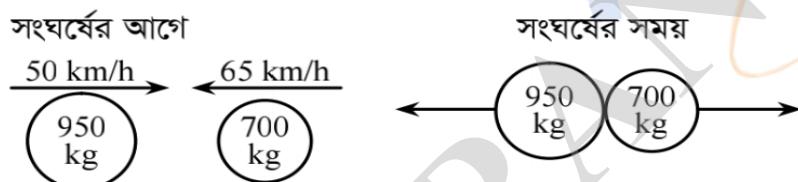


- F নির্ণয় কর।
- 100 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট কত সময় পর থেমে যাবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

21. 20 kg ও 30 kg ভরবিশিষ্ট দুইটি বস্তু A ও B পরস্পর হতে 10 মিটার দূরত্বে স্থির অবস্থায় রয়েছে। A বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করায় তা B বস্তুর দিকে  $10 \text{ m s}^{-1}$  বেগে গতিশীল হয় এবং মিলিত অবস্থায় বস্তুদ্বয়  $4 \text{ m s}^{-1}$  বেগে চলমান থাকে।

- উদ্দীপকের আলোকে বস্তু দুটির মধ্যবর্তী মহাকর্ষীয় বল নির্ণয় কর।
- উপরের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি সমর্থন করে কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

22.



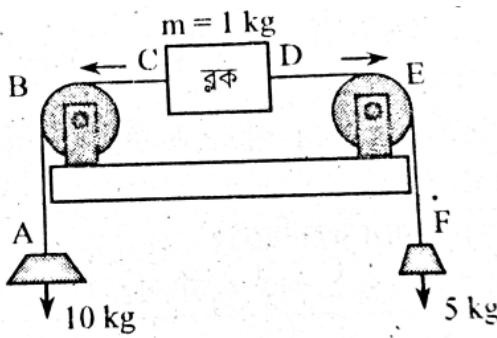
[সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয় একই বেগে চলতে থাকে]

- মিলিত বস্তুর বেগ নির্ণয় করো।
- উদ্দীপকের ক্ষেত্রে ভরবেগ ও গতিশক্তি কোনটি সংরক্ষিত হয়? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

23. এক ব্যক্তি নির্দিষ্ট অবস্থান থেকে 2 kg ভরের একটি বস্তুকে 584 m দূরের একটি বাস্তে ফেলানোর উদ্দেশ্যে 10 s যাবত 10 N বল প্রয়োগ করলো। পথের ঘর্ষণ বল 3 N.

- বস্তুর উপর পথের গতি ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় কর।
- ঐ ব্যক্তির উদ্দেশ্য সফল হবে কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

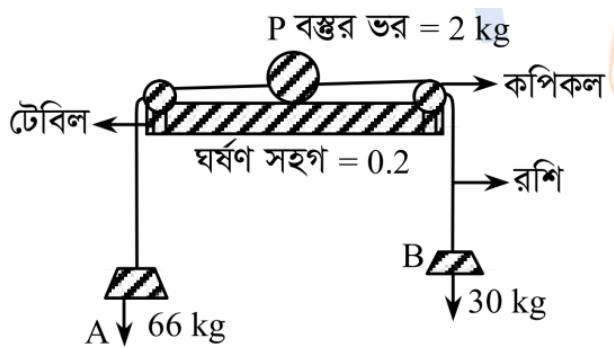
24.



$m$  ব্লকটির উপর ক্রিয়ারত লব্ধি ত্বরণ নির্ণয় কর।

সুতার বিভিন্ন অংশে টান কী ভিন্ন ভিন্ন? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

25.



- P বস্তুর উপর ঘর্ষণ বল নির্ণয় কর।
- ভূপৃষ্ঠে পতিত হওয়ার সময় P বস্তুটির ত্বরণ ও অভিকর্ষজ ত্বরণের মধ্যে তুলনা কর।

26. It's Me

*"Never let your mind dominate your conscience"*

[ MD. IMRAN ISLAM ]

Updated: April 28, 2025