QUICKY LEARN

CS CamScanner

তৃতীয় অধ্যায়

বল
(Force)

Main Topics:

- নিউটনের গতিসূত্র।
- বল:
  (i) বৈশিষ্ট্য ।
  (ii) প্রকারভেদ।
- নিউটনের সূত্রের সীমাবদ্ধতা ।
- ঘাত বল ও বলের ঘাত ।
- ঘাত বল ও বলের ঘাতের পার্থক্য ।
- সাম্যতা ও সাম্যতাবিহীন বল ।
- ভরবেগের সংরক্ষণের সূত্র।
- ভরবেগের সংরক্ষণের উদাহরণ ।
- নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র ।
- মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, G ।
- অভিকর্ষজ ত্বরণ ।
- ঘর্ষণ বল ।
- গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ।

▣ নিউটনের ১ম সূত্রকে 'জড়তার সূত্র' বলা যায়। কারণ জড়তা মানেই হলো কোনো পরিবর্তনকে বাধা দেওয়া। আর নিউটনের ১ম সূত্র থেকে পাওয়া যায়, কোনো বস্তু তার যে বেগ আছে সেইটাই বজায় রাখতে চায়।

▣ যদি বস্তু স্থির থাকে বা সমদ্রুতিতে চলতে থাকে (সরল পথে) তাহলে তার ত্বরণ শূণ্য হয়। তাই এই ১ম সূত্র হবে :

'যদি কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করা না হয়, তাহলে তার ত্বরণ শূণ্য হয়।'

যেহেতু বল একটি ভেক্টর রাশি। তাই দুই বা ততোধিক বল সংযুক্ত হয়ে নিট শূণ্য বল প্রদান করতে পারবে।

'কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত নিট বল হচ্ছে বস্তুর উপর স্বতন্ত্র বল গুলোর ভেক্টর সমষ্টি।'

কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত স্বতন্ত্র বলগুলো যদি যথাক্রমে $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ হয় তাহলে নিট বল $\Sigma\vec{F}$ হবে।

$$\Sigma\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots + \cdots$$

অর্থাৎ নিউটনের প্রথম সূত্রটিকে বিবৃত করে পাই

যদি কোনো বস্তুর নিট বল শূণ্য হয় ($\Sigma\vec{F} = \vec{0}$), তাহলে বস্তুটির ত্বরণ শূণ্য ($\vec{a} = \vec{0}$)।

নিউটনের গতিসূত্র
(Newton's Laws of Motion)

১৬৮৭ সালে স্যার আইজ্যাক নিউটন তাঁর অমর গ্রন্থ "ফিলোসোফিয়া ন্যাচারালিস প্রিন্সিপিয়া ম্যাথমেটিকা"তে বস্তুর ভর, গতি ও বলের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে ৩টি সূত্র প্রকাশ করেন। এ তিনটি সূত্র নিউটনের গতি বিষয়ক সূত্র নামে পরিচিত।

➤ প্রথম সূত্র:

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

"If a body is at rest or moving at a constant speed in a straight line, it will remain at rest or keep moving in a straight line at constant speed unless it is acted upon by a force."

জড়তা: পদার্থের চিরকাল নিজ অবস্থানে থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে জড়তা বলে।

▶ নিউটনের ২য় সূত্র:

বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার ঐ বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তন ও সেদিকে ঘটে।

ভরবেগ / রৈখিক ভরবেগ:

বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

কোনো বস্তুর ভর m ও বেগ $\vec{v}$ হলে তার ভরবেগ:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

এই বেগ $\vec{v}$ বলতে আসলে রৈখিক ভরবেগ।
যেহেতু বেগ ভেক্টর রাশি, তাই ভরবেগও ভেক্টর রাশি।

মাত্রা: ভরবেগের মাত্রা হলো: $[MLT^{-1}]$

একক: ভরবেগের একক হলো: $[kgms^{-1}]$

$\vec{F} = m\vec{a}$ সম্পর্ক প্রতিপাদন :

মনে করি, কোনো বস্তুর ভর m বেগ $\vec{v}$ এবং ভরবেগ $\vec{p}$। এর উপর $\vec{F}$ বল প্রযুক্ত হলে এর ভরবেগের পরিবর্তন ঘটে। নিউটনের গতির ২য় সূত্র অনুসারে, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার $\frac{d\vec{p}}{dt}$ তার উপর প্রযুক্ত বলের $\vec{F}$ এর সমানুপাতিক।

$$\frac{d\vec{p}}{dt} \propto \vec{F}$$

$$\text{বা, } \frac{d}{dt}(m\vec{v}) \propto \vec{F}$$

$$\text{বা, } m\frac{d\vec{v}}{dt} \propto \vec{F}$$

$$\text{বা, } m\vec{a} \propto \vec{F}$$

$$\text{বা, } m\vec{a} = k\vec{F}$$

এখানে, k হলো সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান রাশিগুলোর এককের উপর নির্ভরশীল। এসআই পদ্ধতিতে বলের একক নিউটনের সংজ্ঞা এমনভাবে দেওয়া হয় যাতে $k = 1$ হয়। যখন $m = 1kg$, $a = 1ms^{-2}$, তখন $F = 1N$ ধরলে উপরিউক্ত সমীকরণের $k = 1$ হয়। সুতরাং নিউটনের সংজ্ঞা হতে "যে পরিমাণ বল 1kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে $1ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে 1N বলে।

অর্থাৎ, $1N = 1kgms^{-2}$

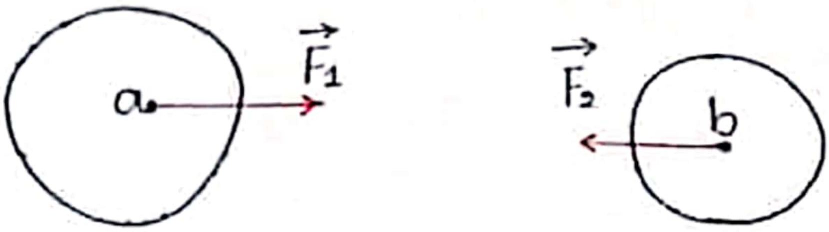
$$\therefore \vec{F} = m\vec{a}$$

➤ নিউটনের ৩য় সূত্র:

"প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া রয়েছে।"

"For every action, there is an equal and opposite reaction."

ব্যাখ্যা: নিউটনের ১ম ও ২য় সূত্রটি মূলত একটি বস্তুর সম্পর্কে। কিন্তু ৩য় সূত্রটি দুটি বস্তুর সম্পর্কে।



ধরা যাক a ও b দুটি বস্তু পরস্পরের উপর আকর্ষণ বল প্রয়োগ করছে।

ধরা যাক, $\vec{F_1}$ ১ম বস্তু a-এর উপর ২য় বস্তু b কর্তৃক প্রযুক্ত আকর্ষণ বল এবং $\vec{F_2}$ হলো দ্বিতীয় বস্তু b এর উপর প্রথম বস্তু a কর্তৃক প্রযুক্ত আকর্ষণ বল।

নিউটনের ৩য় সূত্রানুসারে পাই,

$$\vec{F_2} = \vec{F_1}$$

CamScanner

$\vec{F_1}$ ও $\vec{F_2}$ বলদুটিকে অনেকসময় ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া জোড় বলে। একটি বলকে ক্রিয়া বল এবং অপর বলকে প্রতিক্রিয়া বল বলে।

বল :-

যে বাহ্যিক কারণ স্থির বস্তুকে গতিশীল বা গতিশীল বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটানোর চেষ্টা করে তাকে বল বলে।

বলের বৈশিষ্ট্য :

(১) বল ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে।

(২) গতিশীল বস্তুর বেগ হ্রাস বা বৃদ্ধি বা বস্তুর বিকৃতি ঘটাতে পারে।

(৩) বল গতির দিক পরিবর্তন করতে পারে।

(৪) বল জোড়ায় জোড়ায় ক্রিয়া করে।

বলের একক :

বল, F = ভর × ত্বরণ বা $m \times a$

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

$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}}$

$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^2} = kg \times \frac{m}{s^2} = kg\,ms^{-2}$

$= N$

বলের মাত্রা :-

বল, F = ভর × ত্বরণ

$= ভর \times \frac{বেগ}{সময়}$

$= ভর \times \frac{সরণ}{সময়^2}$

$= M \times \frac{L}{T^2}$

$= [MLT^{-2}]$

বলের প্রকারভেদ :

- ☐ মহাকর্ষ বল (Gravitational force)
- ☐ তড়িৎ চৌম্বকীয় বল (Electromagnetic force)
- ☐ সবল নিউক্লিয় বল (Strong nuclear force)
- ☐ দুর্বল নিউক্লিয় বল (Weak nuclear force)

➤ মহাকর্ষ বল :

মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যে এক ধরনের আকর্ষণ বল ক্রিয়াশীল রয়েছে। এই আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

এই বলের পরিমাণ ক্রিয়াশীল বস্তু দুটির ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং বস্তু দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

CamScanner

বিজ্ঞানিরা ধারণা করেন, যে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে গ্র্যাভিটন (Gravi-
viton) নামক এক প্রকার কণার পারস্পারিক বিনিময়ের দ্বারা এই মহাকর্ষ বল ক্রিয়াশীল হয়। মহাকর্ষ বল প্রকৃতির উপের নির্ভরশীল নয়।

- মহাকর্ষ বল খুব দুর্বল ও আকর্ষণধর্মী বল

▶ তড়িৎ চৌম্বকীয় বল:

দুটি আহিত বা চার্জিত বস্তুর মধ্যে এবং দুটি চুম্বক পদার্থের মধ্যে এক ধরনের বল ক্রিয়াশীল থাকে। এদেরকে যথাক্রমে কুলম্বের তড়িৎ এবং চৌম্বক বল বলা হয়। তড়িৎ এবং চৌম্বক বল আকর্ষণ এবং বিকর্ষণ উভয় ধরনের হতে পারে।

বস্তুর আপেক্ষিক গতিতে পরিভ্রমণরত দুটি আহিত কণার মধ্যে ক্রিয়াশীল বলই হচ্ছে তড়িৎ-চৌম্বকীয় বল।

যখন তড়িৎ আধান বা চার্জগুলো গতিশীল হয়, তখন তারা চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে।
ধারণা করা হয়, ভরহীন, চার্জহীন ফোটন নামক এক প্রকার কণার পারস্পারিক বিনিময়ের মাধ্যমে এই বল কার্যকর হয়।

- স্থিতিস্থাপক বল, আণবিক গঠন, রাসায়নিক বিক্রিয়া ইত্যাদিতে তড়িৎ-চৌম্বকীয় বলের প্রকাশ ঘটে।

CamScanner

▶ সবল নিউক্লিয় বল:

একটি পরমাণু নিউক্লিয়াস প্রোট্রন ও নিউট্রন দ্বারা গঠিত। এদেরকে সমষ্টিগত ভাবে বলা হয় নিউক্লিয়ন। নিউক্লিয়াসের মধ্যে সমধর্মী ধনাত্মক আধানযুক্ত প্রোটনগুলো খুব কাছাকাছি থাকায় এদের মধ্যে কুলম্বের বিকর্ষণ বল প্রবল হওয়া উচিত এবং নিউক্লিয়াস ভেঙে যাওয়ার কথা। কিন্তু বাস্তবে অনেক নিউক্লিয়াসই স্থায়ী। নিউক্লিয়নের মধ্যে যে মধ্যে যে মাধ্যাকর্ষণ বল কাজ করে তা নগণ্য যে এই কুল্ব কুলম্বের বিকর্ষণ বলকে প্রতিমিত করতে পারে না। সুতরাং নিউক্লিয়াসে অবশ্যই অন্য এক ধরনের সবল বল কাজ করে যা নিউক্লিয়াসকে ধরে রাখে। এই বলকে বলা হয় সবল নিউক্লিয় বল। বিজ্ঞানীদের ধারণা যে নিউক্লিয়াসের মধ্যে মেসন নামে একপ্রকার কণার পারস্পারিক বিনিময়ে দ্বারা এই বল ক্রিয়াশীল হয়।

- এই বল আকর্ষণধর্মী, স্বল্প পাল্লা বিশিষ্ট, চার্জ নিরপেক্ষ এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ক্রিয়াশীল নয়।

CamScanner

▶ দুর্বল নিউক্লিয় বল:

প্রকৃতিতে বেশ কিছু মৌলিক পদার্থ রয়েছে যাদের নিউক্লিয়াস স্বতঃস্ফূর্তভাবে ভেঙে যায় (যেমন: ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম) এই অসমস্ত নিউক্লিয়াসকে বলা হয় তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস। তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াস থেকে তিন ধরনের রশ্মি বা কণা নির্গত হয় যাদেরকে আলফা রশ্মি (α-rays) বিটা রশ্মি (β-rays) এবং গামা রশ্মি (γ-rays) বলা হয়। β কণাকে বলা হয় নিউট্রিনো। এই β কণা এবং নিউট্রিনো কণার চুম্বকীয় বলের তুলনায় খুবই দুর্বল। বোজন নামক এক ধরনের কণার জন্য পারস্পারিক বিনিময়ে মাধ্যমে এই বল কার্যকর হয়।

ঘাত বল :-

"খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের যে বল কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে"।

বলের ঘাত :

কোনো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ওই বলের ঘাত বলে।

CS CamScanner

$\vec{F}$ বল কোনো বস্তুর উপর t সময় ধরে ক্রিয়া করলে।

বলের ঘাত, $\vec{J} = \vec{F} \times t$

$$= \frac{m\vec{v} - m\vec{v_0}}{t} \times t$$

$$= m\vec{v} - m\vec{v_0}$$ = ভরবেগের পরিবর্তন

বলের ঘাত ও ঘাত বলের মধ্যে পার্থক্য:

বলের ঘাত	ঘাত বল
১. বলের ঘাত হলো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল	১. ঘাত বল হলো একটি বৃহৎ মানের ক্ষুদ্রতম ক্ষণস্থায়ী বল।
২. বলের ঘাতের একক $kgms^{-1}$	২. ঘাত বলের একক N
৩. বলের ঘাতের জন্য বস্তুতে ভরবেগের পরিবর্তন ঘটে।	৩. ঘাত বলের ফলে বস্তুতে খুবই অল্প সময়ে বৃহৎ ত্বরণ সৃষ্টি হয়।
৪. বলের ঘাতের মাত্রা $[MLT^{-1}]$	৪. ঘাত বলের মাত্রা $[MLT^{-2}]$

□ নিউটনের গতি সূত্রের সীমাবদ্ধতা :

১. নিউটনের গতিসূত্র বৃহৎ আকৃতির বস্তুর জন্য প্রযোজ্য যে সকল কণার ভর খুবই কম যেমন ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন ইত্যাদির ক্ষেত্রে নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য নয়।

২. ক্ষুদ্র ভরে ($10^{-31}kg$) বিশিষ্ট সকল কণার বেগ বেশি হয়, অর্থাৎ প্রায় আলোর বেগের কাছাকাছি হয় ফলে গতিশীল অবস্থায় এরা তরঙ্গ রূপে আচরণ করে। এ সকল বস্তুর ক্ষেত্রে নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য নয় এ সব ক্ষেত্রে আপেক্ষিক তত্ত্ব প্রযোজ্য।

৩. আবার বস্তুর ত্বরণ যখন খুব কম ($<10^{-10}ms^{-2}$) হয় তখন নিউটনের গতিসূত্র প্রয়োগ ভালো ফল পাওয়া যায়। এক্ষেত্রে বল ত্বরণের বর্গের সমানুপাতিক। নিউটনের গতিসূত্র বল ত্বরণের সমানুপাতিকে জন্য প্রযোজ্য।

৪. কোনো বস্তু স্থির কাঠামোতে বা সমবেগে চলমান হলে নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য। অন্যথায় নয়।

৫. নিউটনের গতিসূত্র প্রয়োগ করা যায় যখন বস্তুর বেগ আলোর বেগের তুলনায় অনেক কম থাকে। আলোর কাছাকাছি বেগসম্পন্ন বস্তুর গতির ক্ষেত্রে নিউটনের সূত্র প্রয়োগ করা যায় না

CamScanner

সাম্যতা ও সাম্যতাবিহীন বল:-

"কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল প্রয়োগ করলে যদি বলের লব্ধি শূণ্য হয়, তখন বলা হয় বস্তুটি সাম্যবস্থায় আছে। যে বলগুলো এই অবস্থার সৃষ্টি করে তাকে সাম্য বল বলে।"

"কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করা হলে যদি বলের লব্ধি শূণ্য না হয় এবং লব্ধির মান ও দিক থাকে তখন এই ধরনের বলকে অসাম্য বল বলে।"

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র

Law of Conservation of Momentum

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

সূত্রের প্রতিপাদন: ধরা যাক, P ও Q দুটি বস্তু যথাক্রমে u_1 ও u_2 বেগ নিয়ে একই সরলরেখা বরাবর চলছে। বস্তুটির ভর যথাক্রমে m_1 ও m_2। Q এর বেগ P এর চেয়ে বেশি হলে অর্থাৎ, $u_2 > u_1$ হলে চলতে চলতে কোনো এক সময় Q বস্তুটি P বস্তুটিকে ধাক্কা দেবে।

(সংঘর্ষের আগে) (সংঘর্ষের সময়) (সংঘর্ষের পরে)

P বস্তুর ওপর Q বস্তুর এ প্রযুক্ত বল হলো F_1. এখন P বস্তুটিও Q বস্তুকে F_2 বলে ধাক্কা দেবে। Q বস্তুর ওপর P বস্তুর প্রযুক্ত এই বল হচ্ছে প্রতিক্রিয়া F_2। নিউটনের গতির ৩য় সূত্রানুসারে,

$$F_1 = F_2 \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots$$

যতক্ষণ ক্রিয়া থাকে ততক্ষণই প্রতিক্রিয়া থাকে। ধরা যাক, ধাক্কাজনিত এ ক্রিয়া প্রতিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার সময়কাল t। এখন এ ধাক্কায় ফলে P ও Q বস্তুদ্বয় পরিবর্তিত বেগে একই সরলরেখায় চলতে থাকবে।

ধরা যাক, P ও Q এর পরিবর্তিত বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার ফলে P ও Q বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ যথাক্রমে যথাক্রমে a_1 ও a_2 হলে,

$$m_1 a_1 = -m_2 a_2$$

$$\Rightarrow m_1 \frac{(v_1 - u_1)}{t} = -m_1 \frac{(v_2 - u_2)}{t}$$

$$\Rightarrow m_1 v_1 - m_1 u_1 = -m_2 v_2 + m_2 u_2$$

$$\Rightarrow m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

অতএব, P ও Q বস্তুদ্বয়ের ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সংঘাতের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সর্বদাই সমান থাকে। এটিই ভরবেগের সংরক্ষণের সূত্র।

□ ভরবেগের সংরক্ষণের উদাহরণ:

- নৌকা থেকে লাফ দেওয়া।
- বন্দুকের পশ্চাৎ গতি।
- রকেট চালানো।

মহাকর্ষ বল

এ মহাবিশ্বের প্রত্যেকটি বস্তু কণাই একে অপরকে আকর্ষণ করে। এ মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

অভিকর্ষ বল

পৃথিবী ও পৃথিবীর যেকোনো বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে। অভিকর্ষ এক ধরনের মহাকর্ষ

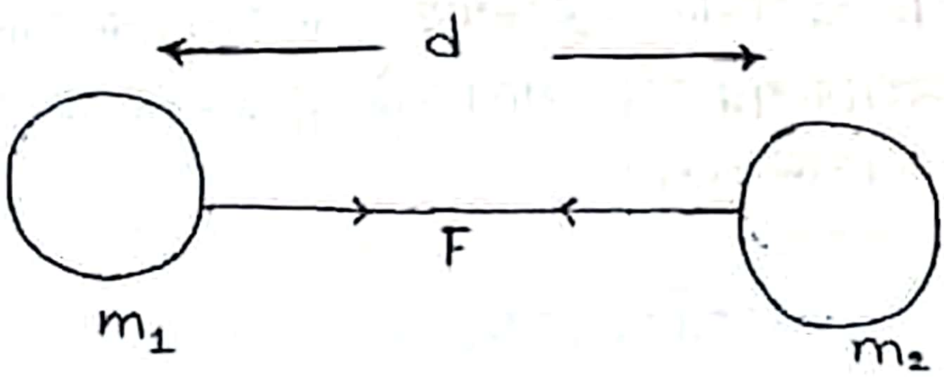
নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

Newton's Law of Gravitation

সূত্র:

"মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা এক অপরকে নিজ দিকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষণ বলের মান বস্তু কণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল বস্তুদ্বয়ের সংযোগ সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।"

ধরা যাক, m_1 এবং m_2 ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে d দূরত্বে অবস্থিত।



এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল F হলে, মহাকর্ষ সূত্রানুসারে

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

বা, $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ ... ...

এখানে, G একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে সার্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। মহাকর্ষ সূত্রানুসারে নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত দুটি বস্তুর ভরের গুণফল দ্বিগুণ হবে, ভরের গুণফল তিনগুণ হলে, বল তিনগুণ হবে। আর নির্দিষ্ট ভরের দুটি বস্তুর দূরত্ব দ্বিগুণ করলে বল এক-চতুর্থাংশ হবে, দূরত্ব তিনগুণ করলে বল নয় ভাগের এক ভাগ হবে।

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, G
Gravitational Constant

G এর সংখ্যামান:

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

$$\text{বা, } G = \frac{Fd^2}{m_1 m_2}$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, "1kg ভরের দুটি বস্তু 1m দূরত্বে থেকে যে বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে তাকে সংখ্যামান মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের সংখ্যামানের সমান।"

CamScanner

G এর মাত্রা :

$$[G] = \frac{MLT^{-2} \times L^2}{M^2}$$

$$= [L^3M^{-1}T^{-2}]$$

G এর একক :

$$G = \frac{Fd^2}{m_1m_2}$$

$$= \frac{Nm^2}{kg^2}$$

$$= Nm^2kg^{-2}$$

G এর মান :-

G এর মান নির্ণয়ের জন্য নির্ণোয়র জন্য বিভিন্ন সময় বহু বিজ্ঞানী বহু পরীক্ষা- নিরীক্ষা চালান। বিভিন্ন বিজ্ঞানীদের প্রাপ্ত মানে সামান্য পার্থক্য হয়। G এর সর্বসম্মত মান গৃহীত হয়েছে 6.673×10^{-11} Nm^2kg^{-2}।

এর অর্থ,

1kg ভরের দুটি বস্তু 1m দূরে স্থাপন করলে এরা পরস্পরকে 6.673×10^{-11} N বলে আকর্ষণ করে।

অভিকর্ষজ ত্বরণ

Acceleration Due to Gravity

"অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।"

মাত্রা ও একক:

যেহেতু অভিকর্ষজ ত্বরণ এক প্রকার ত্বরণ, সুতরাং এর মাত্রা হবে LT^{-2} এবং একক হবে ms^{-2}.

g এর সমীকরণ:-

ধরা যাক, M = পৃথিবীর ভর, m = ভূপৃষ্ঠে বা এর নিকটে কোনো বস্তুর ভর, d = বস্তু এবং পৃথিবীর কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

তাহলে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র থেকে আমরা পাই,

অভিকর্ষ বল, $F = G\frac{Mm}{d^2}$ ... ...(i)

কিন্তু নিউটনের ২য় সূত্র থেকে আমরা পাই,

অভিকর্ষ বল, F = ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

বা, $F = mg$ ——(ii)

CamScanner

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই,

$$mg = \frac{GMm}{d^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{GM}{d^2} \quad \text{—— (iii)}$$

সমীকরণের ডান পাশের বস্তুর ভর অনুপস্থিত; সুতরাং অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না। যেহেতু G এবং পৃথিবীর ভর M ধ্রুবক, তাই g এর মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে বস্তুর দূরত্ব d এর উপর নির্ভর করে। সুতরাং g এর মান ধ্রুব হলেও স্থান নিরপেক্ষ নয়।

বিভিন্ন স্থানে g এর মানের পরিবর্তন:

পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ভূপৃষ্ঠের দূরত্ব অর্থাৎ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হলে ভূপৃষ্ঠে,

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad \text{—— (iv)}$$

CS CamScanner

যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটু খানি চাপা, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R ও ধ্রুবক নয়। সুতরাং পৃষ্ঠের সর্বত্র g এর মান সমান নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে কম বলে সেখানে g এর মান সবচেয়ে বেশি $9.83217\ ms^{-2}$। মেরু থেকে বিষুব অঞ্চলের দিকে R এর মান বাড়তে থাকায় g এর মান কমতে থাকে। বিষুব অঞ্চলে R এর মান সবচেয়ে বেশি বলে g এর সবচেয়ে কম $9.78039\ ms^{-2}$। বাংলাদেশীয় অঞ্চলে g এর মান $9.78918\ ms^{-2}$।

g এর আদর্শ মান:

ভূপৃষ্ঠে বিভিন্ন স্থানে g এর মান বিভিন্ন বলে $45°$ অক্ষাংশে সমুদ্র সমতলে g এর মানকে আদর্শ মান ধরা হয়। g এর আদর্শ মান হচ্ছে $9.80665\ ms^{-2}$। হিসাবের সুবিধার জন্য আদর্শমান ধরা হয় $9.8\ ms^{-2}$।

g এর তাৎপর্য:

ভূপৃষ্ঠে g এর মান $9.81\ ms^{-2}$ এর অর্থ হচ্ছে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে $9.81\ ms^{-1}$ বৃদ্ধি পায়।

CamScanner

ঘর্ষণ বল
Friction Force

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

ঘর্ষণের প্রকারভেদ

- স্থিতি ঘর্ষণ (Static Friction)
- গতি ঘর্ষণ (Sliding Friction)
- আবর্ত ঘর্ষণ (Rolling Friction)
- প্রবাহী ঘর্ষণ (Fluid Friction)

গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব:

• টায়ারের পৃষ্ঠ :

গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মাঝে ঘর্ষণ থাকে বলে রাস্তার উপর দিয়ে গাড়ি যেতে পারে। যদি ঘর্ষণ না থাকত তাহলে গাড়ির চাকা পিছলে যেত এবং গাড়ি সামনে যেতে পারত না। এই ঘর্ষণ বাড়ানোর জন্য গাড়ির টায়ারে অনেক ধরনের খাঁজ কাটা হয়। যারা গাড়ি চালায় তার সব সময় লক্ষ রাখে তাদের গাড়ির চাকার খাঁজ কমে মসৃন হয়ে যাচ্ছে কি না। যদি মসৃন হয় তাহলে ব্রেক করার পরও গাড়ি থেমে পিছলে এগিয়ে যায়।

• রাস্তার মসৃণতা :

গাড়ির টায়ারের সাথেও রাস্তার মসৃণতার দিকটি লক্ষ রাখতে হবে। রাস্তার মসৃণতাও যদি বেড়ে যায় তাহলে দুর্ঘটনা হওয়ার সম্ভাবনা বেশি।

• গতি নিয়ন্ত্রণ ও ব্রেকিং বল:

যানবাহন চালানো সময় প্রয়োজন অনুসারে গাড়ির গতি বাড়াতে এবং কমাতে হয়। গাড়ির গতি যখন কম থাকে তখন সেটি নিয়ন্ত্রণ করা সহজ। তাই সব সময়ই দেখা রাস্তায় বাঁক নেওয়ার সময় বা অন্য গাড়িকে পাশ কাটিয়ে যাবার সময় গাড়ির গতি কমানো হয়।

ঘর্ষণ কমানো -বাড়ানো :-

ঘর্ষণ কমানো →

১. যে পৃষ্ঠটিতে ঘর্ষণ হয় সেই পৃষ্ঠটিকে যত অধিক মসৃন করা। মসৃন পৃষ্ঠে গতি ঘর্ষণ কম।

২. তেল মোবিল বা গ্রিজ জাতীয় পদার্থ হচ্ছে পিচ্ছিলকারী পদার্থ বা লুব্রিকেন্ট। দুটি তলের মাঝখানে এই লুব্রিকেন্ট থাকলে ঘর্ষণ কম হয়।

৩. চাকা ব্যবহার করে ঘর্ষণ কমানো যায়। চাকা ব্যবহার করা হলো বড় গতি ঘর্ষণের পরিবর্তে অনেক ছোট আবর্ত ঘর্ষণ দিয়ে কাজ করা যায়।

CamScanner