

# নিউটনীয় বলবিদ্যা



Basic



সংঘর্ষ



কৌণিক অংশ



ব্যাংকিং



ভরবেগের নিত্যতার সূত্র



প্রতিক্রিয়া ও ঘর্ষণ



জড়তার ভ্রামক

For any suggestions or  
queries, please contact us.



ASG Compressed Note

## Type 1 – Basic

বিষয়	মহাকর্ষ বল	তড়িৎ চুম্বকীয় বল	সবল নিউক্লিয় বল	দুর্বল নিউক্লিয় বল
ধর্ম	আকর্ষণধর্মী	আকর্ষণ ও বিকর্ষণ উভয় ধর্মী	আকর্ষণধর্মী	বিকর্ষণধর্মী
বিনিময় কণা/ কারণ	গ্রাভিটন	ভর ও চার্জহীন ফোটন	মেসন ও গ্লুকাগন	বোসন কণা
পাল্লা	অসীম; এ বলের মান কখনো শূণ্য হয় না	অসীম	নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে সীমাবদ্ধ ( $10^{-15} m$ )	নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে সীমাবদ্ধ ( $10^{-16}$ )
প্রভাবিত কণা	সমস্ত পদার্থ	আধানযুক্ত কণা	প্রোটন ও নিউট্রন	লেপ্টন
ভূমিকা	পদার্থসমূহ কে যুক্ত করে গ্রহ, নক্ষত্র ও গ্যালাক্সি গঠন করে।	<ul style="list-style-type: none"> <li>• অণু গঠন করে</li> <li>• পদার্থের কঠিন ও তরল অবস্থার জন্য দায়ী</li> </ul>	প্রোটন ও নিউট্রনকে একত্রে আবদ্ধ করে নিউক্লিয়াস গঠন করে।	নিউক্লিয় বিটা ক্ষয়ের জন্য দায়ী
উদাহরণ	সূর্যের চারিদিকে গ্রহসমূহের ও পৃথিবীর আবর্তন	<ul style="list-style-type: none"> <li>• স্থিতিস্থাপক বল</li> <li>• আণবিক গঠন</li> <li>• রাসায়নিক বিক্রিয়া</li> <li>• ঘর্ষণ বল</li> <li>• স্পর্শ বল</li> </ul>	নিউক্লিয়াস গঠনকারী বল	অধিকাংশ তেজস্ক্রিয় ভাঙ্গন

সক্রিয়তার ক্রম:  $s > t > d > m$

সবল নিউক্লিয় বল > তড়িৎ চুম্বকীয় বল > দুর্বল নিউক্লিয় বল > মহাকর্ষ বল

গতির সমীকরণগুলো ও বলের সূত্রের সাহায্যে বেশ কিছু বেসিক ম্যাথ এসে থাকে।

## প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

- $v = u + at$
- $s = ut + \frac{1}{2} at^2$
- $v^2 = u^2 + 2as$
- $F = ma$

$80 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত একটি মোটরগাড়ির চালক  $43.77 \text{ m}$  সামনে একটি বালক দেখতে পেয়ে ব্রেক চাপলেন। গাড়িটি বালকের  $2 \text{ m}$  সামনে এসে থেকে গেল। আরোহীসহ গাড়ির ভর  $1200 \text{ kg}$  হলে ব্রেকজনিত বল নির্ণয় করা

সমাধান :

এখানে, আদিবেগ,  $v = 80 \text{ kmh}^{-1} = \frac{80 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$   
 $= 22.22 \text{ ms}^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = (43.77 - 2) \text{ m}$   
 $= 41.77 \text{ m}$

ভর,  $m = 1200 \text{ kg}$

শেষবেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

ব্রেকজনিত বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

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

$$a = \frac{u^2 - v^2}{2s} = \frac{(22.22)^2 - 0^2}{2 \times 41.77}$$
$$= 5.91 \text{ ms}^{-2}$$

ব্রেকজনিত বল,  $F = ma = (1200 \times 5.91)$   
 $= 7092.1 \text{ N}$

আণুভূমিক কাঠের উপর একটি পেরেক উলম্বভাবে রাখা আছে।  $1\text{ kg}$  ভরের একটি হাতুড়ি দ্বারা পেরেকটিকে খাড়া নিচের দিকে  $4\text{ ms}^{-1}$  বেগে আঘাত করা হলো। পেরেকটি কাঠের মধ্যে  $0.015\text{ m}$  ঢুকে গেলে গড় বাধাদানকারী বল নির্ণয় করা।  
[RUET: '05-06]

**সমাধান :**

এখানে, হাতুড়ির ভর,  $m = 1\text{ kg}$

আঘাতের বেগ,  $v = 4\text{ ms}^{-1}$

পেরেকের সরণ,  $s = 0.015\text{ m}$

এখন,  $\frac{1}{2} mv^2 = FS \cos \theta$

বা,  $F \times 0.015 \cos 0^\circ = \frac{1}{2} \times 1 \times (4)^2$

বা,  $F = 533.33\text{ N}$

$\therefore$  গড় বাধাদানকারী,  $R = mg + F$

$$= 1 \times 9.8 + 533.33$$

$$= 543.13\text{ N}$$

৪ কেজি ভরের একটি বস্তু ১০ মিটার উপর হতে পড়ে বালিতে  $50\text{ cm}$  প্রবেশ করে থেমে গেলে বস্তুটির উপর বালির গড় বাঁধা নির্ণয় করা।

**সমাধান :**

আমরা জানি,  $v^2 = u^2 + 2gh$

বা,  $v^2 = 2gh$  [যেহেতু  $u = 0\text{ ms}^{-1}$ ]

বালুতে পড়ার মুহূর্তের বেগ,  $v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 10}$   
 $= 14\text{ ms}^{-1}$

বালুর ভেতর মন্দন  $a$  হলে,

$$0 = v^2 - (2a \times 0.5)$$

বা,  $a = \frac{14^2}{2 \times 0.5} = 196\text{ ms}^{-2}$

গড় বাঁধা  $R$  হলে,  $R - mg = ma$

$\therefore R = m(g + a) = 8(9.8 + 196)$   
 $= 1646.4\text{ N}$

$200 \text{ ms}^{-1}$  বেগে আগত  $0.2 \text{ kg}$  ভরের ক্রিকেট বলকে একজন খেলোয়াড় ক্যাচ ধরে  $0.1$  সেকেন্ড সময়ের মধ্যে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত?  
[RUET: '04-05]

সমাধান :

এখানে,  $m = 0.2 \text{ kg}$

$u = 200 \text{ ms}^{-1}$

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

$t = 0.1 \text{ sec}$

$F = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma = \frac{m(v-u)}{t} = \frac{0.2 \times (200-0)}{0.1}$$

$$= 400 \text{ N}$$

 APAR'S  
SINCE 2018

একটি বস্তু স্থিরাবস্থায়  $15\text{ N}$  বল  $4\text{ sec}$  ধরে কাজ করে এবং তারপর আর কোন বল কাজ করল না। বস্তুটি এরপর  $9\text{ sec}$  এ  $54\text{ m}$  দূরত্ব গেল। বস্তুটির ভর বের করা

**সমাধান :**

এখানে,  $s = 54\text{ m}$  এবং  $t = 9\text{ sec}$

বল প্রয়োগ না হলে,  $a = 0$

অতএব, আমরা জানি,

$$s = vt$$

$$\therefore 54 = 9v$$

$$\text{বা, } v = 6\text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এখানে, } v_0 = 0\text{ ms}^{-1}$$

$$v = 6\text{ ms}^{-1}$$

$$t = 4\text{ sec}$$

$$a = ?$$

$$\text{আবার, } v = v_0 + at$$

$$\text{বা, } 6 = 0 + a \times 4$$

$$\therefore a = \frac{3}{2}\text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore m = \frac{F}{a} = \frac{15}{\frac{3}{2}}$$

$$= 10\text{ kg}$$

নিউটনের সূত্রগুলো থেকে ছোট ছোট প্রশ্ন mcq তে চলে আসে। এগুলো একটু জেনে রাখো

১ম সূত্র	২য় সূত্র	৩য় সূত্র
<p>১. জড়তা</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>এই সূত্রকে বলের সংজ্ঞা নির্দেশক সূত্র বলে।</li> </ul>	<p>১. বলের অভিমুখ</p> <p>২. বলের পরিমাপ</p> <p>৩. বলের গুণগত বৈশিষ্ট্য</p> <p>৪. বলের সাথে ত্বরণের সম্পর্ক</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>এই সূত্রকে বল পরিমাপের ও প্রকৃতি নির্দেশের সূত্রও বলে।</li> <li>এই সূত্র থেকে <math>F = ma</math> প্রতিপাদন করা যায়।</li> </ul>	<p>১. ভরবেগের নিত্যতা সূত্র বা ভরবেগের সংরক্ষণ বিধি</p> <p>২. রকেটের উড্ডয়ন</p> <p>৩. ঘোড়ার গাড়ি টানা</p> <p>৪. নৌকা চালানো/ নৌকার গুণ টানা</p> <p>৫. বন্দুকের গুলি ছোঁড়া</p> <p>৬. পাখির আকাশে উড়া</p> <p>৭. অ্যাথলেটের লং জাম্প দেওয়া</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>এই সূত্রকে বল সমূহের মধ্যে বলের পারস্পরিক ক্রিয়ার সূত্র বলা যায়।</li> <li>এই সূত্র থেকে ভরবেগের নিত্যতা সূত্র প্রতিপাদন করা যায়।</li> </ul>

➤ নিউটনের গতিসূত্র হতে প্রতিপাদন করা যায়:

- ২য় সূত্র হতে ১ম সূত্র
- ৩য় সূত্র হতে ভরবেগের নিত্যতা সূত্র
- ২য় সূত্র হতে  $F = ma$
- ২য় সূত্র হতে কেন্দ্রমুখী বলের রাশিমালা

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

ঘাত বল	বলের ঘাত
খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের যে বল কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে।	বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।
ঘাত বল একটি স্কেলার রাশি	বলের ঘাত একটি ভেক্টর রাশি
ঘাত বলের একক = নিউটন ঘাত বলের মাত্রা = $[MLT^{-2}]$	বলের ঘাত এর একক = $Kgms^{-1}$ বলের ঘাত এর মাত্রা, = $[MLT^{-1}]$
উদাহরণ, ১. ব্যাট দ্বারা টেনিস বলকে আঘাত ২. ব্যাট দিয়ে বলকে আঘাত ৩. ইলেকট্রিক সুইচ অন/ অফ করা	বলের ঘাত, $\vec{J} = \vec{F} \times t$ $= m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \Delta P$ = ভরবেগের পরিবর্তন

বলের ঘাত থেকে অনেক সময় প্রশ্ন চলে আসে। তাই ঘাত বল ও বলের ঘাতের মধ্যে পার্থক্য এর সাথে সাথে বলের ঘাতের কয়েকটা ম্যাথ করে ফেলো।

$$\begin{aligned}
 \text{বলের ঘাত, } \vec{J} &= \vec{F} \times t \\
 &= m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \Delta P \\
 &= \text{ভরবেগের পরিবর্তন}
 \end{aligned}$$



0.05 kg ভরের একটি বস্তু  $0.2 \text{ ms}^{-1}$  অনুভূমিক বেগে একটি খাড়া দেয়ালে ধাক্কা দিয়ে  $0.1 \text{ ms}^{-1}$  বেগে বিপরীত দিকে ফিরে গেলে বলের ঘাত বের করা [ব.বো.' ০৬]

**সমাধান :**

এখানে,  $m = 0.05 \text{ kg}$

$v_0 = 0.2 \text{ ms}^{-1}$

$v = -0.1 \text{ ms}^{-1}$  [আদি বেগের সাপেক্ষে শেষ বেগ বিপরীতমুখী]

ধরি, বলের ঘাত,  $= J$

আমরা পাই,

$$J = F \times t \text{ ও } F = \frac{m(v - v_0)}{t}$$

বা,  $J = m(v - v_0)$

বা,  $J = 0.05 \times (-0.1 - 0.2)$

$$= -0.0105 \text{ kg ms}^{-1}$$

[ঋণাত্মকচিহ্ন প্রমাণ করে যে,  $J$  ও  $v$  এর অভিমুখ অভিন্ন]

$$\therefore |J| = 0.0105 \text{ kg ms}^{-1}$$

একটি হাতুড়ির ভর  $1\text{ kg}$  হাতুড়িটি  $500\text{ ms}^{-1}$  বেগে একটি পেরেকের মাথায় মজোরে আঘাত করে। এতে পেরেকটি একটি শক্ত কাঠের মধ্যে গঁথে যায়। হাতুড়িটি যদি  $0.01\text{ s}$  সময়ে গতিহীন হয় তবে,

- ঘাত কত হবে?
- গড় বল কত হবে?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

বস্তুর ভর,  $m = 1\text{ kg}$

হাতুড়ির আদি বেগ,  $u = 500\text{ ms}^{-1}$

হাতুড়ির শেষ বেগ,  $v = ?$

ক্রিয়াকাল,  $t = 0.01\text{ s}$

আমরা জানি,  $v = u - at$

$$\therefore a = \frac{500\text{ ms}^{-1}}{0.01\text{ s}} = 50000\text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{গড় বল, } F = ma = 1\text{ kg} \times 50000\text{ ms}^{-2} \\ = 50000\text{ N}$$

$$(i) \text{ বলের ঘাত, } J = F \times t = 50000\text{ N} \times 0.01\text{ s} \\ = 500\text{ N}$$

$$(ii) \text{ গড় বল, } F = 50000\text{ N}$$

## Type ২ – ভরবেগের নিত্যতার সূত্র

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে গ নম্বরে বেশ কিছু প্রশ্ন আসে। এই টপিকের ম্যাথগুলো একটু ভালো মতো প্র্যাকটিস করো।

### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

ভরবেগের নিত্যতার সূত্র:

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

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ:

$$MV = -mv$$

এখানে,  $M$  বন্দুকের ভর ও  $V$  বন্দুকের বেগ এবং  $m$  গুলির ভর ও  $v$  গুলির বেগ

5 kg ভরের একটি বস্তু  $10 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলন্ত অবস্থায়  $3 \text{ ms}^{-1}$  বেগে একই দিকে গতিশীল 2 kg ভরের অপর একটি বস্তুর সাথে মিলিত হয়ে এক হয়ে যায়। মিলিত হয়ে একটি বস্তুতে পরিণত হওয়ার পর এর বেগ কত হবে?

সমাধান:

এখানে,  $m_1 = 5 \text{ kg}$

$$u_1 = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$u_2 = 3 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_2 = 2 \text{ kg}$$

ধরি, মিলিত বস্তুর বেগ,  $v$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{5 \times 10 + 2 \times 3}{5 + 2} = \frac{56}{7}$$

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

সূচীপত্রে ফেরত

স্কেটিং জুতা পায়ে দাঁড়ানো রুমার কাছে নয়ন  $3.3 \text{ kg}$  ভরের একটি বল ছোঁড়ে। রুমার ভর  $48 \text{ kg}$ । বলটি লোফার মাথে মাথে রুমা  $0.32 \text{ ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল হয়। রুমা যখন বলটি ধরে তখন বলটির বেগ কত ছিল?

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, } m_1 = 3.3 \text{ kg}$$

$$m_2 = 48 \text{ kg}$$

$$u_2 = 0$$

$$v = 0.32 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } u_1 = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1}$$

$$\text{বা, } u_1 = \frac{16.416}{3.3} = 4.97 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans)}$$

$300 \text{ kg}$  ভরের কোনো নৌকার দুই গলুই থেকে  $20 \text{ kg}$  এবং  $25 \text{ kg}$  ভরের দুটি বালক যথাক্রমে  $3.25 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $2 \text{ ms}^{-1}$  বেগে দুদিকে লাফ দেয়। নৌকাটি কত বেগে কোন দিকে চলবে?

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, গলুই এর ভর, } m = 300 \text{ kg}$$

$$\text{গলুই এর আদি বেগ, } u = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$20 \text{ kg} \text{ বালকের ক্ষেত্রে ভর, } m_1 = 20 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } u_1 = 3.25 \text{ ms}^{-1}$$

$$25 \text{ kg} \text{ বালকের ক্ষেত্রে ভর, } m_2 = 25 \text{ kg}$$

$$\text{বেগ, } u_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$$

মনে করি,

নৌকাটি  $v$  বেগে চলবে।

$$\text{আমরা জানি, } m_1 u_1 + m_2 u_2 + m u = 0$$

$$\text{বা, } 20 \times 3.25 + 25 \times (-2) + m u = 0$$

$$\text{বা, } mu = -15$$

$$\text{বা, } u = -\frac{15}{300}$$

$$\therefore u = -0.05 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং, নৌকার গলুই  $0.05 \text{ ms}^{-1}$  বেগে  $25 \text{ kg}$  ভরের বালকের দিকে চলবে।

30 kg ভরের একটি শেল  $48 \text{ ms}^{-1}$  বেগে উড়ছে। শেলটি বিস্ফোরিত হয়ে দুই টুকরা হলে 18 kg ভরের টুকরোটি স্থির হয়ে যায় এবং বাকী টুকরোটি উড়ে যায়। বাকী অংশের বেগ কত?

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, } m_1 = 30 \text{ kg}$$

$$u_1 = 48 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_2 = 18 \text{ kg}$$

$$v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_3 = 12 \text{ kg}$$

$$12 \text{ kg} \text{ বস্তুর বেগ, } v_3 = ?$$

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 = m_2 v_2 + m_3 v_3$$

$$\text{বা, } v_3 = \frac{m_1 u_1}{m_3}$$

$$= \frac{30 \text{ kg} \times 48 \text{ ms}^{-1}}{12 \text{ kg}}$$

$$= 120 \text{ ms}^{-1}$$

30 ms<sup>-1</sup> বেগে চলন্ত 200 kg ভরের একটি গাড়ির উপর 200 g ভরের একটি পাখি উড়ে এসে বসল। গাড়ির চূড়ান্ত গতিশক্তি কত?

**সমাধান :**

এখানে,  $v_1 = 30 \text{ ms}^{-1}$

$m_1 = 200 \text{ kg}$

পাখিসহ চূড়ান্ত ভর,  $M = m_1 + 200 \text{ g} = 200 + 0.2$   
 $= 200.2 \text{ kg}$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে,  $m_1 v_1 = M v_2$

বা,  $200 \times 30 = 200.2 \times v_2$

বা,  $v_2 = 29.97 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore$  চূড়ান্ত গতিশক্তি,  $= \frac{1}{2} M v_2^2$

$= \frac{1}{2} \times 200.2 \times (29.97)^2$

$= 8.99 \times 10^4 \text{ J}$

0.03 kg ভরের রাইফেলের গুলি 30 ms<sup>-1</sup> বেগে বের হয়ে গেলে। রাইফেলটি যদি 0.6 ms<sup>-1</sup> বেগে পশ্চাৎ দিকে আসতে চায় তবে রাইফেলের ভর নির্ণয় করা

**সমাধান :**

এখানে, গুলির ভর,  $m = 0.03 \text{ kg}$

গুলির বেগ,  $v = 30 \text{ ms}^{-1}$

রাইফেলের পশ্চাৎ বেগ,  $v = 0.6 \text{ ms}^{-1}$

রাইফেলের ভর,  $M = ?$

আমরা জানি,  $MV = mv$

বা,  $M = \frac{mv}{V} = \frac{0.03 \text{ kg} \times 30 \text{ ms}^{-1}}{0.6 \text{ ms}^{-1}}$   
 $= 1.5 \text{ kg}$

অতএব, রাইফেলের ভর, 1.5 kg

**মূর্ত্যাপ্নে ফেরত**

### Type 3 – সংঘর্ষ

য নাম্বারে স্যারদের একটি ফেভারিট টপিক সংঘর্ষ। সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক না ও অস্থিতিস্থাপক তা নির্ণয় করতে বলবে। নিচে কখন স্থিতিস্থাপক ও কখন অস্থিতিস্থাপক হবে তার শর্তগুলো দেওয়া হলো।

#### প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী

##### অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:

- ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে
- গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না।

$$১. m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$২. \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \neq \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

##### স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:

- ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে
- গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়।

$$৩. m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$৪. \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$৫. v_1 = \left( \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \right) u_1 + \left( \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \right) u_2$$

$$৬. v_2 = \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) u_2 + \left( \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right) u_1$$

অর্থাৎ আমরা ভরবেগ ও গতিশক্তি বের করে দেখব যদি সংঘর্ষের আগে ও পরে সমান হয় তাহলে সে সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক। আর নিচের যে দুটি সূত্র আছে এগুলো একটু ভালোমতো মাথায় রাখিও আরো অনেক সময় ডিরেক্ট এই সূত্রগুলো ফেলে বেগ নির্ণয় করতে হতে পারে।

সূচীপত্রে ফেরত

একটি ক্যারামের গুটির ভর  $15\text{ g}$  এবং স্ট্রাইকারের ভর  $40\text{ g}$ ।  $20\text{ ms}^{-1}$  বেগে স্ট্রাইকার একটি স্থির গুটিকে আঘাত করার ফলে গুটিটি স্ট্রাইকারের বেগের দিক বরাবর গতিশীল হয়। সংঘর্ষটিকে স্থিতিস্থাপক ধরে আঘাতের পর স্ট্রাইকার ও গুটির বেগ নির্ণয় করা।

**সমাধান :**

এখানে, স্ট্রাইকারের ভর,  $m_1 = 40\text{ g}$

গুটির ভর,  $m_2 = 15\text{ g}$

স্ট্রাইকারের আদিবেগ,  $u_1 = 20\text{ ms}^{-1}$

গুটির আদিবেগ,  $u_2 = 0$

স্ট্রাইকারের শেষবেগ,  $v_1 = ?$

গুটির শেষবেগ,  $v_2 = ?$

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned}v_1 &= \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2 \\&= \frac{40 - 15}{40 + 15} 20\text{ ms}^{-1} + 0 \\&= \frac{25}{55} \times 20\text{ ms}^{-1} = 9.09\text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}v_2 &= \left(\frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2}\right)u_2 + \left(\frac{2m_1}{m_1 + m_2}\right)u_1 \\&= \frac{2 \times 40}{40 + 15} \times 20\text{ ms}^{-1} + 0 \\&= 29.09\text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

সুতরাং, স্ট্রাইকারের বেগ  $9.09\text{ ms}^{-1}$  এবং গুটির বেগ  $29.09\text{ ms}^{-1}$



একটি মাল বোঝাই ট্রাক ব্রেক ফেল করে  $35 \text{ ms}^{-1}$  বেগে রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা একটি পিকআপ ভ্যানকে ধাক্কা দিয়ে ঠেলে নিয়ে যাচ্ছে। ট্রাকের ভর  $8000 \text{ kg}$  ও পিকআপের ভর,  $950 \text{ kg}$ ।

(i) ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ কত হবে?

(ii) সংঘর্ষটি কি স্থিতিস্থাপক না অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা

**সমাধান :**

(i) এখানে, ট্রাকের ভর,  $m_1 = 8000 \text{ kg}$

পিকআপের ভর,  $m_2 = 950 \text{ kg}$

ট্রাকের আদিবেগ,  $u_1 = 35 \text{ ms}^{-1}$

পিকআপের আদিবেগ,  $u_2 = 0$

ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2)v$

বা,  $(8000 \times 35) \text{ kg ms}^{-1} + (950 \times 0) = (8000 + 950)v$

বা,  $(280000 + 0) = 8950v$

বা,  $v = \frac{280000}{8950}$

$\therefore v = 31.28 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore$  ট্রাক ও পিকআপের মিলিত বেগ হবে  $31.28 \text{ ms}^{-1}$

(ii) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হতে হলে সংঘর্ষের পূর্বে এবং পরে মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত হতে হবে।

এখানে,  $M_1 = 8000 \text{ kg}$

পিকআপের ভর,  $m_2 = 950 \text{ kg}$

ট্রাকের আদিবেগ,  $u_1 = 35 \text{ ms}^{-1}$

পিকআপের আদিবেগ,  $u_2 = ?$

**মূর্ত্যপত্রে ফেরত**

এখন, ট্রাকের গতিশক্তি,  $E_1 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2$

$$= \frac{1}{2} \times 8000 \times 35^2$$

$$= 4.9 \times 10^6 J$$

পিকআপের গতিশক্তি,  $E_2 = \frac{1}{2} m_2 u_2^2$

$$= \frac{1}{2} \times 950 \times 0 = 0$$

$\therefore$  সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি,  $E = E_1 + E_2 = 4.9 \times 10^6 J + 0$

আবার, এখানে,  $M_1 = 8000 \text{ kg}$

পিকআপের ভর,  $m_2 = 950 \text{ kg}$

ট্রাকের শেষবেগ,  $v_1 = 31.28 \text{ ms}^{-1}$

পিকআপের শেষবেগ,  $v_2 = 31.28 \text{ ms}^{-1}$

সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি:

ট্রাকের গতিশক্তি,  $E_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} \times 8000 \times (31.28)^2 = 3.91 \times 10^6 J$

পিকআপের গতিশক্তি,  $E_2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} \times 950 \text{ kg} (31.28 \text{ ms}^{-1})^2$

$$= 4.64 \times 10^5 J$$

$\therefore$  সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি,

$$E = E_1 + E_2$$

$$= (3.91 \times 10^6) J + (4.64 \times 10^5) J$$

$$= 4.37 \times 10^6 J$$

সুতরাং উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, সংঘর্ষের পূর্বে মোট

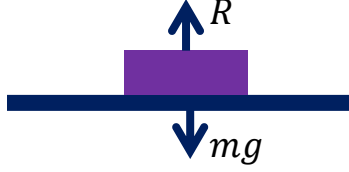
গতিশক্তি  $\neq$  সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি। সুতরাং গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে

না। অতএব, সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।

### Type 4-প্রতিক্রিয়া

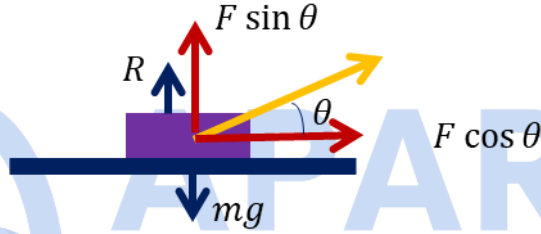
বস্তুর আপাত ওজন = তলের প্রতিক্রিয়া (R)

**Case – 1:**  $R = mg$



**Case – 2:** মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু,  $R = 0$  (ওজনহীনতা)

**Case – 3:** বস্তুকে টানা হচ্ছে,



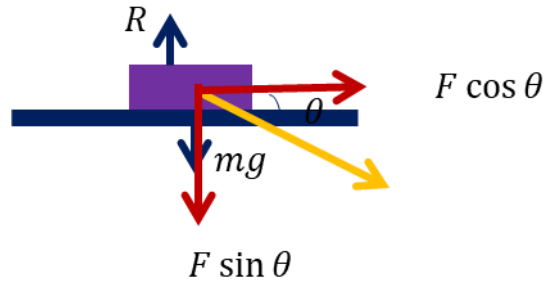
Y অক্ষ বরাবর,  $R + F \sin \theta = mg$

$$\therefore R = mg - F \sin \theta$$

X অক্ষ বরাবর,  $F \cos \theta = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F \cos \theta}{m}$$

**Case – 4:** বস্তুকে ঠেলা হচ্ছে,



Y অক্ষ বরাবর,  $R = mg + F \sin \theta$

X অক্ষ বরাবর,  $F \cos \theta = ma$

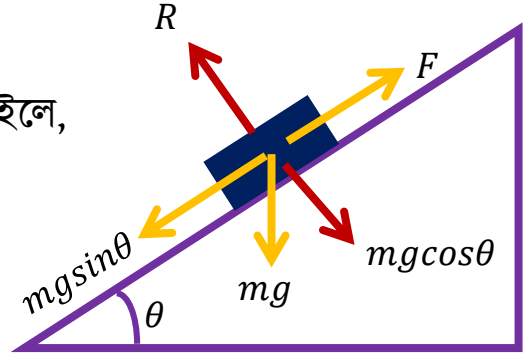
মূর্ত্যপত্রে ফেরত

## আনত তল

**Case – 1:** স্থির বা সমবেগে থাকতে চাইলে,

$Y$  অক্ষ বরাবর,  $R = mg \cos \theta$

$X$  অক্ষ বরাবর,  $F = mg \sin \theta$



**Case – 2:**  $a$  ত্বরণে ঊর্ধ্বমুখী

$Y$  অক্ষ বরাবর,  $R = mg \cos \theta$

$X$  অক্ষ বরাবর,  $F - mg \sin \theta = ma$

$\therefore F = m(g \sin \theta + a)$

**Case – 3:**  $a$  ত্বরণে নিম্নমুখী

$R = mg \sin \theta$

$F = m(g \sin \theta - a)$

যদি এর সাথে ঘর্ষণ থাকে তাহলে গতির বিপরীত দিকে ঘর্ষণ বলও যুক্ত হবে।

উলম্ব বরাবর বস্তুর গতি:

**Case – 1:** বস্তু স্থির কিংবা সমবেগ

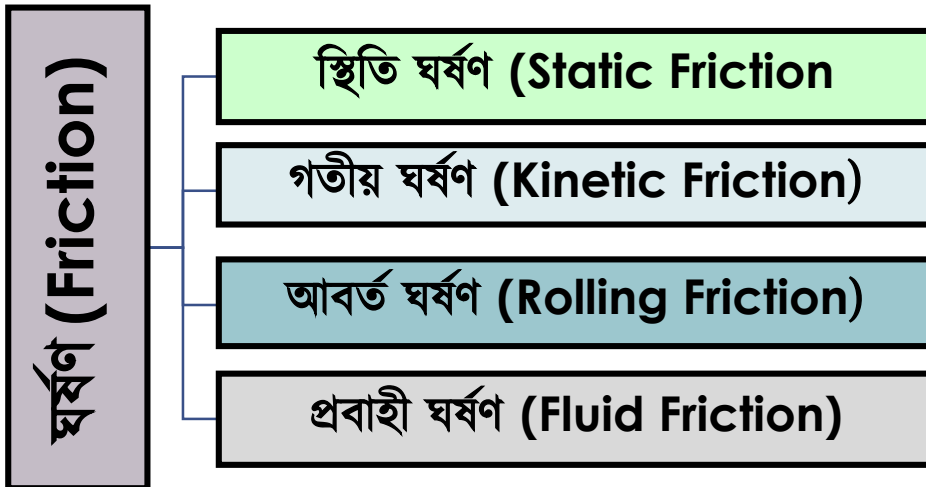
টানবল,  $T = mg$

**Case – 2:** বস্তু সমত্বরণে উপরে উঠলে,

$T = m(g + a)$

নিচে নামলে,  $T = m(g - a)$

**ঘর্ষণ:** দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে যদি একের ওপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলে এই গতির বিরুদ্ধে একটা বাধার উৎপত্তি হয়, এই বাধাকে ঘর্ষণ বলে।



#### Some info about friction:

- ঘর্ষণ হবে গতির বিপরীতে।
- ঘর্ষণ ত্বরণের দিকে হতে পারে।
- ঘর্ষণ বেগের দিকে হতে পারেনা।
- গতিয় ঘর্ষণ এর মান নির্দিষ্ট বস্তু ও Surface এর জন্য constant না।
- স্থিতি ঘর্ষণ এর মান ও নির্দিষ্ট বস্তু বা Surface এর জন্য constant না।

বিভিন্ন condition এ  $R$  এর Volume change হয়। ( $f_u = \mu_k R$  বা  $F_s = \mu_s R$ )  
তাই  $f_k$  ও  $f_s$  ও change হয়।

➤  $\mu_s > \mu_k$

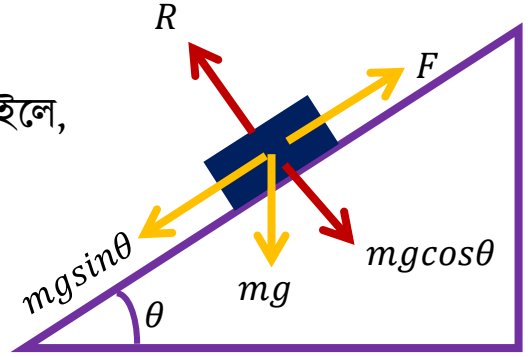
মূর্তাপ্রবে ফেরত

## আনত তল

**Case – 1:** স্থির বা সমবেগে থাকতে চাইলে,

$Y$  অক্ষ বরাবর,  $R = mg \cos \theta$

$X$  অক্ষ বরাবর,  $F = mg \sin \theta$



**Case – 2:**  $a$  ত্বরণে ঊর্ধ্বমুখী

$Y$  অক্ষ বরাবর,  $R = mg \cos \theta$

$X$  অক্ষ বরাবর,  $F - mg \sin \theta = ma$

$\therefore F = m(g \sin \theta + a)$

**Case – 3:**  $a$  ত্বরণে নিম্নমুখী

$R = mg \sin \theta$

$F = m(g \sin \theta - a)$

যদি এর সাথে ঘর্ষণ থাকে তাহলে গতির বিপরীত দিকে ঘর্ষণ বলও যুক্ত হবে। চলো কয়েকটি উদাহরণ দেখে নেওয়া যাক।

উলম্ব বরাবর বস্তুর গতি:

**Case – 1:** বস্তু স্থির কিংবা সমবেগ

টানবল,  $T = mg$

**Case – 2:** বস্তু সমত্বরণে উপরে উঠলে,

$T = m(g + a)$

নিচে নামলে,  $T = m(g - a)$

### লিফটে:

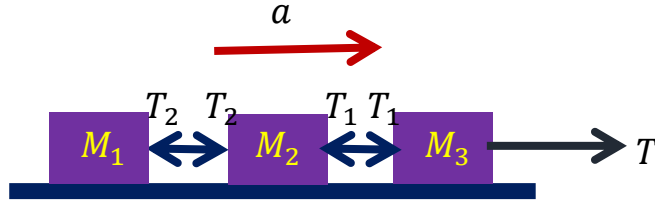
স্থির লিফট,  $R = mg$

লিফট সমবেগে গতিশীল,  $R = mg$

লিফট সমত্বরণে উপরে উঠলে,  $R = m(g + a)$

নিচে নামলে,  $R = m(g - a)$

### টান:



$$a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$m_2 \text{ এর জন্য } T_1 - T_2 = m_2 a$$

$$T_2 = T_1 - m_2 a$$

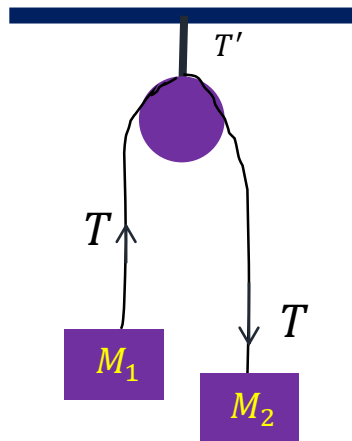
$$m_3 \text{ এর জন্য } F - T_1 = m_3 a$$

$$T_1 = F - m_3 a$$

$$T_1 = (m_1 + m_2) \times a \text{ [এখানে, } T_1 \text{ যাকে টানবে } \times a]$$

$$T_2 = m_1 a$$

### কপিকল:



$$a = \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} \right) \times g$$

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} \times g$$

$$T' = 4 \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} \times g$$

### ঘর্ষণ :

$$F_k = \mu_k \times R$$

মূর্তাপত্রে ফেরত

3 kg ভরের একটি ব্লকে একটি আনুভূমিক তলের উপর দিয়ে কত বলে টানলে বস্তুটি সমবেগে চলবে? [গতিয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক = 0.1]

**সমাধান :**

এখানে, ব্লকের ভর,  $m = 3\text{ kg}$

গতিয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক,  $\mu_k = 0.1$

অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া,  $R = mg = (3 \times 9.8) \text{ N} = 29.4 \text{ N}$

প্রযুক্ত বল,  $F_k = ?$

আমরা জানি,  $\mu_k = \frac{F_k}{R}$

$$\begin{aligned}\therefore F_k &= \mu_k \times R \\ &= 0.1 \times 29.4 \text{ N} = 2.94 \text{ N}\end{aligned}$$

1000 kg ভরের একটি গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যবর্তী স্থিতি ঘর্ষণ সহগ 0.1 এবং গতিয় ঘর্ষণ সহগ 0.195। গাড়িটিকে  $2 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে গতিশীল করতে হলে সর্বনিম্ন কত আনুভূমিক বল প্রয়োগ করতে হবে?

**সমাধান :**

$$\begin{aligned}\text{সর্বনিম্ন বল, } F &= \mu mg \\ &= 0.1 \times 1000 \times 9.8 \\ &= 980 \text{ N}\end{aligned}$$

$2 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে গতিশীল করার জন্য প্রয়োজনীয় বল,

$$\begin{aligned}F &= ma + F_k = ma + \mu_k mg \\ &= 1000 \times 2 + 0.04 \times 1000 \times 9.8 \\ &= 2392 \text{ N}\end{aligned}$$

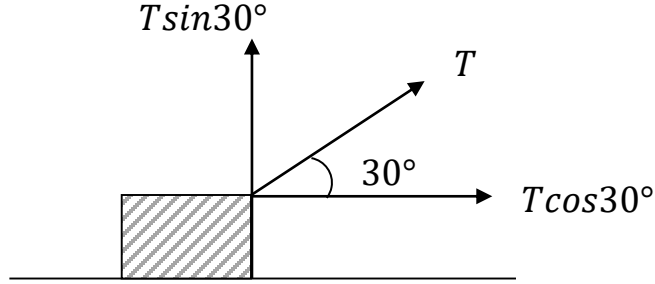
$$\begin{aligned}\therefore \text{অতিরিক্ত বল} &= 2392 - 980 \\ &= 1412 \text{ N}\end{aligned}$$

মূর্ত্যাপ্তে ফেরত



10 kg ভরের একটি বাক্সের সাথে রশি বেঁধে রশিটিকে একটি ঘরের মেঝের সাথে  $30^\circ$  কোণে টানা হচ্ছে। বাক্সটি মেঝের ওপর সমবেগে চলছে। বাক্স ও মেঝের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল 10 N হলে রশির টান কত?

**সমাধান :**



এখানে, ঘর্ষণ বল,  $f_k = 10\text{ N}$

বস্তুর ভর,  $m = 10\text{ kg}$

ভূমির সাথে কোণ,  $\theta = 30^\circ$

রশির টান,  $T = ?$

এখানে,  $T \cos 30^\circ = f_k$  বা,  $T \cos 30^\circ = 10\text{ N}$

$$\therefore T = \frac{10\text{ N}}{\cos 30^\circ} = \frac{10\text{ N}}{0.866} = 11.547\text{ N} = 11.55\text{ N}$$

একটি আনুভূমিক তলের ওপর 2.6 kg ভরের কোনো ব্লককে গতিশীল করতে 20 N বলের প্রয়োজন হয়।

(ক) ব্লক ও তলের মধ্যকার  $\mu_s$  কত?

(খ) যদি 19 N মানের আনুভূমিক বল বস্তুটিকে মুখম বেগে গতিশীল রাখে তাহলে ব্লক ও তলের মধ্যকার  $\mu_k$  নির্ণয় করা

**সমাধান :**

এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 2.6\text{ kg}$

সীমাস্থ ঘর্ষণ বল,  $f_s = 20\text{ N}$

চল ঘর্ষণ বল,  $f_k = 19\text{ N}$

স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক,  $\mu_s = ?$

চল ঘর্ষণ গুণাংক,  $\mu_k = ?$

মূর্ত্যাপনে ফেরত

$$(ক) R = mg = 2.6 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ = 25.48 \text{ N}$$

$$\therefore \mu_s = \frac{f_s}{R} = \frac{20 \text{ N}}{25.48 \text{ N}} \\ = 0.78$$

$$(খ) \mu_s = \frac{f_k}{R} = \frac{19 \text{ N}}{25.48 \text{ N}} [R \text{ এর মান বসিয়ে}] \\ = 0.745 \approx 0.75$$

একটি বস্তু 0.2 ঘর্ষণ গুণাক্তের সমতলে ঘন্টায় 36 km বেগে পিছলিয়ে একসময়ে থেমে গেলে থামার আগে বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করা

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, } f_k = \mu_k R = \mu_k mg$$

$$u = 36 \text{ kmh}^{-1} = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$v = 0$$

$$\therefore \text{ত্বরণ, } a = \frac{F_k}{m} = \mu_k g = 0.2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

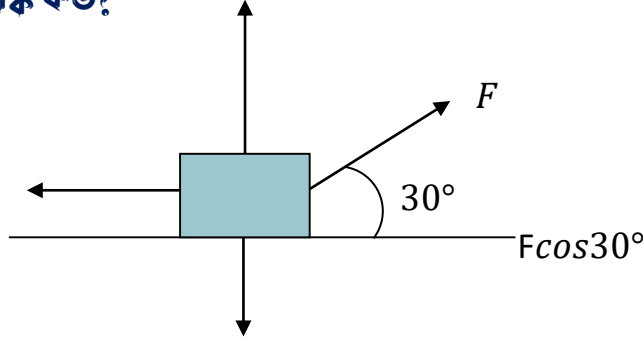
$$\therefore v^2 = u^2 - 2as$$

$$\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{10^2}{2 \times 0.2 \times 9.8} = 25.51 \text{ m}$$

$$\therefore \text{থামার আগে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব } 25.51 \text{ m}$$

মুতার সাহায্যে এক টুকরা পাথর বেঁধে মেঝের সাথে  $30^\circ$  কোণে  $26\text{ N}$  বলে টানা হচ্ছে।  
এতে পাথরটি সমবেগে গতিশীল আছে। পাথরের ভর  $10\text{ kg}$  হলে পাথর ও মেঝের  
মধ্যবর্তী গতিয় ঘর্ষণাঙ্ক কত?

সমাধান :



এখানে, অভিলম্বিক প্রতিক্রিয়া,

$$\therefore R = mg - \sin 30 = 10\text{ kg} \times 9.8\text{ ms}^{-2} - 26 \times \frac{1}{2}\text{ N}$$

$$= 98\text{ N} - 13\text{ N}$$

$$= 85\text{ N}$$

$$\therefore \text{ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, } F_k = \mu_k R$$

$$\text{বা, } \mu_k R = F_k$$

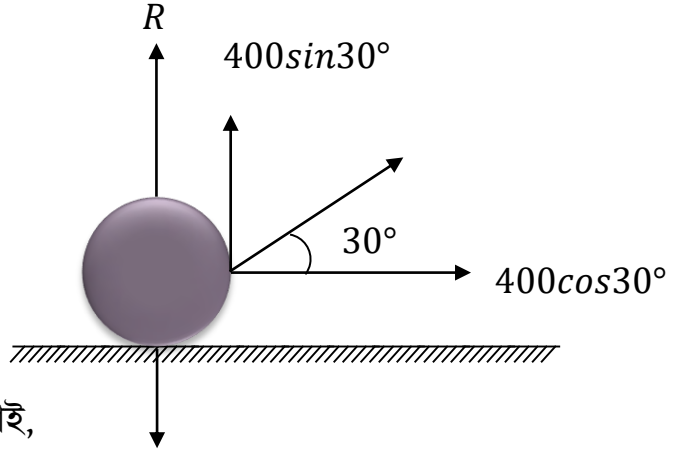
$$\text{বা, } \mu_k = \frac{F_k}{R} = \frac{F \cos 30^\circ}{R}$$

$$= \frac{26\text{ N} \cos 30^\circ}{85\text{ N}}$$

$$\text{SINCE 2018} = 0.265$$

অনুভূমিক মসৃণ তলের উপর  $80\text{kg}$  ভরের একটি লনরোলার অনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে  $400\text{ N}$  মানের একটি বল দ্বারা ঠেলা হচ্ছে। লন রোলারটিতে ত্বরণ  $3\text{ ms}^{-2}$  সৃষ্টি হচ্ছে। অনুভূমিক তল ও লন-রোলার মধ্যবর্তী গতিয় ঘর্ষণাঙ্ক কত?

সমাধান :



এখানে, চিত্র অনুসারে আমরা পাই,

$$R + 400 \sin 30^\circ = W \text{ কিলোগ্রাম ওজন} = 80 \times 9.8$$

$$\therefore R = 80 \times 9.8 - 400 \sin 30^\circ$$

$$= 584\text{ N}$$

$$\text{আমরা জানি, } F_k = \mu_k \times R$$

$$\text{নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে কার্যকর বল, } ma = 400 \cos 30^\circ - F_k$$

$$\text{বা, } F_k = 400 \cos 30^\circ - ma$$

$$\text{বা, } \mu_k \times R = 400 \cos 30^\circ - 80 \times 3$$

$$\text{বা, } \mu_k = \frac{400 \cos 30^\circ - 80 \times 3}{584} = 0.182$$

সুতরাং, গতিয় ঘর্ষণাঙ্ক 0.182

50 kg হেনার ভর মে শীতের ছুটিতে রাঙামাটি বেড়াতে যায়। 250 kg ভরের একটি গাড়িতে চড়ে  $30^\circ$  কোণে রাঙামাটির ঢালু পথে  $5 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে উপরের দিকে আরোহণ করছে-

(ক) উপরের দিকে আরোহণের জন্য গাড়ি কর্তৃক প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় কর।

(খ) একই ত্বরণে নিচে নামার ক্ষেত্রে বলের মানের পরিবর্তন হবে কি না বিশ্লেষণ কর।

**উত্তর: (ক) 2970 N; (খ) বলের মানের পরিবর্তন হবে**

60kg ভরবিশিষ্ট এক ব্যক্তি লিফটে করে  $4 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে নিচে নামছে। লোকটি লিফটের মেঝেতে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করবে? লিফটটি যদি একই ত্বরণে উপরে উঠতে থাকে তাহলে ওই ব্যক্তি কত প্রতিক্রিয়া বল অনুভব করবে?

**উত্তর: 348 N, 828N**

70 kg ওজনের একজন বিমান ব্যবহারকারী সমবেগে নিচের দিকে নামছে। তার ওপর বায়ুর বাধা কত?

**উত্তর: 686 N**

1000 kg ভরের একটি লিফট  $3 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে উপরের দিকে চললে লিফটের উপর-

(ক) লিফটের রশ্মির টান কত হবে?

(খ) যদি  $3 \text{ ms}^{-2}$  নিচের দিকে নামে তাহলে টান কত হবে?

**উত্তর: (ক) 12800 N; (খ) 6800 N**

একটি অনুভূমিক তলের ওপর 2.6kg ভরের কোনো block গতিশীল করতে 20N বলের প্রয়োজন হয়।

(ক) block ও তলের মধ্যকার  $\mu_k$  কত?

(খ) যদি 19N মানের অনুভূমিক তল বস্তুটিকে মুম্বম বেগে গতিশীল রাখে তাহলে block ও তলের মধ্যকার বল নির্ণয় কর।

**উত্তর: (ক) 0.78R (খ) 0.75**

3 kg ভরের একটি অনুভূমিক তলের ওপর দিয়ে কত বলে টানলে বস্তুটি সমবেগে চলবে? (গর্তীয় ঘর্ষণ গুণাংক = 0.1)

উত্তর: 2.94 N

দুইটি তলের মধ্যকার স্থির ঘর্ষণ কোণ  $60^\circ$  তাদের ঘর্ষণ গুণাংক কত?

উত্তর: 1.73

2 kg ভরের একটি বস্তুকে  $10 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? (পথের ঘর্ষণ বল =  $10 \text{ N}$ ; বাতাসের বাধাজনিত বল =  $5 \text{ N}$ )

উত্তর: 35 N

100 kg ভরের একটি গাড়ি  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলছিল। ব্রেক চেপে একে 50 m দূরত্বে থামিয়ে দেয়া হলো। গাড়িটির ব্রেক জনিত বল, ঘর্ষণ বল ও বাতাসের বাঁধা এ তিনটি ক্রিয়ায় খেমে যায়। ব্রেকজনিত বল 250 N ও ঘর্ষণ বল 100 N হলে বাতাসের বাধাজনিত বল কত?

উত্তর: 50 N

10 kg ভরের একটি বাক্সের সাথে রশ্মি বেধে রশ্মিটিকে একটি ঘরের মেঝের সাথে  $30^\circ$  কোণে টানা হচ্ছে। বাক্সটি মেঝের ওপর সমবেগে চলছে। বাক্স ও মেঝের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল 10 N হলে রশ্মির টান কত?

উত্তর: 11.55 N

একটি 70 kg ভরের বাক্সকে 400 N আনুভূমিক বল দ্বারা একটি মেঝের ওপর দিয়ে টানা হচ্ছে। যখন চলে তখন বাক্স ও মেঝের মধ্যে ঘর্ষণ সহগ 0.50 N। বাক্সের ত্বরণ নির্ণয় করো।

উত্তর:  $0.81 \text{ ms}^{-2}$

মেঝে ও কাঠের মধ্যবর্তী স্থিতি ঘর্ষণাঙ্ক 0.45। ঘর্ষণ কোণ নির্ণয় করো। block 8 kg ভর এর হলে অনুভূমিক দিকে নূন্যতম কত বল প্রয়োগ করলে চলতে শুরু করবে?

উত্তর: 24.23 & 35.28 N

$10 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলন্ত একজন বরফ স্কেটার বরফের ওপর 100m এর মধ্যে নিজেকে থামাতে পারলে বরফের সাথে বরফ স্কেটারের গর্তীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কত?

উত্তর: 0.05

$54\text{kmh}^{-1}$  বেগে গতিশীল একটি বস্তুর সাথে রাস্তায় গর্তীয় ঘর্ষণ গুণক 0.3 হলে বস্তুটিকে কত দূরত্বে থামানো সম্ভব।

উত্তর:  $38.3\text{ m}$

$3\text{ms}^{-1}$  বেগে চলন্ত  $8\text{kg}$  ভরের একটি গতিশীল বস্তুর উপর  $60\text{N}$  বল  $2\text{s}$  ধরে প্রয়োগ করা হলে শেষ বেগ কত?

উত্তর:  $13.1\text{ ms}^{-1}$

$10\text{kg}$  ভরের একটি বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে দড়ি বেধে  $100\text{N}$  বল প্রয়োগ করে টানতে থাকলে বস্তুটি কত ত্বরণে চলতে থাকবে? ( $\mu_k = 0.2$ )

উত্তর:  $4.77\text{ ms}^{-2}$

$50\text{ kg}$  ভরের একটি বস্তুকে  $300\text{ N}$  বল অনুভূমিকভাবে  $10\text{ sec}$  ধরে প্রয়োগ করা হলো। এ সময়ের মধ্যে বস্তুটির গড় বেগ কত হবে? ( $\mu_k = 0.2, \mu_s = 0.6$ )

উত্তর:  $20.2\text{ms}^{-1}$

### লিফট

স্থির লিফট,  $R = mg$

লিফট সমবেগে গতিশীল,  $R = mg$

লিফট সমত্বরণে উপরে উঠলে,  $R = m(g + a)$

নিচে নামলে,  $R = m(g - a)$

## লিফট

কোনো লিফট উপরের দিকে  $1.2 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে উঠেছে। লিফটের ভিতর কোনো ব্যক্তি একটি  $2 \text{ kg}$  ভরের বল ধরে থাকলে বলের আপাত ওজন কত? যদি লিফটের তলা হতে  $1.5 \text{ m}$  উপর হতে বলটি ছেড়ে দেওয়া হয় তবে বলটি পড়তে কত সময় লাগবে?

### সমাধান :

উর্ধ্বগামী লিফটের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, আপাত ওজন,  $W = m(g + a)$

$$\text{বা, } W = 2 \text{ kg} \times (9.8 \text{ ms}^{-2} + 1.2 \text{ ms}^{-2})$$

$$= 2 \text{ kg} \times 11 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 22 \text{ N}$$

আবার, আমরা জানি,

$$h = \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } 1.5 \text{ m} = \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times t^2$$

$$\text{বা, } t^2 = \frac{3 \text{ m}}{9.8 \text{ ms}^{-2}} = 0.30612245 \text{ s}^2$$

$$\text{বা, } t = \sqrt{0.30612245} \text{ s}$$

$$\therefore t = 0.55 \text{ s}$$

অতএব, বলের আপাত ওজন  $22 \text{ N}$  এবং বলটি পড়তে সময় লাগবে  $0.55 \text{ s}$

$1200 \text{ kg}$  ভরের একটি লিফট  $3 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে উপরের দিকে চললে লিফটের উপর (i) লিফটের রশ্মির টান কত হবে? (ii) যদি  $3 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে নিচের দিকে নামে তাহলে টান কি হবে?

### সমাধান :

দেওয়া আছে, লিফটের ভর,  $m = 1200 \text{ kg}$

লিফটের ত্বরণ,  $f = 3 \text{ ms}^{-2}$

(i) লিফটটি যখন উপরের দিকে চলে তখন লিফটের রশ্মির টান,  $T = ?$

এক্ষেত্রে,  $T - mg = mf$

$$\text{বা, } T = m(g + f) = 1200 \times (9.8 + 3)$$

$$\therefore T = 15360 \text{ N}$$

(ii) লিফটটি যখন নিচের দিকে নামে তখন লিফটের রশ্মির টান,  $T = ?$

এক্ষেত্রে,  $mg - T = mf$

$$\text{বা, } T = m(g - f) = 1200 \times (9.8 - 3)$$

$$\therefore T = 8160 \text{ N}$$



একটি লিফট  $14ms^{-2}$  ত্বরণে উপরে উঠছে। লিফটের মেঝের  $3m$  উপর হতে একটি বলকে স্থির অবস্থা হতে ছেড়ে দেয়া হল।  $g = 10ms^{-2}$  ধরা হলে লিফটের মেঝে স্পর্শ করতে বলটির কত সময় লাগবে?

**সমাধান :**

এখানে, উচ্চতা,  $h = 3 m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 10 ms^{-2}$

লিফটের ত্বরণ,  $a = 14 ms^{-2}$

মেঝে স্পর্শ করতে সময়,  $t = ?$

$$\text{আমরা জানি, } t = \sqrt{\frac{2h}{g+a}} = \sqrt{\frac{2 \times 3}{14+10}} = \sqrt{\frac{6}{24}} = \frac{1}{2}$$



## Practice CQ

400 kg ভরের একটি গাড়ি  $60 \text{ kmh}^{-1}$  সমবেগে  $10^\circ$  কোণে নত তল বরাবর উপরে উঠে। [ঘর্ষণ গুণক  $\mu$  এর মান 0.3 এবং  $g$  এর মান  $9.8 \text{ ms}^{-2}$ ]

(গ) গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল বিরুদ্ধ বলের মান নির্ণয় করো।

(ঘ) গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা কত হলে গাড়িটি সমবেগে না চলে বরং ত্বরণ প্রাপ্ত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

$3 \text{ ms}^{-1}$  বেগে 2 kg ভরের একটি বস্তু  $0.5 \text{ kg}$  ভরের অন্য একটি স্থির বস্তুর সঙ্গে মোজামুজি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

(গ) সংঘর্ষের পর স্থির বস্তুর শেষ বেগ কত? নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্ভীপকের গতিশীল বস্তুর ভর স্থির বস্তুর ভরের তুলনায় অনেক বেশি হলে সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের পরিণতি কী হবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

5000 kg ভরের একটি বালুভর্তি ট্রাক ঘন্টায় 72 km বেগে চলছে। ট্রাক হতে প্রতি সেকেন্ডে 200 gm বালু ছিদ্র পথে পড়ে যাচ্ছে। ব্রেক চেপে 20 min পরে ট্রাকটিকে 20 m দূরত্বে থামানো হলো।

(গ) যাত্রা শুরুর 15 min পরে ট্রাকের বেগের মান বের করো।

(ঘ) ট্রাকটিকে থামানোর জন্য প্রয়োজনীয় বলের মান হিসাব করা সম্ভব-বিশ্লেষণ করে দেখাও।

2 kg এবং 3 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে  $8.8 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $1.2 \text{ ms}^{-1}$  বেগে বিপরীত দিক হতে এসে সংঘর্ষের পর বস্তু দুটি একত্রে মিলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে চলতে লাগল।

(গ) সংযুক্ত বস্তু দুটির চূড়ান্ত বেগ কত?

(ঘ) উক্ত সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক না অস্থিতিস্থাপক- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও।

$72 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলমান 1800 kg ভরের একটি বড় গাড়ি সামনে দাঁড়িয়ে থাকা 1000 kg ভরের একটি ছোট গাড়িকে পিছন দিক থেকে মজোরে ধাক্কা দিলো। ধাক্কার পর গাড়ি দু'টি একত্রিত হয়ে 60 m গিয়ে থেমে গেলো। রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা বিজ্ঞানের ছাত্র মার্শী, দু'ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করে বলল এটি একটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।

(গ) উদ্ভীপকের গাড়ি দু'টি থামাতে যে বাঁধাদানকারী বল ক্রিয়াশীল ছিল তার মান নির্ণয় কর।

(ঘ) মার্শী'র মন্তব্যের সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর।

### Type 5 – রকেটের গতি

জ্বালানি ধনের ফলে উৎপন্ন গ্যাস তীব্র বেগে পেছনের দিকে বেরিয়ে যায় বলে রকেট বা জেট প্লেন সমান ভরবেগ নিয়ে সামনের দিকে এগিয়ে যায়।

$$F = V_r \frac{dm}{dt}$$

অভিকর্ষজ প্রভাবের ক্ষেত্রে,  $F = V_r \frac{dm}{dt} - mg$

$$a = \frac{1}{m} \cdot V_r \frac{dm}{dt} \text{ [রকেটের ভর জ্বালানীর ভরের সাপেক্ষে নগন্য ধরে]}$$

অভিকর্ষজ প্রভাবের ক্ষেত্রে,

$$a = \frac{1}{m} \cdot V_r \frac{dm}{dt} - g$$

যেকোনো মুহূর্তে বেগ,  $v = v_0 + v_r \ln \frac{m_0}{m} - gt$

$$m = m_0 - \left( \frac{dm}{dt} \right) \times t$$

$v_r$  = রকেটের সাপেক্ষে জ্বালানী নির্গমনের বেগ

$t$  = অতিক্রান্ত সময়

$v_0$  = সময় গণনার শুরুতে বেগ

$m_0$  = জ্বালানিসহ রকেটের আদি ভর

$m = t$  সময় পর রকেটের ভর

মহাকাশে অবস্থিত একটি শাটেল মহাকাশ যানের ভর  $3 \times 10^3 \text{ kg}$  এবং জ্বালানী ভর  $50000 \text{ gm}$ । জ্বালানী  $15 \text{ kgs}^{-1}$  হারে ব্যবহৃত হলে এবং  $150 \text{ ms}^{-1}$  মুখম দ্রুতিতে নির্গত হলে শাটেল যানের উপর ধাক্কা নির্ণয় কর। [BUTex: '08-09]

**সমাধান :**

এখানে, জ্বালানী ব্যবহারের হার,  $\frac{\Delta m}{\Delta t} = 15 \text{ kgs}^{-1}$

রকেটের বেগ,  $v = 150 \text{ ms}^{-1}$

ধাক্কা,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = \left( \frac{\Delta m}{\Delta t} \right) v = 15 \text{ kgs}^{-1} \times 150 \text{ ms}^{-1} \\ = 2250 \text{ kgms}^{-1} = 2250 \text{ N}$$

একটি রকেট তার উড্ডয়নের প্রথম সেকেন্ডে তার ভরের  $\frac{1}{60}$  ভাগ হারায়। রকেট হতে গ্যাস  $2400 \text{ ms}^{-1}$  বেগে বের করে দেয়। রকেটটির ত্বরণ কত হবে?

**সমাধান :**

$$a = \frac{v_r}{m} \left( \frac{dm}{dt} \right) - g \\ = \frac{2400}{m} \times \left( \frac{m}{60 \times 1} \right) - g \\ = \left( \frac{2400}{60} - 9.8 \right) \text{ ms}^{-2} \\ = 30.2 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে

$$dm = \frac{m}{60}$$

$$dt = 1 \text{ s}$$

$$\text{বেগ, } v_r = 2400 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{রকেটের ত্বরণ, } a = ?$$

অতএব, রকেটটির ত্বরণ  $30.2 \text{ ms}^{-2}$ ।

মূর্ত্যাপনে ফেরত

36 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রযুক্ত হলে 1min এ এর বেগ  $15 \text{ kmh}^{-1}$  বৃদ্ধি পাবে?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে, ভর,  $m = 36 \text{ kg}$

সময় ব্যবধান,  $\Delta t = 1 \text{ min} = 1 \times 60 \text{ s} = 60 \text{ s}$

বেগ বৃদ্ধি,  $\Delta v = 15 \text{ kmh}^{-1} = \frac{15 \times 1000}{3600} = 4.167 \text{ ms}^{-1}$

বের করতে হবে, বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 36 \times \frac{4.17}{60} \\ = 2.5 \text{ kgms}^{-2} = 2.5 \text{ N}$$

একটি রকেট মহাশূন্যে প্রতি সেকেন্ডে  $0.07 \text{ kg}$  জ্বালানি খরচ করে। রকেট থেকে নির্গত গ্যাসের বেগ  $100 \text{ kms}^{-1}$  হলে রকেটের উপর কত বল ক্রিয়া করে?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

প্রতি সেকেন্ডে জ্বালানি খরচ,  $\frac{dm}{dt} = 0.07 \text{ kgs}^{-1}$

এবং নির্গত গ্যাসের বেগ,  $r^1 = 100 \text{ kms}^{-1}$

$$= 1 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,  $F = v_r \frac{dm}{dt} - mg$

অভিকর্ষ বলের প্রভাব না থাকলে ( $g = 0$ ), রকেটের উপর ক্রিয়াশীল বল,

$$F = v_r \frac{dm}{dt} = 1 \times 10^5 \text{ ms}^{-1} \times 0.07 \text{ kg} \\ = 7 \times 10^3 \text{ N}$$

মূর্ত্যাপনে ফেরত

## Type 6 – কৌণিক অংশ

$$\text{সরণ} \rightarrow s \rightarrow \theta$$

$$\text{বেগ} \rightarrow v \rightarrow \omega$$

$$\text{ত্বরণ} \rightarrow a \rightarrow \alpha$$

একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার, মিনিটের কাঁটার এবং ঘন্টার কাঁটার কৌণিক বেগ নির্ণয় করা

সমাধান :

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T}$$

$$\omega_s = \frac{2\pi}{60} = \frac{\pi}{30} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\omega_m = \frac{2\pi}{3600} = \frac{\pi}{1800} \text{ rad s}^{-1}$$

$$\omega_h = \frac{2\pi}{43200} = \frac{\pi}{21600} \text{ rad s}^{-1}$$

একটি চাকতি সমকৌণিক ত্বরণে তার অক্ষের চারদিকে ঘুরতে শুরু করে। যদি দুই পাকের শেষে চাকতিটির কৌণিক বেগ  $2\pi \text{ rad s}^{-1}$  হয় তবে ঘোরা শুরুর  $8 \text{ s}$  পরে মেটি মোট কত পাক ঘুরবে?

সমাধান :

$$1 \text{ rev} = 2\pi \text{ rad}$$

$$\omega_1 = 0 \text{ rad s}$$

$$\theta = 2 \text{ rev} = (2 \times 2\pi) \text{ rad}$$

$$\omega_f = 2\pi \text{ rad s}^{-1}$$

$$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2 \alpha \theta$$

$$\text{বা, } (2\pi)^2 = 0 + 2 \alpha (4\pi)$$

$$\alpha = \frac{\pi}{2} \text{ rad s}^{-2}$$

$$t = 8 \text{ s} \text{ এ,}$$

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2 = 0 + \frac{1}{2} \frac{\pi}{2} \times 8^2$$

$$= 50.265 \text{ rad}$$

$$= 8 \text{ rev}$$

সূচীপত্রে ফেরত

## কেন্দ্রমুখী এবং কেন্দ্র বিমুখী বল

$$১. F = \frac{mv^2}{r}$$

২.  $F = m\omega^2 r$  এই সমীকরণগুলো ব্যবহার করা যায়। বলের ( $F$ ) এর পরিবর্তে টান ( $T$ )ও বলতে পারে। যাইহোক, টান আর বল একই।

একটি সুতা সর্বোচ্চ  $5\text{ N}$  টান সহ্য করতে পারে।  $1.2\text{ kg}$  ভরের একটি ঢিলকে ওই সুতায় বেঁধে  $2\text{ m}$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথ প্রতি মিনিটে সর্বোচ্চ কত বার ঘুরানো সম্ভব?

সমাধান :

এখানে, সুতার টান,  $F = 5\text{ N}$

ভর,  $m = 1.2\text{ kg}$

ব্যাসার্ধ,  $r = 2\text{ m}$

$$\therefore \omega = \frac{1.44\text{ rad}}{1\text{ s}} \times \frac{60\text{ sec}}{1\text{ min}} \times \frac{1\text{ rev}}{2\pi\text{ rad}}$$

$$\omega = ? = 13.78\text{ rev min}^{-1}$$

আমরা জানি,  $F = m\omega^2 r$   $\therefore$  প্রতি মিনিটে সর্বোচ্চ 13.78 বার ঘুরানো সম্ভব।

$$\text{বা, } \omega^2 = \frac{F}{mr} = \frac{5}{1.2 \times 2}$$

$$= 2.08\text{ s}^{-2}$$

$$\therefore \omega = 1.44\text{ rad s}^{-1}$$

$2\text{ gm}$  ভর বিশিষ্ট একটি বস্তুকে দীর্ঘ  $1\text{ m}$  সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘোরানো হচ্ছে এবং বস্তুটি  $3\text{ s}$  এ 15 বার পূর্ণ আবর্তন করে সুতার টান নির্ণয় করে।

সমাধান :

দেওয়া আছে, বস্তুর ভর,  $m = 2\text{ gm} = 0.002\text{ kg}$

বৃত্তাকার ব্যাসার্ধ,  $r = 1\text{ m}$

$$\text{কৌণিক বেগ, } \omega = \frac{15 \times 2\pi}{3}\text{ rad s}^{-1} \\ = 31.4\text{ rad s}^{-1}$$

বের করতে হবে, সুতার টান,  $F = ?$

$$\text{এখন, } F = m\omega^2 r = 0.002\text{ kg} \times (31.4\text{ rad s}^{-1})^2 \times 1\text{ m} \\ = 1.972\text{ N}$$

### Type 7 – জড়তার ভ্রামক

লম্ব অক্ষ উপপাদ্য:  $I_z = I_x + I_y$

সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য:  $I = I_z + MR^2$

- ✓ রিং আকৃতির বস্তুর জন্য  $= mr^2$
- ✓ সব দণ্ডের মধ্যবিন্দুগামী অক্ষ:  $\frac{1}{12} ML^2$
- ✓ সব দণ্ডের প্রান্তবিন্দুগামী অক্ষ:  $\frac{1}{3} ML^2$
- ✓ নিরেট বৃত্তাকৃতির কেন্দ্রবিন্দুগামী:  $\frac{1}{2} MR^2$
- ✓ নিরেট গোলক  $= \frac{2}{5} MR^2$
- ✓ ফাপা গোলক  $= \frac{2}{3} MR^2$
- ✓ সিলিণ্ডারের কেন্দ্রগামী  $= \frac{1}{2} mr^2$
- ✓ চতুর্ভুজ প্লেট আকৃতির মধ্যবিন্দুগামী  $= \frac{1}{12} M (a^2 + b^2)$
- ✓ চতুর্ভুজ প্লেট আকৃতির সমান্তরাল  $= \frac{1}{3} ML^2$

### টর্ক

- ✓  $\tau = I \alpha$
  - ✓  $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$  [ $\vec{\tau} = dF$  এখানে,  $dF =$  লম্বদূরত্ব]
  - ✓  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$
  - ✓ লম্ব বরাবর না হলে,  $\tau = r F \sin \theta$
- (clockwise হলে ' - ' এবং anticlockwise হলে '+')



কোনো অক্ষ মাপক্ষে একটি লৌহ নির্মিত বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ  $0.5\text{ m}$ । বস্তুটির ভর  $0.5\text{ kg}$  হলে এর জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর।

**সমাধান :**

এখানে, চক্রগতির ব্যাসার্ধ,  $K = 0.5\text{ m}$

বস্তুর ভর,  $m = 0.5\text{ kg}$

জড়তার ভ্রামক  $I = ?$

আমরা জানি,

$$I = MK^2 = 0.5\text{ kg} \times (0.5\text{ m})^2 \\ = 0.125\text{ kgm}^2$$

$$\therefore \text{জড়তার ভ্রামক} = 0.125\text{ kgm}^2$$

একটি চাকতির ব্যাস  $2\text{ m}$  ও ভর  $20\text{ kg}$ ।  $1800\text{ rpm}$  কৌণিক দ্রুতিতে চাকতির কৌণিক ভরবেগ কত হবে?

**সমাধান :**

এখানে, চাকার ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{2}{2} = 1\text{ m}$

ভর,  $m = 20\text{ kg}$

কৌণিক দ্রুতি  $\omega = 1800\text{ rpm}$

$$= \frac{1800 \times 2\pi}{60} = 60\pi$$

কৌণিক ভরবেগ,  $L = ?$

$$\text{চাকতির জড়তার ভ্রামক, } I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 1^2 \\ = 10\text{ kgm}^2$$

কৌণিক ভরবেগ,  $L = I\omega = 10 \times 60\pi$

$$= 600\pi\text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$$

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

একটি ধাতব চাকতির ব্যাস  $0.2\text{ m}$  ও ভর  $25\text{ kg}$  ইহার ভারকেন্দ্র দিয়ে বেগ পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করা।

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

ধাতব চাকতির ব্যাস,  $d = 0.2\text{ m}$

ধাতব চাকতির ব্যাসার্ধ,  $r = \frac{0.2}{2}\text{ m}$

$\therefore r = 0.1\text{ m}$

ভর,  $m = 25\text{ kg}$

বের করতে হবে, ভারকেন্দ্র দিয়ে এবং পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক,  $I = ?$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ,  $K = ?$

আমরা জানি, পাতলা গোলাকার চাকতির ক্ষেত্রে ভারকেন্দ্রসহ যেকোনো ব্যাসার্ধের সাপেক্ষে, জড়তার ভ্রামক,

$$I = \frac{1}{2}mr^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 25\text{ kg} \times (0.1\text{ m})^2$$

$$\therefore I = 0.125\text{ kgm}^2$$

আবার, আমরা জানি,

$$\text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ, } k = \sqrt{\frac{I}{m}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.125\text{ kgm}^2}{25\text{ kg}}}$$

$$\therefore k = 0.07\text{ m}$$

মূর্ত্যপত্রে ফেরত

একটি ধাতব গোলকের ভর  $6g$ । এটিকে  $3m$  দীর্ঘ একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে প্রতি সেকেন্ডে 4 বার ঘুরানো হচ্ছে। এর কৌণিক ভরবেগ কত?

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, } m = 6g = 6 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$r = 3 \text{ m}$$

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{4} \text{ s}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 8\pi \text{ rads}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } L = I\omega$$

$$\text{আবার, } I = mr^2$$

$$\therefore L = mr^2\omega$$

$$= 6 \times 10^{-3} \times 3^2 \times 8\pi$$

$$= 1.356 \text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$$

একটি চাকার ভর  $5 \text{ kg}$  এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ  $25 \text{ cm}$ । এর ঘূর্ণন জড়তা [জড়তার ভ্রামক] কত? চাকাটিকে  $4 \text{ rad s}^{-1}$  কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, } m = 5 \text{ kg}$$

$$K = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{জড়তার ভ্রামক, } I = ?$$

$$\text{কৌণিক ত্বরণ, } \alpha = 4 \text{ rads}^{-2}$$

$$\text{টর্ক, } \tau = ?$$

$$\text{আমরা জানি,}$$

$$I = MK^2 = 5 \text{ kg} \times (0.25 \text{ m})^2 = 0.3125 \text{ kgm}^2$$

$$\text{আবার, টর্ক, } \tau = I\alpha = 0.3125 \text{ kgm}^2 \times 4 \text{ rads}^{-2} = 1.25 \text{ Nm}$$

$$\therefore \text{জড়তার ভ্রামক} = 0.3125 \text{ kgm}^2$$

$$\text{টর্ক} = 1.25 \text{ Nm}$$

(1, -1, 2) বিন্দুতে ক্রিয়াশীল বল  $\vec{F} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$ । (2, -1, 3) বিন্দুর সাপেক্ষে বলের ভ্রামক নির্ণয় করো।

**সমাধান :**

দেওয়া আছে, বল,  $\vec{F} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 4\hat{k}$

(2, -1, 3) বিন্দুর সাপেক্ষে (1, -1, 2) বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, রৈখিক ভরবেগ,

$$\vec{r} = (1 - 2)\hat{i} + (-1 + 1)\hat{j} + (2 - 3)\hat{k} = -\hat{i} - \hat{k}$$

বলের ভ্রামক,  $\vec{\tau} = ?$

$$\text{এখন, } \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$= \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -1 & 0 & -1 \\ 3 & 2 & -3 \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}(0 + 2) - \hat{j}(4 + 3) + \hat{k}(-2 - 0)$$

$$= 2\hat{i} - 7\hat{j} - 2\hat{k}$$

একটি চাকার ভর 4 kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 25 cm। এর ঘূর্ণন জড়তা কত? চাকাটিতে  $2 \text{ rad s}^{-2}$  কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

$$\text{উত্তর: টর্ক} = 0.5 \text{ Nm}$$

হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইলেকট্রন  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে চলে  $1.51 \times 10^{-16} \text{ s}$  এ একবার ঘুরে আসে। কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো।

$$\text{উত্তর: } 1.07 \times 10^{-34} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

পৃথিবী সূর্যকে কেন্দ্র করে  $1.45 \times 10^{11} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 365 দিনে একবার ঘুরে আসে। পৃথিবীর ভর  $6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$  হলে, এর কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় করো।

$$\text{উত্তর: } 25.12 \times 10^{39} \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$$

একটি বৃত্তাকার চাকতির ব্যাসার্ধ  $10\text{cm}$  হলে চাকতির পরিধিস্থ বিন্দু ও চাকতির তলের মাঝে লম্ব বরাবর অক্ষের মাপক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? [চাকতির ভর =  $2\text{ kg}$ ]

উত্তর:  $0.03\text{ kgm}^2$

একটি  $5\text{kg}$  ভরের,  $5\text{cm}$  ব্যাসের বৃত্তাকার চাকতির কোনো ব্যাসের মাপক্ষে জড়তার ভ্রামক কত?

উত্তর:  $3.125 \times 10^{-3}\text{ kgm}^2$

কোনো অক্ষ মাপক্ষে একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক  $100\text{ kgm}^{-1}$ । উক্ত অক্ষ মাপক্ষে বস্তুটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। (বস্তুর ওজন  $29.4\text{ N}$ )

উত্তর:  $5.77\text{ m}$

### কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

কৌণিক গতিশক্তি

$$E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 \quad [\text{যেহেতু } \omega = \frac{2\pi}{T}]$$

বস্তুটিতে যদি কৌণিক ও রৈখিক দুটি বেগই থাকে তাহলে মোট শক্তি,

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$mv \rightarrow I\omega$$

$$F = ma \rightarrow \tau = I\alpha$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$$

$$\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$$

$$1\text{rev} \rightarrow 1\text{rps} = 2\pi\text{ rad}$$

$$1\text{rpm} = \frac{2\pi}{60}\text{ rads}^{-1}$$

সূচীপত্রে ফেরত

একটি চাকার ভর  $10\text{ kg}$  এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ  $0.5\text{ m}$ । এর ঘূর্ণন জড়তা [জড়তার ভ্রামক] কত? চাকাটিকে  $5\text{ rad s}^{-1}$  কৌণিক বেগে ঘুরলে এর ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় করা।

**সমাধান :**

দেওয়া আছে, ভর,  $m = 10\text{ kg}$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ,  $K = 0.5\text{ m}$

জড়তার ভ্রামক,  $I = ?$

কৌণিক বেগ,  $\omega = 5\text{ rad s}^{-1}$

ঘূর্ণন গতিশক্তি,  $E_k = ?$

আমরা জানি,

$$I = mK^2 = 10 \times (0.5)^2 \\ = 2.5\text{ kgm}^2$$

$$\text{আবার, } E_k = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 5^2 \\ = 31.25\text{ J}$$

একটি মিলিগারের ভর  $50\text{ kg}$  এবং ব্যাসার্ধ  $0.20\text{ m}$ । মিলিগারটির অক্ষের মাপক্ষে এর জড়তার ভ্রামক  $1.0\text{ kgm}^2$ । মিলিগারটি যখন  $2\text{ ms}^{-1}$  বেগে অনুভূমিকভাবে গড়াতে থাকে তখন তার মোট গতিশক্তি কত হবে?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে, ভর,  $m = 50\text{ kg}$   $E_T =$  সাধারণ গতিশক্তি + ঘূর্ণন গতিশক্তি

ব্যাসার্ধ,  $r = 0.20\text{ m}$

$$= \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

জড়তার ভ্রামক,  $I = 1\text{ kgm}^2$

$$= \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I \frac{v^2}{r^2}$$

বেগ,  $v = 2\text{ ms}^{-1}$

গতিশক্তি,  $E_T = ?$

$$= \frac{1}{2} \times 50 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times I \times \frac{2^2}{(0.2)^2}$$

$$= 150\text{ J}$$

**মূর্ত্যপত্রে ফেরত**

একজন বেলে নর্তকী হস্ত প্রসারিত অবস্থায় উল্লম্ব অক্ষের চারপাশে  $1 \text{ rev s}^{-1}$  বেগে ঘূর্ণায়মান। হাত গুটিয়ে নিলে তার জড়তার ভ্রামক 60 ভাগ কমে যায়। হাত গুটানো অবস্থায় প্রতি সেকেন্ডে ঘূর্ণন সংখ্যা কত হবে?

**সমাধান :**

দেওয়া আছে,

আদি ঘূর্ণন বেগ,  $\omega_1 = 1 \text{ rev s}^{-1} = 2\pi \text{ rad s}^{-1}$

আদি জড়তার ভ্রামক,  $I_1 = I$

পরবর্তী জড়তার ভ্রামক,  $I_2 = (1 - 0.6)I = 0.4I$

পরবর্তী ঘূর্ণনবেগ,  $\omega_2 = ?$

আমরা জানি,

কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি অনুসারে,

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2$$

$$\begin{aligned} \therefore \omega_2 &= \frac{I_1 \omega_1}{I_2} \\ &= \frac{1 \times 2\pi}{0.41} \end{aligned}$$

$$= 2.5 \text{ rev s}^{-1}$$

7 metre উঁচু হতে 2kg ভরের একটি পিতলের নিরেট গোলক একটি নতি তলে গড়াতে গড়াতে ভূমিতে এসে পড়ে। ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গোলকটির ভরকেন্দ্রের গতিশক্তি ও কৌণিক গতিশক্তি কত ছিল? [ $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ] [BUET: '04-05]

**সমাধান :**

ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গতিশক্তি = 7 মিটার উচ্চতায় বিভব শক্তি

$$\therefore K.E = mgh$$

$$= 2 \times 9.8 \times 7$$

$$= 137.2 \text{ joules}$$

$$\text{নিরেট গোলকের জন্য } I = \frac{2}{5} Mr^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{এবং কৌণিক গতিশক্তি} &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\
 &= \frac{1}{2} \times \frac{2}{5} M r^2 \omega^2 \\
 &= \frac{1}{5} m v^2
 \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{5} m v^2 = 137.2$$

$$\text{বা, } \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5}\right) \times 2 \times v^2 = 137.2$$

$$\text{বা, } v = 9.89 \text{ ms}^{-1}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{কৌণিক গতিশক্তি} &= \frac{1}{5} m v^2 = \frac{1}{5} \times 2 \times (9.89)^2 \\
 &= 39.12 \text{ Joules}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{ভরকেন্দ্রের গতিশক্তি} &= \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times (9.899)^2 \\
 &= 98 \text{ J}
 \end{aligned}$$

একটি চাকার ভর  $6 \text{ kg}$  এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ  $40 \text{ cm}$ । চাকাটি প্রতি মিনিটে 300 বার ঘুরে। এর জড়তার ভ্রামক এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি বের করা

**সমাধান :**

দেওয়া আছে, চাকার ভর,  $M = 6 \text{ kg}$

চক্রগতির ব্যাসার্ধ  $K = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$

চাকার কৌণিক বেগ,  $\omega = \frac{300 \times 2\pi}{60} \text{ rad s}^{-1} = 31.4 \text{ rad s}^{-1}$

বের করতে হবে, জড়তার ভ্রামক  $I = ?$

এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি,  $E = ?$

$$\begin{aligned}
 \text{আমরা জানি, } I &= M K^2 = 6 \text{ kg} \times (0.4)^2 \\
 &= 0.96 \text{ kg m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{এবং } E &= \frac{1}{2} I \omega^2 \\
 &= \frac{1}{2} \times 0.96 \text{ kg m}^2 \times (31.4 \text{ rad s}^{-1})^2 \\
 &= 473.26 \text{ J}
 \end{aligned}$$



5 kg ভরের একটি দৃঢ় বস্তু ঘূর্ণন অক্ষ থেকে 1.5 m দূরে  $5 \text{ rads}^{-1}$  কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরছে। এর জড়তার ভ্রামক এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

উত্তর:  $11.25 \text{ kgm}^2$  ও  $140.625 \text{ J}$

একটি 1m লম্বা লাঠি  $15 \text{ ms}^{-1}$  বেগে গড়িয়ে যাচ্ছে। লাঠিটির পুরুত্ব 0.5cm হলে, মোট শক্তি কত? লাঠিটির ঘনত্ব ( $2000 \text{ kgm}^3$ )।

উত্তর:  $6.63 \text{ J}$

একটি ফাঁপা গোলককে গড়িয়ে দিলে মোট শক্তি 50J হলে কৌণিক গতিশক্তি ও রৈখিক গতিশক্তির পরিমাণ বের কর।

উত্তর:  $20 \text{ J}$  ও  $30 \text{ J}$

5 kg ভরের একটি দৃঢ় বস্তু ঘূর্ণন অক্ষ থেকে 1.5 m দূরে  $5 \text{ rads}^{-1}$  কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরছে। এর জড়তার ভ্রামক এবং ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

উত্তর:  $11.25 \text{ kgm}^2$  ও  $140.625 \text{ J}$



মার্চাপত্রে ফেরত

### Type 8 – ব্যাংকিং

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$\theta$  = উলম্বের সাথে কোণ কিন্তু বিমানের পাখা হলে অনুভূমিকের সাথে কোণ

$$\sin \theta = \frac{h}{x}$$

$$\tan \theta = \sin \theta \text{ [যখন } \theta \text{ এর মান খুব ছোট]}$$

100 m ব্যাস বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথে  $60 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে গাড়ি চালাতে হলে পথটিকে কত ডিগ্রি কোণে আনত রাখতে হবে?

সমাধান :

এখানে ব্যাস, = 100 m

$$\therefore \text{ব্যাসার্ধ, } r = \frac{100}{2} = 50 \text{ m}$$

$$\text{বেগ, } v = 60 \text{ kmh}^{-1} = \frac{60 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1}$$

$$= \frac{50}{3} \text{ ms}^{-1}$$

আনত কোণ,  $\theta = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\text{বা, } \tan \theta = \frac{\left(\frac{50}{3} \text{ ms}^{-1}\right)^2}{50 \text{ m} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\text{বা, } \tan \theta = \frac{250}{441}$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1} \left( \frac{250}{441} \right) = 29.55^\circ$$

অতএব, আনত কোণ,  $29.55^\circ$

25.2 kmh<sup>-1</sup> বেগে চলা একজন মাইকেল আরোর্হা 5 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার মোড় ঘুরছিল। কোন দুর্ঘটনা এড়াতে ভূমির সাথে কতটা হেলে তাকে চলতে হবে?  
[RUET: '04-05]

**সমাধান :**

$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \left( \frac{v^2}{rg} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{7^2}{5 \times 9.8} \right) = 45^\circ$$

এখানে,  $\theta$  হচ্ছে উলম্বের সাথে কোণ।

সুতরাং, ভূমির সাথে  $(90 - 45)^\circ = 45^\circ$  কোণে হেলে থাকতে হবে।

একটি রেললাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ 250 m এবং রেললাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1m। ঘণ্টায় 50km<sup>-1</sup> বেগে চলন্ত গাড়ীর ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় ব্যাংকিং-এর জন্য বাইরের লাইনের পাতকে ভিতরের লাইনের পাত অপেক্ষা কতটুকু উঁচু করতে হবে?  
[CUET: '13-14, '07-08, BUTex: '11-12, RUET: '05-06]

**সমাধান :**

$$\text{এখানে, } v = 50 \text{ kmh}^{-1} = \frac{50}{3.6} \text{ ms}^{-1} = 13.89 \text{ ms}^{-1}$$

$$r = 250 \text{ m}$$

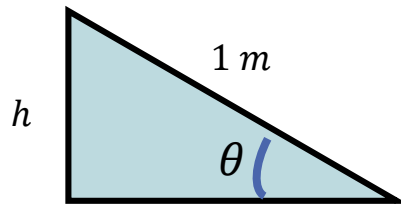
$$\tan \theta = \frac{v^2}{rg} = 0.0787$$

$$\theta \text{ ক্ষুদ্র বলে } \tan \theta = \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{h}{OB} = \frac{h}{1m}$$

$$\therefore h = 0.0787 \text{ m}$$

$$= 7.87 \text{ cm}$$



একটি রেল লাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ  $300\text{ m}$  এবং ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাত  $0.03\text{ m}$  উঁচু। পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $1.5\text{ m}$  হলে ঐ বাকে রেলগাড়ির যথোপযুক্ত বেগ কত?

**সমাধান :**

এখানে, বাঁকের ব্যাসার্ধ,  $r = 300\text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$

বেগ,  $v = ?$

চিত্র হতে,  $\sin \theta = \frac{0.03}{1.5}$

বা,  $\sin \theta = 0.02$

$\theta = 1.15^\circ$

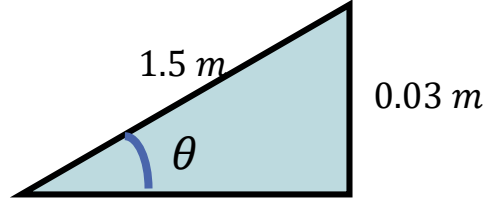
এখানে, খুব ক্ষুদ্র হওয়ায়,  $\sin \theta = \tan \theta = 0.02$

আমরা জানি,  $\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$

বা,  $v^2 = rg \tan \theta$

বা,  $v = \sqrt{300\text{ m} \times 9.8\text{ ms}^{-2} \times 0.02}$

$\therefore v = 7.67\text{ ms}^{-1}$



একটি রাস্তা  $60\text{ m}$  ব্যাসার্ধে বাক নিয়েছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি  $6\text{ m}$  চওড়া এবং এর ভিতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা  $0.6\text{ m}$  উঁচু। সর্বোচ্চ কত বেগে ঐ স্থানে নিরাপদ বাক নেওয়া সম্ভব? [CUET: '08-09]

**সমাধান :**

এখানে,  $r = 60\text{ m}$ ,  $h = 0.6\text{ m}$  এবং  $x = 6\text{ m}$

$\tan \theta = \sin \theta = \frac{h}{x}$

আমরা জানি,  $\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$

$\therefore \frac{v^2}{rg} = \frac{h}{x}$

$\therefore v = \sqrt{\frac{hrg}{x}} = \sqrt{\frac{0.6 \times 60 \times 9.8}{6}}\text{ ms}^{-1} = 7.66\text{ ms}^{-1}$

মোট চলাচলের একটি রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ  $1\text{km}$ । রাস্তাটি অনুভূমিকের সাথে  $4^\circ$  কোণ করে ঢালু করা আছে। একটি মোটর গাড়ি নিরাপদে মর্বোচ্চ কত বেগে এই বাক অতিক্রম করতে পারে।

উত্তর:  $26.18\text{ ms}^{-1}$

রেললাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ  $100\text{m}$  এবং ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাত  $0.1\text{ m}$  উঁচু। পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $1\text{m}$  হলে রেলগাড়ীর বেগ কত হবে?

উত্তর:  $9.924\text{ ms}^{-1}$

একটি রেললাইনের বাঁকের ব্যাসার্ধ  $200\text{m}$  এবং রেল লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.5\text{ m}$ । ঘন্টায়  $36\text{ km}$  বেগে চলন্ত রেলের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় ব্যাংকিং এর জন্য বাইরের পাত ভিতরের পাত অপেক্ষা কতটুকু উঁচু করতে হবে?

উত্তর:  $0.02547\text{m}$

একটি রাস্তা  $0.6\text{m}$  প্রশস্ত এবং কোনো এক জায়গায় ইউটার্ন নিয়েছে। ইউটার্ন নেওয়া রাস্তাদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $500\text{m}$ । কোনো গাড়ি ঐ রাস্তায় বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি থেকে খসে যাওয়া কোনো বস্তু ভূমিতে পড়ার সময় গাড়ি থেকে এর দূরত্ব হয়  $50\text{m}$ । রাস্তার বাহিরের দিক ভিতরের দিক থেকে কতটুকু উঁচু হবে?

SINCE 2018

উত্তর:  $\frac{\sqrt{3}}{2}\text{ m}$

$100\text{kg}$  ভরের একটি রেলগাড়ি  $600\text{m}$  ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথে  $90\text{kmh}^{-1}$  গতিতে চলে। লাইনের দুইটি পাটির মধ্যবর্তী দূরত্ব যদি  $2\text{m}$  হয়, তবে বাইরের পাটিটি ভেতরটি হতে কত উঁচু হলে এদের মধ্যে কোনো পার্শ্বচাপ পড়বে না?

উত্তর:  $0.212\text{m}$

$50\text{m}$  ব্যাসার্ধের একটি বাঁকের মুখে  $60\text{ kmh}^{-1}$  দ্রুতিমম্পন্ন গাড়ি যেতে হলে রাস্তার ব্যাংকিং এর কোণ কত হওয়া প্রয়োজন?

উত্তর:  $29.56^\circ$

একজন সাইকেল চালক ঘন্টায়  $35.28\text{km}$  বেগে চলাকার্লীন  $32.6\text{m}$  ব্যাসার্ধের একটি মোড় বাঁক নেয়া উল্লম্বের সাথে তার আনত কোণের ট্যানজেন্ট বের করো। [ $g = 9.8\text{ms}^{-2}$ ]

মূর্ত্যাপ্রদে ফেরত

উত্তর:  $0.3$

5 m প্রশস্ত একটি রাস্তার একটি নির্দিষ্ট স্থানের বাঁকের বক্রতার ব্যাসার্ধ 80 m। রাস্তার উভয় পাশের উচ্চতার পার্থক্য 0.4 m। বাঁক অতিক্রমের পূর্বে একটি গাড়ি  $54 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলছিল।

(গ) বাঁকের স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী গাড়িটি উক্ত বেগে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

500 kg ভরের একটি গাড়ি 3900 J গতিশক্তি নিয়ে রাস্তায় চলছিল। হঠাৎ গাড়িটি 120 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তায় কোনো ব্যাংকিং ছিল না। রাস্তার ও গাড়ির চাকার ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.2

(গ) রাস্তার বাঁকে গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রবিমুখী ত্বরণের মান নির্ণয় করো।

(ঘ) সর্বোচ্চ বেগ নিয়ে বাঁক অতিক্রম করতে হলে চালককে তার গাড়ির বেগে কী পরিমাণ পরিবর্তন করতে হবে- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় করো।

গ্রামের একটি সমতল রাস্তার এক জায়গায় 3m ব্যাসার্ধের একটি বাঁক রয়েছে। একজন মাইকেল আরোহী  $20 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে হেলে মাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করল। না হেলে একজন মাইকেল আরোহী যেন নিরাপদে বাঁক অতিক্রম করতে পারে সে ব্যাপারে বাঁকে একটি মতর্কাকরণ প্লেটে সর্বোচ্চ গতিমীমা  $6 \text{ kmh}^{-1}$  উল্লেখ আছে। [রাস্তার বাঁকে ব্যাংকিং করা ছিল না এবং টায়ার ও রাস্তার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.1 এবং  $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ]

(গ) মাইকেল আরোহী কত কোণে হেলে মাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করেছিল? নির্ণয় কর।

(ঘ) মতর্কাকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিমীমার যথার্থতা যাচাই কর।

একটি ভারি চাকার ভর 40 kg এবং জড়তার ভ্রামক  $4000 \text{ kgm}^2$ । চাকাটি প্রতি মিনিটে 100 বার ঘুরছে। রহমান মাহেব চাকাটিকে 2 মিনিটে থামানোর জন্য 300 Nm বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করল।

(গ) উদ্দীপকে চাকাটির ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকে রহমান মাহেব নির্দিষ্ট সময়ে চাকাটি থামাতে সক্ষম হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও।

$P$  ও  $Q$  দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে  $0.025\text{ kg}$  ও  $0.05\text{ kg}$ ।  $P$  ও  $Q$  গোলকদ্বয়কে 2টি পৃথক সুতার সাহায্যে বেঁধে যথাক্রমে  $0.909\text{ m}$  ও  $0.709\text{ m}$  ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আনুভূমিকভাবে মিনিটে 30 বার ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ  $0.275\text{ N}$  বল সহ্য করতে পারে।

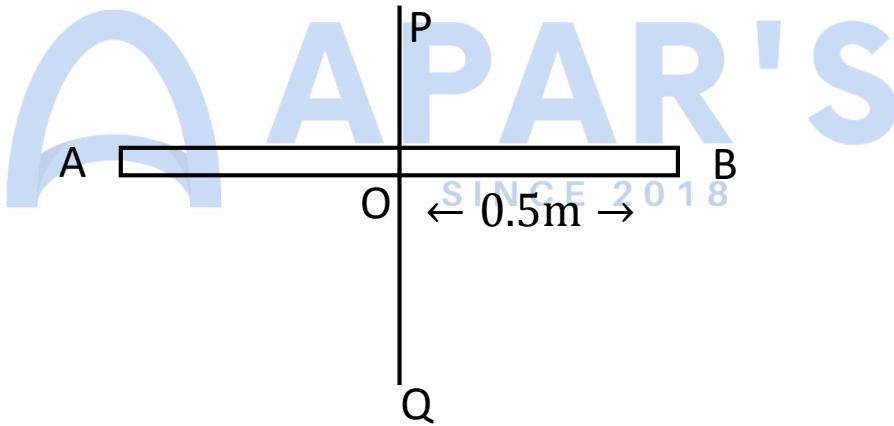
(গ)  $P$  গোলকের কৌণিক ভরবেগ কত?

(ঘ)  $P$  ও  $Q$  গোলকের সুতার মধ্যে কোন সুতাটি ছিঁড়ে যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক যুক্তি দাও।

$60\text{ kmh}^{-1}$  গতিমম্পন্ন একটি ট্রেন  $328\text{ m}$  ব্যাসার্ধবিশিষ্টা রেল লাইনে বাঁক নেয়ার সময় লাইনচ্যুত হয়ে বগিমহ উল্টে যায়। দুর্ঘটনাস্থলে লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $1\text{ m}$  এবং ভেতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাতটির উচ্চতা ছিল  $7\text{ cm}$

(গ) উক্ত স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোন নির্ণয় করা

(ঘ) রেল দুর্ঘটনার কারণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করা



উপরের চিত্রের মক ও মুসম দণ্ডের দৈর্ঘ্য  $AB = 1\text{ m}$  এবং ভর  $2\text{ kg}$ । দণ্ডটি তার দৈর্ঘ্যের মাঝে লম্বভাবে গমনকারী  $PQ$  অক্ষের সাপেক্ষে মুসম কৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান।

(গ) উদ্দীপকের দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় করা।

(ঘ) উদ্দীপকের দণ্ডটির ঘূর্ণন অক্ষ মধ্যবিন্দু  $O$  থেকে প্রান্তের  $A$  বিন্দুতে স্থানান্তর হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধের কার্যকর পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করা।

একজন ব্যক্তি 300 গ্রাম ভরের একটি বস্তুকে 70 cm দৈর্ঘ্যের একটি রশ্মির এক প্রান্তে বেঁধে অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। হঠাৎ বস্তুটির এক-তৃতীয়াংশ খুলে পড়ে গেলে তিনি তাৎক্ষণিকভাবে রশ্মির দৈর্ঘ্য 10 cm কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 10 বার বৃদ্ধি করে বস্তুর অবশিষ্টাংশকে ঘুরাতে থাকেন।

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় বস্তুটির কোণিক ভরবেগ নির্ণয় করা।

(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় রশ্মির উপর প্রযুক্ত টানের কার্যরূপ পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।

2 m প্রশস্ত এবং 200 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি ব্যাংকিং যুক্ত বাঁকা পথে একটি গাড়ি  $50.4 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলে নিরাপদের বাঁক নিতে পারে। [ $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$  এবং রাস্তার ঘর্ষণ গুণক  $\mu = 0.5$ ]

(গ) রাস্তার ব্যাংকিং উচ্চতা নির্ণয় করা।

(ঘ) উদ্দীপকের রাস্তাটি ব্যাংকিংহীন হলে তখন গাড়িটি নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে কি না? গাণিতিকভাবে যাচাই করে তোমার মতামত দাও।

8 m প্রশস্ত রাস্তা দিয়ে একটি গাড়ি যথাক্রমে 100 m ও 80 m ব্যাসার্ধের দুইটি বাঁক অতিক্রম করলো। রাস্তার ভিতরের ও বাইরের প্রান্তের উচ্চতার বাঁক অতিক্রম করলো। রাস্তার ভিতরের ও বাইরের প্রান্তের উচ্চতার পার্থক্য 0.4 m।

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় করো।

(ঘ) গাড়িটি উভয় বাঁক কি সমান বেগে অতিক্রম করতে পারবে- গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

1000 kg ভরের একটি বাস 75000 J গতিশক্তি নিয়ে চলার সময় 100 m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তার প্রশস্ত 10 m এবং রাস্তার প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী উচ্চতার ব্যবধান 0.2m.

(গ) বাসটির ভরবেগ নির্ণয় করা।

(ঘ) গতিবেগ না কমিয়ে বাসটি নিরাপদে বাঁকটি অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা।