



## অধ্যায়-০৪: নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

### Question Type-01 : বলের ধারণা

বল  $F = \frac{dp}{dt}$  [অর্থাৎ ভরবেগের পরিবর্তনের হার]

$$F = m \cdot \frac{dv}{dt}; F = ma$$

Case-01 : সাম্যাবস্থার শর্ত:

(i)  $\Sigma F = 0$

(ii)  $\Sigma \tau = 0$

(iii)  $\Sigma F = 0$  এর জন্য তিনটি বল একই বিন্দুতে ক্রিয়াশীল হলে এদের যে কোন একটির মান অপর দুটির যোগফলের সমান বা তার চেয়ে ছোট হতে হবে। কেননা,  $(P - Q \leq R \leq P + Q)$

Example: 10N ও 20N বলের লব্ধি হতে পারে না-

- (a) 15N                      (b) 25N                      (c) 40N                      (d) 30N

সমাধান: (c); যেহেতু  $40N > (10N + 20N)$ ; তাই এটি লব্ধি হতে পারে না।

Case-02 : নিউটনের সূত্র:

1st:  $\Sigma F = 0$  হলে  $a = 0$ , then  $\Delta v = 0$  অর্থাৎ, স্থির বস্তু স্থির এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে চলমান থাকবে।

2nd:  $F = \frac{dp}{dt}$  এবং যদিকে বল প্রয়োগ হবে বস্তুর ভরবেগও সেদিকেই পরিবর্তিত হবে।

3rd:  $F_1 = -F_2$  ।

অর্থাৎ, Every action has an equal and opposite reaction.

কিন্তু, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া কখনও একই বস্তুতে কাজ করে না।

$$F = \frac{dp}{dt}; F = 0 \text{ হলে } dp = 0; p = \text{ধ্রুব [অর্থাৎ ভরবেগ সংরক্ষিত]}$$

Case-03 : বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন  $Ft = m\Delta v = m(v - u)$

মাথায় রাখার বিষয় ভরবেগ ভেক্টর রাশি। তাই দিকটিও স্পষ্ট করে ব্যবহার করতে হবে।

Example: একটি বস্তুর উপর কত বল 3s ধরে ক্রিয়া করলে তার বেগ  $3ms^{-1}$  থেকে  $5ms^{-1}$  হবে? [ $m = 5kg$ ]

সমাধান:  $Ft = m(v - u); F \cdot 3 = 5(5 - 3) \therefore F = \frac{5 \cdot 2}{3} = \frac{10}{3} N$

Example: একটি বস্তু  $3ms^{-1}$  বেগে চলছিল। তা বাধা পেয়ে উল্টো দিকে  $4ms^{-1}$  বেগে আসতে লাগল। বলের ঘাত কত? [ $m = 10kg$ ]

সমাধান: বলের ঘাত =  $\Delta P = 10 \times (-4 - 3) = -70kgms^{-1}$  ।

### Related Questions:

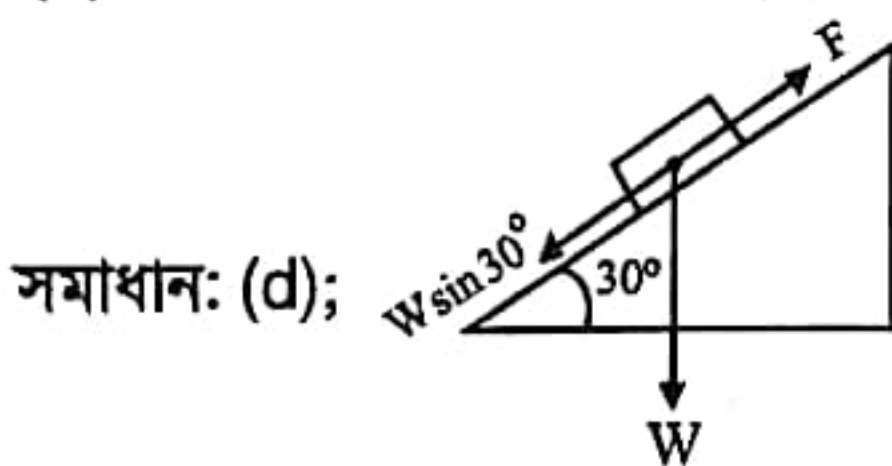
01. ভূ-সমতলের সাথে  $30^\circ$  কোণে আনত পথে একটি 2kg ভরের বস্তুকে  $3ms^{-2}$  ত্বরণে উঠাতে হলে বস্তুটির উপর কত নিউটন (N) বল প্রয়োগ করতে হবে? [GST'20-21]

(a) 6.8

(b) 11.8

(c) 12.8

(d) 15.8



$w = mg =$  মধ্যকর্ষণজনিত ওজন বল

$a = 3ms^{-2}$  ত্বরণে উঠাতে হবে।

$$F - W \sin 30^\circ = ma \therefore F = mg \sin 30^\circ + ma = \left(2 \times 9.8 \times \frac{1}{2}\right) + (2 \times 3)N \therefore F = 15.8 N$$







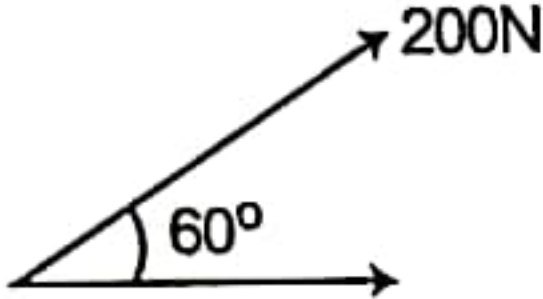
02. 5 kg ভরের একটি বস্তু  $1.2 \text{ ms}^{-1}$  বেগে একটি দেয়ালে লম্বভাবে ধাক্কা খেয়ে  $0.8 \text{ ms}^{-1}$  বেগে বিপরীত দিকে ফিরে আসলে বলের ঘাত কত Ns হবে? [GST'20-21]

(a) 4 (b) 5 (c) 6 (d) 10

সমাধান: (d);  $Ft = m(v - u) = 5(1.2 + 0.8)\text{Ns} = 10 \text{ Ns}$

03. একটি কাঠের খন্ডকে আনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে 200 N বল দ্বারা টানা হচ্ছে। বস্তুটির উপর আনুভূমিকের দিকে কার্যকরী বল কত? [Agri. Gucho'20-21]

(a) 100 N (b) 200 N (c) 125 N (d) Zero

সমাধান: (a);  আনুভূমিক দিকে =  $200\cos 60^\circ = 100\text{N}$

04. 1N বল 2 kg ভরের ওপর প্রয়োগ করা হলো। আবার 2N বল 4 kg ভরের ওপর প্রয়োগ করা হলো। ১ম ও ২য় ক্ষেত্রের ত্বরণের অনুপাত কত হবে? [RU'20-21]

(a) 1 : 1 (b) 2 : 1 (c) 4 : 1 (d) 1 : 2

সমাধান: (a);  $1 = 2a_1$ ,  $2 = 4a_2 \therefore \frac{1}{2} = \frac{2}{4} \cdot \frac{a_1}{a_2} \therefore \frac{a_1}{a_2} = 1$

05. 60 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে 1 মিনিটে এর বেগ  $10 \text{ ms}^{-1}$  বৃদ্ধি পাবে? [JU'19-20]

(a) 20 N (b) 15 N (c) 5 N (d) 10 N

সমাধান: (d);  $a = \frac{10}{60} = \frac{1}{6} \therefore F = ma = 60 \times \frac{1}{6} = 10\text{N}$

06. 60 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 গেল। বলের ঘাত \_\_\_\_\_  $\text{kgms}^{-1}$ । [JU'19-20]

(a) 0.010 (b) -0.015 (c) 0.2015 (d) -0.115

সমাধান: (উত্তর নেই);  $F \times t = m(v - u) = 60(0.1 - (-0.2)) = 60 \times 0.3 \text{ kgms}^{-1} = 18 \text{ kgms}^{-1}$

07. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ কত ডিগ্রি? [KU'19-20]

(a) 0 (b) 90 (c) 180 (d) 360

সমাধান: (c); ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া পরস্পর বিপরীতমুখী।

08. নিচের কোন শক্তি অন্য শক্তিতে সহজে রূপান্তরিত হতে চায় না? [Ans: b][KU'19-20]

(a) আলো (b) তাপ (c) তড়িৎ (d) শব্দ

09.  $15\text{ms}^{-1}$  বেগে চলমান 160g ভরের একটি বলকে তুমি ব্যাট দিয়ে আঘাত করলে, বলটি  $25\text{ms}^{-1}$  বেগে ফিরে গেল। ব্যাট-বল সংঘর্ষের স্থায়িত্বকাল 10ms হলে তুমি গড়ে কত N বল দিয়ে আঘাত করেছ? [SUST'19-20]

(a) 640 (b) 1600 (c) 560 (d) 160 (e) 120

সমাধান: (a);  $F = \frac{|mv - mu|}{t} = \frac{0.16(15 + 25)}{10 \times 10^{-3}} = 640\text{N}$

10. 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2F মানের বল প্রয়োগ করার ফলে বস্তুটির ত্বরণ হয়  $60 \text{ m/s}^2$ । M ভরের একটি বস্তুর উপর 5F মানের বল প্রয়োগ করার ফলে যদি বস্তুটির ত্বরণ  $50 \text{ m/s}^2$  হয়, তবে ভর M কত? [DU'18-19]

(a) 3.3 kg (b) 4.8 kg (c) 21 kg (d) 30 kg

সমাধান: (d); আমরা জানি, Force,  $F = ma$

$2F = 10 \times 60 \dots \dots \dots (i)$ ;  $5F = M \times 50 \dots \dots \dots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{2}{5} = \frac{10 \times 60}{M \times 50} \Rightarrow M = 30\text{kg}$







11. 4 kg ভরের একটি বস্তু খাড়া নিচের দিকে পড়ছে। বাতাসের বাধা 6.2 N হলে বস্তুটির ত্বরণ কত  $ms^{-2}$ ? [RU'18-19]  
 (a) 8.25 (b) 12.25 (c) 24.8 (d) 33  
 সমাধান: (a);  $F = (4 \times 9.8 - 6.2)N = 33N \therefore a = \frac{33}{4}ms^{-2} = 8.25ms^{-2}$ ।
12. ঘাতবলের (Impulse) মাত্রা কী? [Ans: b][CU'18-19]  
 (a)  $MLT^{-1}$  (b)  $MLT^{-2}$  (c)  $ML^{-1}T^{-1}$  (d)  $ML^{-1}T^{-2}$
13. তড়িৎ চৌম্বক বলের ক্ষেত্রে বাহক কণা কোনটি? [Ans: b][KU'18-19]  
 (a) গুঁঅন (b) ফোটন (c) বোসন (d) গ্রাভিটন
14. বলের মাত্রা সমীকরণ কোনটি? [Ans: a][KU'18-19]  
 (a)  $[MLT^{-2}]$  (b)  $[MLT^{-1}]$  (c)  $[ML^2T^{-1}]$  (d)  $[ML^2T^{-2}]$
15. 100 kg ভরের একটি লিফট  $1.8 ms^{-2}$  ত্বরণে নিচে নামছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো 60 kg ভরের একজন ব্যক্তি কত বল অনুভব করবে? [BAU'18-19]  
 (a) 340 N (b) 480 N (c) 500 N (d) 550 N  
 সমাধান: (b);  $F = 60 \times (9.8 - 1.8)N = 480N$
16. একটি বস্তুর উপর 5 N বল প্রয়োগ করা হলে বস্তুটির ত্বরণ  $3 m/s^2$  হয়। বস্তুটির ভর কত? [JU'17-18]  
 (a) 2 g (b) 2.66 g (c) 2.66 Kg (d) 2 Kg  
 সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই);  $F = ma \Rightarrow 5 = 3 \times m \Rightarrow m = \frac{5}{3} = 1.667kg$
17. 30kg ভরের একটি স্থির বস্তুর বেগ 2 মিনিটে বৃদ্ধি করে 36km/hr এ উন্নীত করার জন্য বস্তুটির উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [DU'16-17]  
 (a) 2N (b) 2.5N (c) 300N (d) 5N  
 সমাধান: (b);  $J = \Delta P \Rightarrow Ft = mv - mu \Rightarrow F = \frac{mv - mu}{t} = \frac{30 \times 36 \times \frac{1000}{3600} - 30 \times 0}{2 \times 60} = 2.5N$
18. একটি বস্তুর উপর 5N বল 10s ক্রিয়া করে। ভরবেগের পরিবর্তন কত? [Ans: b][CU'14-15, JU'16-17]  
 (a)  $60 kgms^{-1}$  (b)  $50 kgms^{-1}$  (c)  $70 kgms^{-1}$  (d)  $80 kgms^{-1}$   
 সমাধান: (b); ভরবেগের পরিবর্তন =  $Ft = 5 \times 10 = 50 kgms^{-1}$
19. ভরবেগের SI একক হচ্ছে — [Ans: b][JU'16-17]  
 (a)  $kg ms^{-2}$  (b)  $kg ms^{-1}$  (c)  $kg^2 m^2 s^2$  (d)  $kg m^2 s^2$
20. 100 N বল 25 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 5s ক্রিয়া করে। বেগের মান কত? [JU'16-17]  
 (a)  $20ms^{-1}$  (b)  $40ms^{-1}$  (c)  $60ms^{-1}$  (d)  $80ms^{-1}$   
 সমাধান: (a);  $\Delta V = \frac{F}{m} \times \Delta t \Rightarrow \Delta V = \frac{100}{25} \times 5 = 20 ms^{-1}$
21. তড়িৎ চৌম্বক বলের আপেক্ষিক সবলতা কত? [Ans: c][KU'16-17]  
 (a)  $10^{30}$  (b)  $10^{35}$  (c)  $10^{39}$  (d)  $10^{41}$
22. 30kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত নিউটন (N) বল প্রয়োগ করলে 1 মিনিটে এর বেগ  $36kmh^{-1}$  বৃদ্ধি পাবে? [KU'16-17]  
 (a) 0.5 (b) 5.0 (c) 10.0 (d) 20.0  
 সমাধান: (b);  $F = 30kg \times \frac{36km \times 1000 m/km}{3600s \times 60s} = 5N$
23. মহাকর্ষ বলের সাপেক্ষে দুর্বল নিউক্লীয় বলের আপেক্ষিক তীব্রতা--- [Ans: a][JU'14-15]  
 (a)  $10^{30}$  (b)  $10^{39}$  (c)  $10^{40}$  (d)  $10^{42}$
24. নিচের কোনটি সংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে অসত্য নয়? [Ans: b][RU'14-15]  
 (a) শক্তির অপচয় ঘটে (b) কৃতকাজ পুনরুদ্ধার করা অসম্ভব নয়  
 (c) যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ সূত্র খাটে না (d) কোনটিই নয়







25. 850 kg ভরের একটি গাড়ি সমত্বরণে গতিশীল। গাড়ির উপর ক্রিয়ারত লব্ধিবল নির্ণয় করতে কোন সূত্র প্রয়োগ করতে হবে?  
 (a) নিউটনের ১ম সূত্র (b) নিউটনের ২য় সূত্র [Ans: b][RU'14-15]  
 (c) নিউটনের ৩য় সূত্র (d) ভরবেগের নিত্যতা সূত্র [Ans: c][KU'14-15]
26. রকেট কোন সংরক্ষণ নীতির উপর ভিত্তি করে কাজ করে?  
 (a) ভরের (b) শক্তির [Ans: b][KU'13-14]  
 (c) রৈখিক ভরবেগের (d) কৌণিক ভরবেগের
27. মহাশূন্যে রকেটের গতি একটি --- উদাহরণ।  
 (a) বলের ভারসাম্যের (b) ভরবেগের নিত্যতার [Ans: a][JnU'16-17]  
 (c) নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রের (d) বলের ঘাতের
28. নিউটনের গতির ২য় সূত্র  $F = ma$  অনুসারে  $F = 0$  হলে-  
 (a)  $\vec{v}$  ধ্রুবক (b)  $\vec{v} = 0$   
 (c)  $\vec{v}$  পরিবর্তনশীল (d) কোনটিই নয় [JnU'13-14]
29. 30kg বিশিষ্ট একটি বস্তুর উপর 250N বল 5 সেকেন্ড ক্রিয়া করলে বস্তুর ভর-বেগের পরিবর্তন কত হবে?  
 (a) 1250 kg.m/s (b) 1250 m/s<sup>2</sup>  
 (c) 150 kg.m/s (d) 7500 m/s<sup>2</sup>
- সমাধান: (a); ভর বেগের পরিবর্তন = বলের ঘাত =  $(250 \times 5) = 1250 \text{ kg.m/s}$

### Written

01. মহাবিশ্বের যে চারটি মৌলিক বল আছে সেগুলো লিখ। [RU'19-20]  
 সমাধান: মহাবিশ্বের চারটি মৌলিক বল হল: (i) মহাকর্ষ বল (ii) সবল নিউক্লিয় বল (iii) দুর্বল নিউক্লিয় বল (iv) তড়িৎ চৌম্বক বল
02. বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়লে বন্দুক পিছনের দিকে ধাক্কা দেয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [JnU'18-19]  
 সমাধান: যখন বন্দুকের গুলি ছোঁড়া হয় তখন বারুদ বিস্ফোরণের কারণে তাৎক্ষণিক উচ্চচাপের গ্যাসে পরিণত হয়। এই গ্যাসের প্রসারণের ফলে গুলি ছুটে বের হয়ে যায়। নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুযায়ী এর সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া বল বন্দুকের উপর ক্রিয়া করে। এর ফলে গুলির বেগের বিপরীত দিকে বন্দুক গতিশীল হবে। বন্দুকের এই পিছন দিকের গতি বন্ধুক চালনাকারীকে প্রচণ্ড ধাক্কা দেয়।  $MV + mv = 0 \Rightarrow V = -\frac{m}{M}v$

### Question Type-02 : কৌণিক এবং কেন্দ্রমুখী ধারণা

**Case-01** রৈখিক বেগের সূত্রে তুল্য Term গুলো (3rd chapter এ বিদ্যমান) দ্বারা প্রতিস্থাপন করলেই কৌণিক সূত্রগুলো চলে আসে-

$$v = u + at \dots\dots\dots \omega = \omega_0 + \alpha t$$

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t \dots\dots\dots \theta = \left(\frac{\omega_0+\omega}{2}\right)t$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots \theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as \dots\dots\dots \omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$

$$S_{th} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1) \dots\dots\dots \theta_{th} = \omega_0 + \frac{1}{2}\alpha(2t - 1)$$

$$P = mv \dots\dots\dots L = I\omega = mvr \text{ [বৃত্তাকার]}$$

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

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \dots\dots\dots E_{kr} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

উপলব্ধি করার পর কাজ হবে known বিষয়গুলো বুঝে এমন একটি Eq.<sup>n</sup> খোঁজা যেন Unknown একটা হয়। তাহলেই হবে। অথবা Unknown যদি 2 টি হয় তবে Same Unknown এর দুটি Eq.<sup>n</sup> দিয়ে Solve করে মান বের করতে হবে।







**Example:** একটি পাখা মিনিটে 1200 বার ঘুরে। সুইচ বন্ধ করার পর 3 মিনিটে পাখাটি থেমে গেল। থেমে যাওয়ার আগে পাখাটি কতবার ঘুরবে?

সমাধান:  $\omega_0 = \frac{1200}{60} \times 2\pi = 40\pi$ ,  $\omega = 0$

$\omega = \omega_0 - \alpha t$ ;  $\alpha = \frac{\omega_0}{t} = \frac{40\pi}{60 \times 3}$

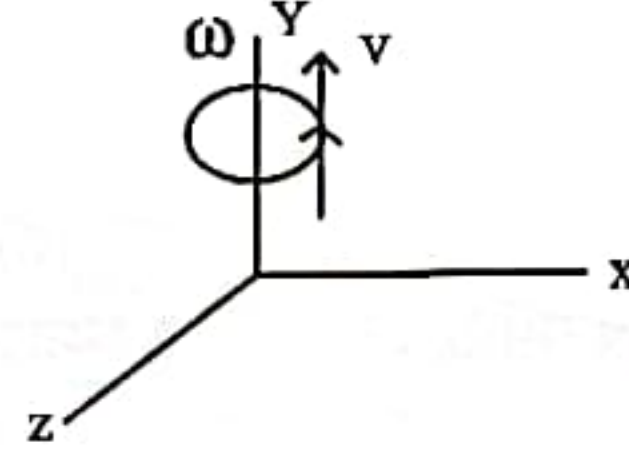
$\theta = \omega_0 t - \frac{1}{2} \alpha t^2 = 40\pi \times 180 - \frac{1}{2} \times \frac{40\pi}{3 \times 60} \times 180^2 = 3600\pi$

$n = \frac{\theta}{2\pi} = 1800$  বার (Ans.)

**Case-02** রৈখিক বেগের দিক পথের যেকোন বিন্দুতে স্পর্শক বরাবর। কৌণিক বেগের দিক যে অক্ষকে কেন্দ্রে রেখে ঘুরছে তা বরাবর এবং কেন্দ্রমুখী বল এর দিক ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রের দিকে।

চিত্রে  $\omega$  এর দিক Y অক্ষ বরাবর।

v এর দিকে পথের স্পর্শক বরাবর অর্থাৎ (xz) তলে।



$v = \frac{2\pi r n}{T}$ ;  $\omega = \frac{2\pi n}{T}$ ;  $v = \omega r$

কেন্দ্রমুখী বলের দিক যা কেন্দ্রমুখী ত্বরণের দিক তাই

**Example:** একটি গ্রামোফোন রেকর্ড মিনিটে 78 বার ঘোরে। রেকর্ডটির কৌণিক বেগ কত?

সমাধান:  $\omega = \frac{2\pi n}{T} = \frac{2\pi \cdot 78}{60} = \frac{13\pi}{5} \text{ rad/s}$

**Case-03** কেন্দ্রমুখী / কেন্দ্র বিমুখী ত্বরণের মান  $a_c = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$

কেন্দ্রমুখী / কেন্দ্র বিমুখী বলের মান  $F_c = m\omega^2 r = \frac{mv^2}{r}$

কোন কোন ক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ এবং স্পর্শকীয় ত্বরণ দুটিই থাকতে পারে। তখন এদের লব্ধি দিয়ে ত্বরণ প্রকাশিত হয়।

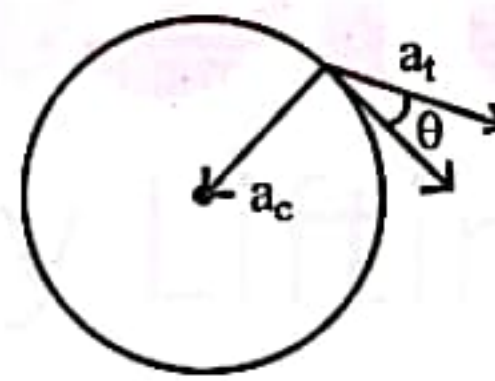
**Example:** 0.5m ব্যাসার্ধের বৃত্তীয় পথে সুসম গতিতে ঘূর্ণায়মান একটি বস্তুকণার কোন একটি মুহূর্তে দ্রুতি  $1.6 \text{ ms}^{-1}$  (মানে এটি change হয়) ও কৌণিক ত্বরণ  $16 \text{ rad/s}^2$  হলে কণাটির ত্বরণ নির্ণয় কর।

সমাধান:  $a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{1.6^2}{0.5} = 5.12 \text{ m/s}^2$

$a_t = \alpha r = 16 \times 0.5 = 8 \text{ m/s}^2$

$a = \sqrt{a_c^2 + a_t^2} = 9.5 \text{ m/s}^2$

$\theta = \tan^{-1} \frac{a_c}{a_t} = 32.6^\circ$  (Ans.)



### Related Questions:

01. একটি বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ 'অন' করলে দশবার পূর্ণ ঘূর্ণনের পর পাখাটির কৌণিক বেগ  $20 \text{ rad/s}$  হয়। কৌণিক ত্বরণ কত? [Agri. Gucho'20-21]

(a)  $1.83 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

(b)  $8.13 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

(c)  $3.18 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

(d)  $5.17 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

সমাধান: (c);  $\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta \Rightarrow \alpha = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\theta} = \frac{20^2 - 0^2}{2 \times 10 \times 2\pi} = 3.18 \text{ rad/s}^2$

02. একটি কণা 2.0 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 30 বার আবর্তন করে, এর রৈখিক বেগ কত? [Agri. Gucho'20-21]

(a)  $\pi \text{ ms}^{-1}$

(b)  $2 \pi \text{ ms}^{-1}$

(c)  $4 \pi \text{ ms}^{-1}$

(d)  $0.5 \pi \text{ ms}^{-1}$

সমাধান: (b);  $v = \omega r = \frac{2\pi N}{t} r = \frac{2\pi \times 30}{60} \times 2 = 2\pi \text{ ms}^{-1}$





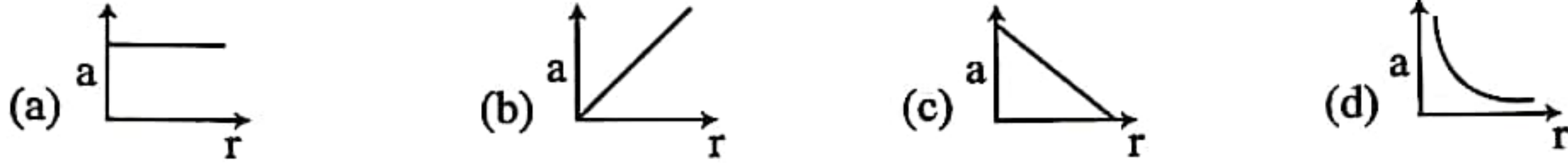


03. 20g ভর বিশিষ্ট কোন বস্তুকে 5m দীর্ঘ সূতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটি 6s এ 30 টি পূর্ণ আবর্তন করে। সূতার টান কত N? [SUST'19-20]

(a) 29.22 (b) 49.12 (c) 98.7 (d) 15.92 (e) 10.09

সমাধান: (c);  $T = m\omega^2 r = 0.02 \times \left(\frac{2\pi \times 30}{6}\right)^2 \times 5 = 98.7N$

04. 10 m/s সমদ্রুতিতে r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি কণার ক্ষেত্রে নিচের চারটি লেখচিত্রের কোনটি সঠিক (কণার ত্বরণ a)? [DU'18-19]



সমাধান: (d);  $a = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow a \propto \frac{1}{r}$  [যেহেতু ভর m ও দ্রুতি v ধ্রুবক]

$\Rightarrow ar = \text{constant}$ ; যা xy = constant তথা আয়তাকার অধিবৃত্তের গ্রাফ নির্দেশ করে।

05. একটি লিভারের দৈর্ঘ্যের সাথে  $30^\circ$  কোণে  $10 \text{ kg ms}^{-1}$  মানের ভরবেগ ক্রিয়াশীল। লিভারের কৌণিক ভরবেগ  $5 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$  হলে এর দৈর্ঘ্য কত? [BAU'18-19]

(a) 1 m (b) 2 m (c) 3 m (d) 4 m

সমাধান: (a);  $r = \frac{5}{10\sin 30^\circ} = 1m$

06. 3 kg ভরের একটি গতিশীল কণার গতিবেগ  $\vec{v} = 2\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ । কণার অবস্থান ভেক্টর  $\vec{r} = \hat{i} - \hat{j}$  হলে মূলবিন্দু সাপেক্ষে এর কৌণিক ভরবেগ ( $\vec{L}$ ) কত? [BAU'18-19]

(a)  $\vec{L} = -3\hat{i} - 3\hat{j}$  (b)  $\vec{L} = 3\hat{j} - 2\hat{j} - \hat{k}$  (c)  $\vec{L} = 2\hat{i} - 4\hat{j} - \hat{k}$  (d)  $\vec{L} = 4\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$

সমাধান: (a);  $L = (\vec{r} \times \vec{v})m = 3 \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & -1 & 0 \\ 2 & -2 & -1 \end{vmatrix} = -3\hat{i} - 3\hat{j}$

07. বৃত্তাকার পথে 72 km/h সমদ্রুতিতে চলমান কোন গাড়ির কেন্দ্রমুখী ত্বরণ  $1 \text{ m/s}^2$  হলে বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ কত?

(a) 150 m (b) 300 m (c) 400 m (d) 200 m [DU'17-18]

সমাধান: (c);  $v = 72 \text{ km/h} = \frac{72 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = 20 \text{ ms}^{-1}$

কেন্দ্রমুখী ত্বরণ,  $\frac{v^2}{r} = 1 \Rightarrow \frac{(20)^2}{r} = 1 \Rightarrow r = 400 \text{ m}$

08. একটি কণা একটি বৃত্তাকার পথ প্রতি মিনিটে 300 বার আবর্তন করে। এর পর্যায়কাল কত? [JU'16-17]

(a) 0.2s (b) 0.3s (c) 0.4s (d) 0.5s

সমাধান: (a);  $T = \frac{60}{300} = 0.2 \text{ s}$

09. 50gm ভরের একটি বস্তুকে একটি 20cm দৈর্ঘ্যের সূতার এক প্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি সেকেন্ডে 3 বার ঘুরানো হচ্ছে। যদি বস্তুটির ভর অপরিবর্তিত রেখে সূতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে ঘুরানোর হার অর্ধেক করা হয়, তবে ত্বরণ কত গুণ হবে? [RU'15-16]

(a) 0.5 গুণ (b) 2 গুণ (c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) 4 গুণ

সমাধান: (a); কেন্দ্রমুখী ত্বরণ  $= a = \omega^2 r \therefore \frac{a_2}{a_1} = \frac{\omega_2^2 r_2}{\omega_1^2 r_1} = \frac{1}{4} \times 2 = 0.5$

10. ঘড়ির মিনিটের কাঁটার কৌণিক বেগের মান-

[DU'15-16, JnU'16-17]

(a)  $\frac{60}{\pi} \text{ rad/s}$  (b)  $\frac{1800}{\pi} \text{ rad/s}$  (c)  $\pi \text{ rad/s}$  (d)  $\frac{\pi}{1800} \text{ rad/s}$

সমাধান: (d);  $\omega = \frac{2\pi}{3600} \text{ rad/s} = \frac{\pi}{1800} \text{ rad/s}$







### Question Type-03 : জড়তার ভ্রামক

জড়তার ভ্রামক  $I = \sum mr^2 = mK^2$ , [ $K =$  চক্রগতির ব্যাসার্ধ]

বৈখিক ক্ষেত্রে ভরের যে ভূমিকা কৌণিক ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামকের ভূমিকাও তাই।

(i) সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য :  $I = I_g + mr^2$  (ভরকেন্দ্রগামী অক্ষ সাপেক্ষে  $I$ ) (অক্ষদ্বয় সমান্তরাল হতে হবে)

(ii) লম্ব অক্ষ উপপাদ্য :  $I_z = I_x + I_y$  ;  $I_x = I_y + I_z$  ;  $I_y = I_x + I_z$

গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ:

(i) ভারকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে লম্বা দণ্ডের,  $I = \frac{1}{12} ml^2$

(ii) প্রান্তের সাপেক্ষে লম্বা দণ্ডের,  $I = \frac{1}{3} ml^2$

(iii) ভারকেন্দ্র সাপেক্ষে নিরেট গোলকের,  $I = \frac{2}{5} mr^2$

(iv) ভারকেন্দ্র সাপেক্ষে ফাঁপা গোলকের (পুরুত্ব নগণ্য),  $I = \frac{2}{3} mr^2$  [ $I$  নির্ভর করে বস্তুর ভর বিন্যাসের উপর।]

(v) ভারকেন্দ্রের সাপেক্ষে নিরেট চোঙ বা চাকতির  $I = \frac{1}{2} mr^2$

(vi) কেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে রিং এর  $mr^2$

**Example:** চাকার জড়তার ভ্রামক  $0.25 \text{kgm}^2$  হলে এবং ভর  $4 \text{kg}$  হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত?

সমাধান:  $I = mK^2$  ;  $K = \sqrt{\frac{0.25}{4}} = 0.25 \text{m}$

#### Related Questions:

01. একটি চাকার ভর  $5 \text{kg}$  এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ  $25 \text{cm}$ । এর জড়তার ভ্রামক কত? [JU'18-19]

(a)  $0.4125 \text{kg-m}^2$  (b)  $0.7125 \text{kg-m}^2$  (c)  $0.3125 \text{kg-m}^2$  (d)  $0.9125 \text{kg-m}^2$

সমাধান: (c);  $I = MK^2 = 5 \times (0.25)^2 = 0.3125 \text{kgm}^2$

02. 'M' ভর এবং 'a' প্রান্ত বিশিষ্ট একটি সুষম বর্গাকৃতির চাকতির একটি কর্ণের সাপেক্ষে এর জড়তার ভ্রামক: [Ans: d][CU'18-19]

(a)  $\frac{Ma^2}{3}$  (b)  $\frac{Ma^2}{6}$  (c)  $\frac{Ma^2}{9}$  (d)  $\frac{Ma^2}{12}$

03. একটি ফাঁপা সিলিন্ডারের ভর  $M$  ও ব্যাসার্ধ  $R$ । জ্যামিতিক অক্ষ সাপেক্ষে এর জড়তার ভ্রামক কত? [Ans: b][JU'17-18]

(a)  $\frac{1}{2} MR^2$  (b)  $MR^2$  (c)  $\frac{3}{2} MR^2$  (d)  $\sqrt{MR^2}$

04.  $M$  ভরের ও  $r$  ব্যাসার্ধের একটি নিরেট সিলিন্ডারের নিজ অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ হচ্ছে- [JnU'17-18]

(a)  $\frac{r}{\sqrt{12}}$  (b)  $\frac{r}{\sqrt{2}}$  (c)  $r^2$  (d) কোনটিই নয়

সমাধান: (b); Cylinder এর জন্যে  $I = \frac{1}{2} mr^2 = m \left( \frac{r}{\sqrt{2}} \right)^2$ .

$I = MR^2$  এর সাথে তুলনা করে,  $R = \frac{r}{\sqrt{2}}$

05.  $2.4 \text{kg}$  ভর ও  $0.2 \text{m}$  চক্রগতির ব্যাসার্ধ সম্পন্ন একটি চাকতিতে কী পরিমাণ টর্ক ক্রিয়া করলে তার কৌণিক ত্বরণ  $3 \text{rads}^{-1}$  হবে? [JU'16-17]

(a)  $0.388 \text{Nm}$  (b)  $0.288 \text{Nm}$  (c)  $0.390 \text{Nm}$  (d)  $0.488 \text{Nm}$

সমাধান: (b);  $\tau = I\alpha = Mk^2 \times \alpha = 2.4 \times (0.2)^2 \times 3 = 0.288 \text{Nm}$

06. নিচের কোনটি জড়তার ভ্রামকের একক? [Ans: a][CU'16-17]

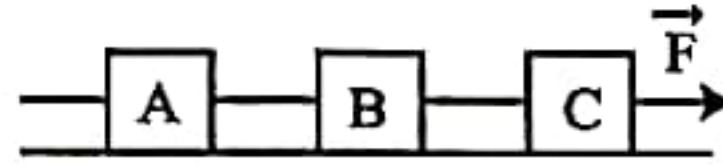
(a)  $\text{kg.m}^2$  (b)  $\text{kg.m}$  (c)  $\text{kg.m}^{-1}$  (d)  $\text{kg.m}^{-2}$  (e)  $\text{kg.m}^3$







07. সমান ভর বিশিষ্ট তিনটি খণ্ড A, B, C দড়ির দ্বারা চিত্রে প্রদর্শিত রূপে সংযুক্ত। খণ্ড C,  $\vec{F}$  বল দ্বারা টানা হলে সম্পূর্ণ ব্যবস্থাটি ত্বরিত হয়। ঘর্ষণ উপেক্ষা করলে খণ্ড B এর উপর মোট বল হলো- [DU'14-15]



- (a) 0 (b)  $\vec{F}/3$  (c)  $\vec{F}/2$  (d)  $2\vec{F}/3$

সমাধান: (d); কার্যকর ত্বরণ,  $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m+m+m} = \frac{\vec{F}}{3m}$

নীট বল,  $\vec{F}_1 = (m+m) \times \frac{\vec{F}}{3m} = \frac{2\vec{F}}{3}$

(যেহেতু B এর উপর প্রযুক্ত বল A ও B এর উপর প্রযুক্ত মোট বলের সমান।)

08. কোন অক্ষ সাপেক্ষে একটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক  $256 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ । উক্ত অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? [RU'14-15]

[বস্তুর ওজন = 39.2 N]

- (a) 4 m (b) 8 m (c) 12 m (d) 16 m

সমাধান: (b);  $I = 256 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

We know,  $I = mk^2 \Rightarrow \frac{w}{g} \times k^2 = I \Rightarrow k = \sqrt{\frac{Ig}{w}} = \sqrt{\frac{256 \times 9.8}{39.2}} = 8 \text{ m}$

09. 5 kg ভরের একটি চাকার চক্রগতির ব্যাসার্ধ 20 cm। এর উপর 0.4 Nm টর্ক প্রযুক্ত হলে, কৌণিক ত্বরণ কত হবে? [RU'13-14]

- (a)  $2 \text{ rad s}^{-2}$  (b)  $0.5 \text{ rad s}^{-2}$  (c)  $2 \text{ deg s}^{-2}$  (d)  $0.5 \text{ deg s}^{-2}$

সমাধান: (a);  $I = Mr^2 = 5 \times (0.2)^2 = 0.2 \text{ kgm}^2$

$\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{0.4}{0.2} = 2 \text{ rads}^{-2} = 2 \text{ rads}^{-2}$

10. জড়তার ভ্রামকের মাত্রা সমীকরণ – [JU'10-11, RU'07-08]

- (a)  $[ML^2]$  (b)  $[M^2L^2]$  (c)  $[ML]$  (d)  $[M^{-1}L^2]$

সমাধান: (a); জড়তার ভ্রামক = ভর  $\times$  (দূরত্ব) $^2 = [ML^2]$

### Question Type-04 : ঘর্ষণ

ঘর্ষণ গুণাঙ্ক,  $\mu_s = \frac{F_s}{R}$ ,  $\mu_k = \frac{F_k}{R}$

স্থির থাকলে  $\mu_s$  কার্যকর।

গতিশীল থাকলে  $\mu_k$  কার্যকর।

সমাধান: টেকনিক: (i) ছবি আঁকবে

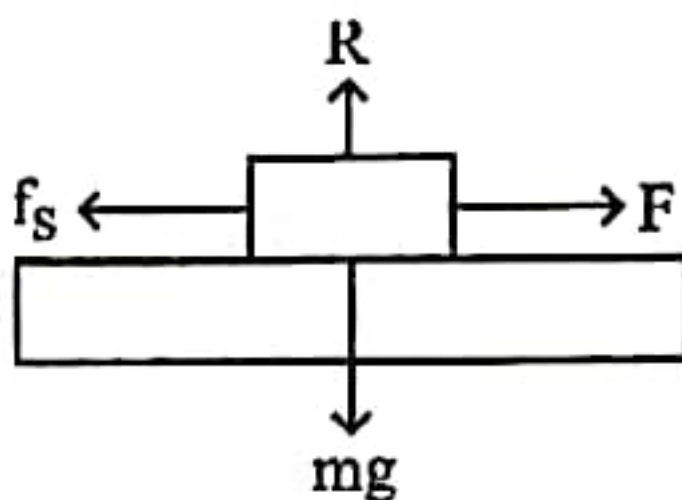
(ii) Eq.<sup>n</sup> বানাবে

(iii)  $mg$  ভূমির উপর লম্ব

(iv) R তলের উপর লম্ব

(v) মান বসিয়ে ans বের করবে

### Case-01 সমতলে ( $\alpha = 0$ )

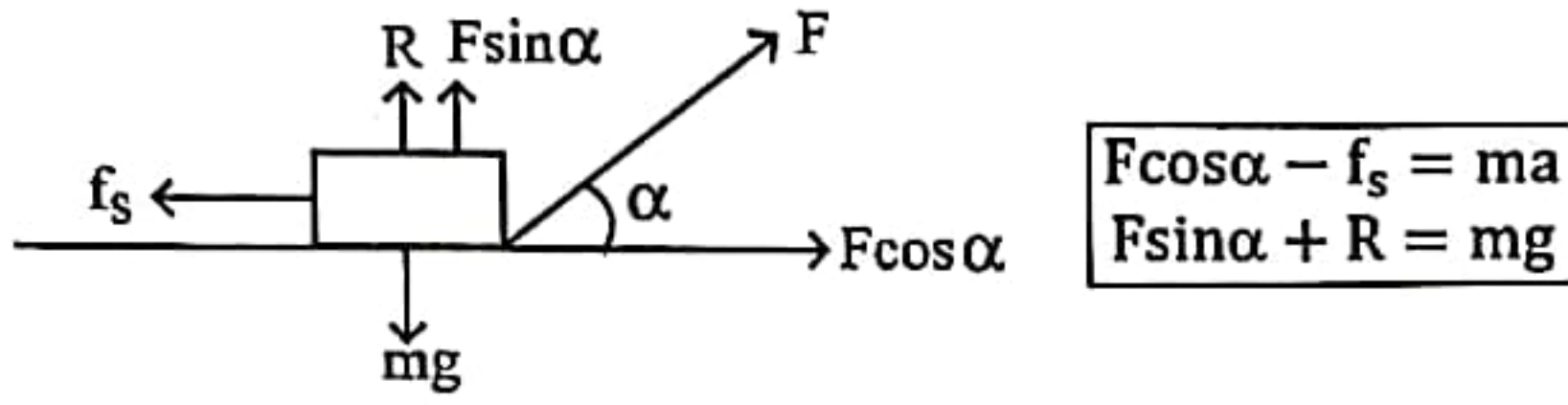
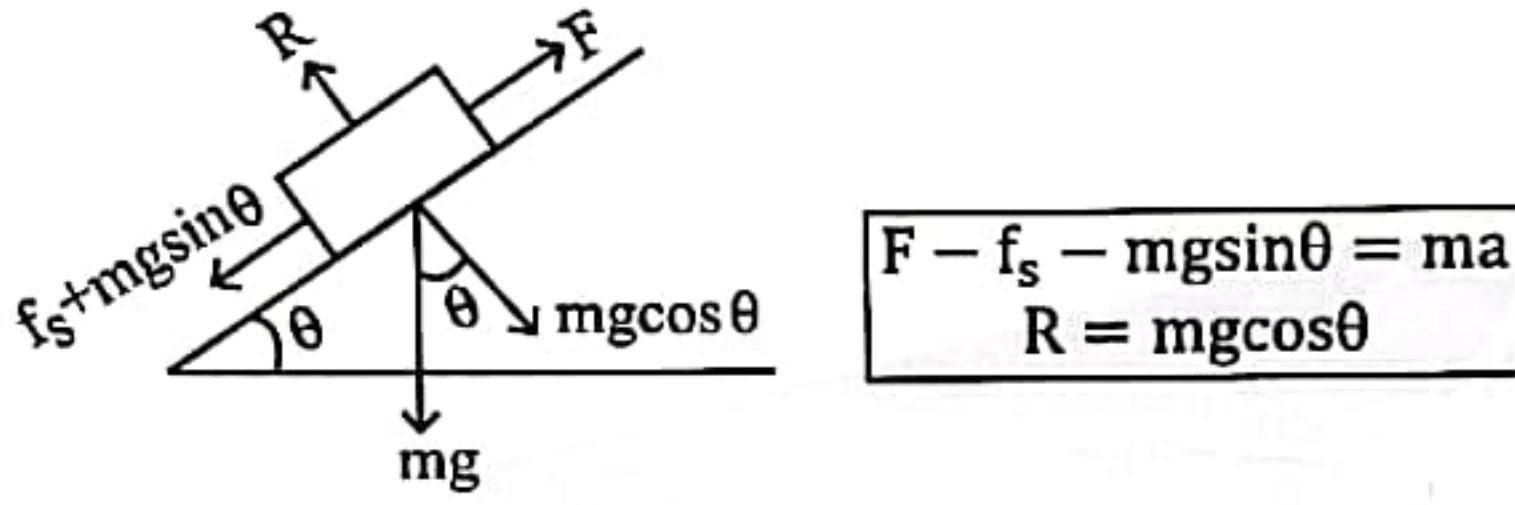
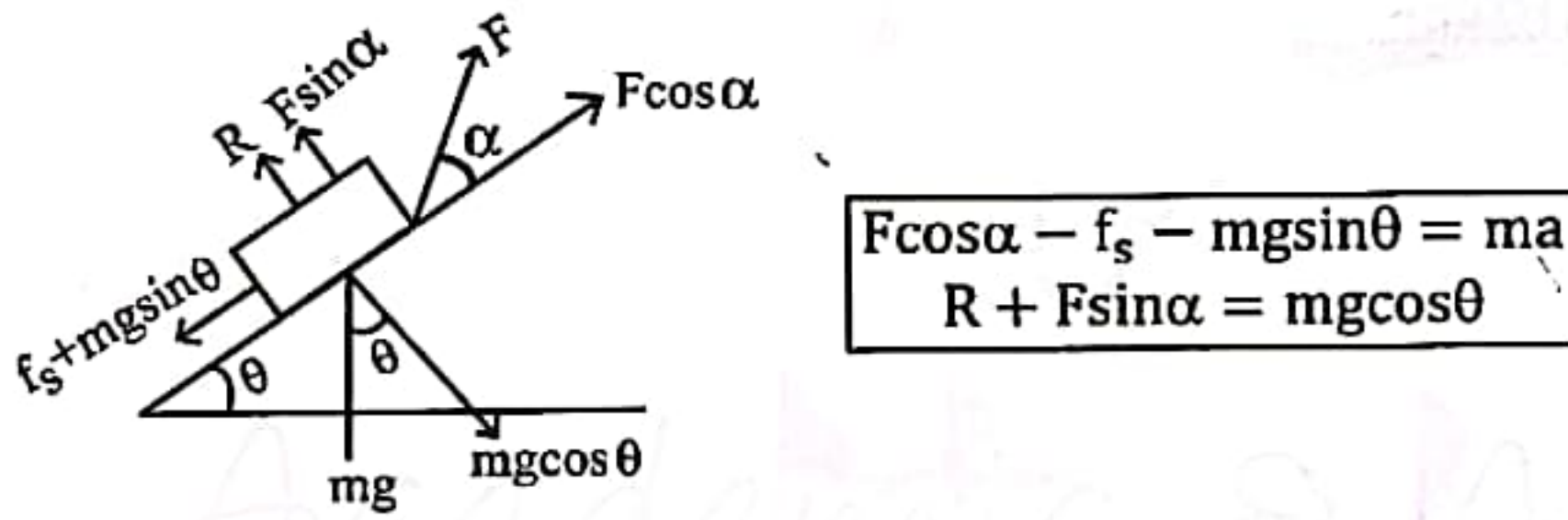


$$f_x = \mu_s R$$

$$F - f_s = ma ; R = mg$$





**Case-02**  $\alpha$  বিদ্যমান**Case-03** নততলে ( $\alpha = 0$ )**Case-04** নততলে ( $\alpha$  বিদ্যমান)**Case Total**  $\mu_s > \mu_k$  (বাস্তবে)

◆  $\mu_s = \tan \theta$

◆ ঘর্ষণ বল স্পর্শতলদ্বয়ের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভরশীল নয়। Ref: সেলু।

**Related Questions:**

01. একটি বস্তুকে  $10 \text{ms}^{-2}$  ত্বরণে গতিশীল করতে 50N বল প্রয়োগ করতে হয়। পথের ঘর্ষণ বল 10N হলে বস্তুটির ভর-

- (a) 4 Kg                      (b) 10 Kg                      (c) 6 Kg                      (d) 8 Kg                      [JU'19-20]

সমাধান: (a);  $F = F_f + ma \Rightarrow m = \frac{F - F_f}{a} = \frac{50 - 10}{10} \text{kg} = 4 \text{kg}$

02. 4kg ভরের একটি বস্তু  $(2\hat{i} + 3\hat{j})\text{ms}^{-1}$  বেগে এবং 6kg ভরের অপর একটি বস্তু  $(-4\hat{i} - 6\hat{j})\text{ms}^{-1}$  বেগে চলাকালীন

সংযুক্ত হলে উহারা একত্রে কত  $\text{ms}^{-1}$  বেগে চলবে?

[SUST'19-20]

- (a) 6.88                      (b) 6.99                      (c) 5.77                      (d) 5.44                      (e) 2.88

সমাধান: (e);  $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v} \Rightarrow 4(2\hat{i} + 3\hat{j}) + 6(-4\hat{i} - 6\hat{j}) = (4 + 6) \vec{v}$

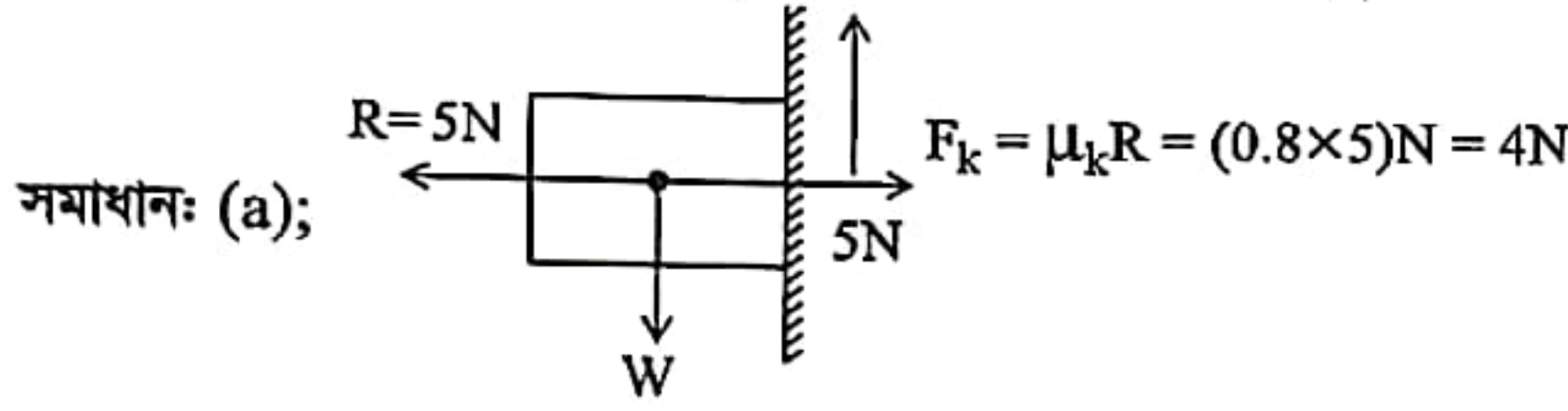
$\therefore \vec{v} = -1.6\hat{i} - 2.4\hat{j} \therefore |\vec{v}| = \sqrt{1.6^2 + 2.4^2} = 2.88 \text{ms}^{-1}$







03. 5.0 N এর একটি আনুভূমিক বল একটি 0.50 kg ভরের আয়তাকার বস্তুকে একটি উল্লম্ব দেওয়ালে ধাক্কা দিচ্ছে। বস্তুটি আদিতে স্থির ছিল। যদি স্থৈতিক ও গভীয় ঘর্ষণ গুণাঙ্ক যথাক্রমে  $\mu_s = 0.6$  এবং  $\mu_k = 0.8$  হয়, তবে  $m/s^2$  এককে বস্তুটির ত্বরণ কত?  
 (a) 1.8 (b) 2.0 (c) 6.0 (d) 8.0 [DU'18-19]



$$\therefore F_{\text{net}} = W - F_k = (0.5 \times 9.8) - 4 = 0.9N \quad \therefore a = \frac{F}{m} = \frac{0.9}{0.5} = 1.8ms^{-2}$$

04. একটি কাঠের তক্তার উপর অবস্থিত একটি ইটের নিশ্চল কোণ  $40^\circ$ । ইট ও তক্তার মধ্যকার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কত?  
 (a) 0.87 (b) 0.85 (c) 0.84 (d) 0.97 [JU'17-18]  
 সমাধান: (c);  $\mu_s = \tan\theta = \tan 40^\circ = 0.839$

05. 1200 kg ভরের একটি গাড়ি 20m/sec দ্রুতিতে চলছিল। অতঃপর গাড়িটি 800kg ভরের একটি স্থির গাড়িকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর গাড়ি দুটি একত্রিত হয়ে 120m পিছলায়ে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান কত? [RU'16-17]  
 (a) 600 N (b) 800 N (c) 1000 N (d) 1200 N

সমাধান: (d);  $1200 \times 20 + 800 \times 0 = (1200 + 800)V \therefore V = 12 ms^{-1}$

$$a = \frac{v^2 - v'^2}{2s} = \frac{12^2 - 0^2}{2 \times 120} = 0.6 ms^{-2}; F = (1200 + 800) \times 0.6 N = 1200N$$

06. একটি কাঠের খণ্ডকে আনুভূমিকের সাথে  $60^\circ$  কোণে 200N বল দ্বারা টানা হচ্ছে। বস্তুটির উপর আনুভূমিকের দিকে কার্যকরী বল কত? [DU'13-14]  
 (a) 200N (b) 100N (c) 174N (d) Zero

সমাধান: (b);  $F = F' \cos 60^\circ = (200 \times \cos 60^\circ)N = 100N$

### Written

01. একজন বাইসাইকেল আরোহী সমতল বক্র পথে  $v$  বেগে ভ্রমণ করছে। সাইকেলের চাকা এবং পথের মধ্যকার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক  $\mu_s = 0.50$ । সাইকেলের উপর ক্রিয়ারত বলসমূহের নাম লিখ। যদি বেগ  $v = 10 m/s$  হয়, তবে সর্বনিম্ন কত ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আরোহীটি ভ্রমণ করতে পারবে?

সমাধান: সাইকেলের ওপর ক্রিয়ারত বলসমূহ- (i) ঘর্ষণ বল (ii) উল্লম্ব প্রতিক্রিয়া বল। এখানে ঘর্ষণ বলটি কেন্দ্রমুখী বল হিসেবে কাজ করে।

ধরি, আরোহীসহ সাইকেলের ভর =  $m$

$$\text{শর্তমতে, } F_f = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow \mu_s(mg) = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{g\mu_s}$$

$$\Rightarrow r = \frac{10^2}{9.8 \times 0.50} \therefore r = 20.4m \text{ (Ans.)}$$

### Question Type-05 : কৌণিক ভরবেগ ও গতিশক্তি

$$\text{If } \tau = 0, \tau = \frac{dL}{dt} = 0; L = \text{ধ্রুবক}$$

$$\therefore mvr = \text{ধ্রুবক} \therefore I\omega = \text{ধ্রুবক}$$

$$\text{কৌণিক গতিশক্তি, } E_{kr} = \frac{1}{2} I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$$

$$\text{রৈখিক গতিশক্তি, } E_k = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$







**Example:** একজন নর্তকী হাত বন্ধ করে নাচতে নাচতে হঠাৎ হাত খুলে দিলে জড়তার ভ্রামক পূর্বের 5 গুণ হয়। তাহলে পূর্বের কৌণিক বেগ  $\omega_1$  হলে নতুন কৌণিক বেগ কত?

সমাধান:  $L = \text{ধ্রুবক} \therefore I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow \omega_2 = \frac{1}{5}\omega_1$

### Related Questions:

01. বলের ভ্রামকের মাত্রা কোনটি? [Ans: a] [JU'20-21]  
 (a)  $[ML^2T^{-2}]$  (b)  $[MLT^{-1}]$  (c)  $[ML^{-1}T^{-2}]$  (d)  $[ML^2T^{-1}]$
02. স্থির অবস্থায় থাকা একটি বস্তু বিস্ফোরিত হয়ে  $m_1$  ও  $m_2$  ভরের দুইটি বস্তুতে পরিণত হয়ে যথাক্রমে  $v_1$  ও  $v_2$  বেগে বিপরীত দিকে চলমান।  $\frac{v_1}{v_2}$  এর অনুপাত কত? [DU'19-20]

- (a)  $\frac{m_1}{m_2}$  (b)  $-\frac{m_2}{m_1}$  (c)  $\frac{m_2}{m_1}$  (d)  $\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$

সমাধান: (c); বিস্ফোরিত হবার আগে বস্তুটি স্থির অবস্থায় থাকে। তাই আদি ভরবেগের সমষ্টি শূন্য।

$$0 = m_1v_1 - m_2v_2 \Rightarrow m_1v_1 = m_2v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

03. 200 gm ভরের একটি বস্তুর বেগ  $\vec{v} = 2\hat{i} + 5\hat{j}$  হলে এর গতিশক্তি হবে- [JU'19-20]  
 (a) 3J (b) 2.9J (c) 3.74J (d) 6J

সমাধান: (b);  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (2^2 + 5^2) = 2.9 \text{ J}$

04. 5 মেট্রিক টন ভরের বালু বোঝাই একটি ট্রাক  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলন্ত অবস্থায় ট্রাকে ছিদ্র হয়ে প্রতি মিনিটে 20 kg হারে বালু ট্রাক থেকে নিচে পড়তে শুরু করলো। ভরবেগ সংরক্ষিত হলে 50 মিনিট পর ট্রাকের বেগ কত হবে? [RU'19-20]  
 (a)  $20 \text{ ms}^{-1}$  (b)  $25 \text{ ms}^{-1}$  (c)  $25.5 \text{ ms}^{-1}$  (d) কোনটিই নয়

সমাধান: (b); প্রারম্ভিক ভর = 5000kg। 20 মিনিট পর ভর =  $(5000 - 20 \times 50) \text{ kg} = 4000 \text{ kg}$   
 যেহেতু ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে সেহেতু,  $5000 \times 20 = 4000 \times x \therefore x = 25 \text{ ms}^{-1}$

05. কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি? [DU'18-19]  
 (a)  $\text{kg m}^2\text{s}^{-1}$  (b)  $\text{kg m s}^{-2}$  (c)  $\text{kg m s}^{-1}$  (d)  $\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$

সমাধান: (a);  $L = mvr$  একক  $\text{kg} \cdot \text{ms}^{-1} \cdot \text{m} = \text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

06. কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ কোনটি? [Ans: a][JU'18-19]  
 (a)  $[ML^2T^{-1}]$  (b)  $[MLT^{-1}]$  (c)  $[LT^{-2}]$  (d)  $[MLT^{-2}]$

07. কোন সম্পর্কটি সঠিক? [Ans: d][JnU'15-16, JU'18-19]  
 (a)  $\tau = I^2\alpha$  (b)  $\tau = \sqrt{I\alpha}$  (c)  $\tau = \frac{1}{\alpha}$  (d)  $\tau = I\alpha$

08. কোন সম্পর্কটি সঠিক? [Ans: b][CU'18-19]  
 (a)  $\vec{L} = \vec{p} \times \vec{r}$  (b)  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$  (c)  $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{F}$  (d)  $\vec{L} = \vec{p} \times \vec{F}$

09. ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশক্তি (K. E)- [Ans: a][KU'18-19]  
 (a)  $\frac{1}{2}I\omega^2$  (b)  $\frac{1}{2}I\omega$  (c)  $I\omega^2$  (d)  $\frac{1}{2}I^2\omega$

10. সাম্যাবস্থায় থাকা একটি বস্তু বিস্ফোরিত হয়ে  $M_1$  ও  $M_2$  ভরের দুটি বস্তুতে ভাগ হলো। ভর দুটি একে অপরের থেকে যথাক্রমে  $v_1$  ও  $v_2$  বেগে দূরে সরতে লাগল।  $v_1/v_2$  অনুপাতটি হবে- [DU'17-18]

- (a)  $\frac{M_1}{M_2}$  (b)  $\frac{M_2}{M_1}$  (c)  $\sqrt{\frac{M_1}{M_2}}$  (d)  $\sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

সমাধান: (b);  $0 = M_1v_1 - M_2v_2 \Rightarrow M_1v_1 = M_2v_2 \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{M_2}{M_1}$







11. 5 g ভর এর একটি বুলেট 6 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে  $300 \text{ ms}^{-1}$  বেগে নিক্ষেপ হলে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ-  
 (a)  $0.25 \text{ ms}^{-1}$  (b)  $0.5 \text{ ms}^{-1}$  (c)  $1.0 \text{ ms}^{-1}$  (d)  $2.0 \text{ ms}^{-1}$  [JnU'17-18]  
 সমাধান: (a);  $MV = -mv \Rightarrow V = \frac{-5 \times 10^{-3} \times 3 \times 10^2}{6} = -0.25 \text{ ms}^{-1}$ ; পশ্চাৎ বেগ বলে,  $v = 0.25 \text{ ms}^{-1}$
12. m এবং 4m ভরের দুটি গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি একই হলে তাদের রৈখিক ভর-বেগের অনুপাত কত? [RU'17-18]  
 (a) 1:4 (b) 1:2 (c) 4:1 (d) 2:1  
 সমাধান: (b);  $\frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{m_1}{m_2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \sqrt{\frac{m}{4m}} \therefore P_1 : P_2 = 1:2$
13. টর্কের মাত্রা কোনটি? [Ans: a][CU'17-18]  
 (a)  $[ML^2T^{-2}]$  (b)  $[ML^2T^2]$  (c)  $[M^2LT^{-2}]$  (d)  $[ML^{-2}T^2]$
14. একটি দেয়াল ঘড়ির কাঁটার কৌণিক ভরবেগ কত  $\text{rad s}^{-1}$ ? [KU'17-18]  
 (a)  $1.53 \times 10^{-3}$  (b)  $1.74 \times 10^{-3}$  (c)  $2.54 \times 10^{-3}$  (d)  $2.75 \times 10^{-3}$   
 সমাধান: (b); মিনিটের কাঁটা ধরে,  $\frac{2\pi}{3600} = 1.74 \times 10^{-3}$
15. 500g ভরের একটি বস্তু 2m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে আবর্তন করছে। আবর্তনকাল 10s হলে বস্তুর কৌণিক ভরবেগ কত? [RU'09-10, JU'16-17]  
 (a)  $1.256 \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}$  (b)  $2.256 \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}$  (c)  $3.256 \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}$  (d)  $4.256 \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}$   
 সমাধান: (a);  $L = m\omega r^2 = m \left( \frac{2\pi}{T} \right) \cdot r^2 = 0.5 \left( \frac{2 \times 3.1416}{10} \right) \times 2^2 = 1.256 \text{ kgm}^2 \text{ s}^{-1}$
16. কৌণিক ভরবেগ ও কৌণিক বেগের মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [Ans: d][CU'13-14,16-17]  
 (a)  $L = I\omega^2$  (b)  $L = v\omega$  (c)  $L = \frac{\omega}{r}$  (d)  $L = I\omega$
17.  $2 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে উপরে উঠন্ত একটি লিফট এ একটি লোক দাঁড়ানোর ফলে উর্ধ্বমুখী বল 1180 N হলে লোকটির ভর হবে- [JU'15-16]  
 (a) 50 kg (b) 100 kg (c) 80 kg (d) কোনটিই নয়  
 সমাধান: (b); লিফট উপরে উঠছে, ফলে উর্ধ্বমুখী বল =  $F = m(g + a) \Rightarrow 1180 = m(9.8 + 2) \therefore m = 100 \text{ kg}$ .

### Question Type-06 : ব্যাংকিং কোণ (উল্লম্বের সাথে)

**Case-01** গাড়ি, ট্রেন, বাস ইত্যাদির জন্য:

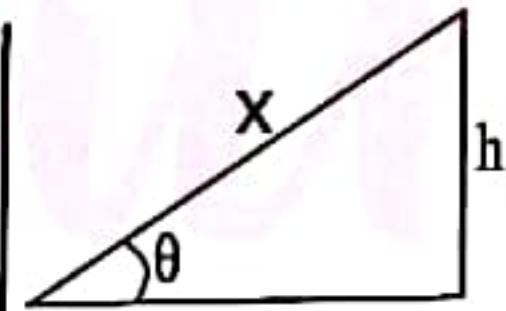
$$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$$

$$\tan\theta = \frac{h}{\sqrt{x^2 - h^2}}$$

$$\text{অথবা } \theta = \sin^{-1} \frac{h}{x}$$

যদি  $\theta \leq 4^\circ$  হয়

$$\text{তাহলে } \tan\theta = \frac{h}{x}$$



এখানে,  $\theta$  হলো ভূমি/ অনুভূমিকের সাথে রাস্তার কোণ

$r$  = রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ

$h$  = রাস্তার দুই প্রান্তের উল্লম্ব দূরত্ব

$x$  = রাস্তার প্রস্থ

**Case-02** সাইকেলের জন্য:

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$  এখানে,  $\theta$  হলো সাইকেলের সাথে উল্লম্ব রেখার মধ্যবর্তী কোণ।

যেহেতু Equation এ কোন m এর term নেই তাই এটি গাড়ির ভর মুক্তরাশি। Again,  $\mu_s = \tan\theta$

**Example:** কোন রাস্তার বাঁকে সর্বোচ্চ গতিসীমা  $2 \text{ m/s}$  এবং রাস্তার ব্যাসার্ধ 5m হলে ব্যাংকিং কোণ কত?

সমাধান:  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{2^2}{5g} \right)$





**Related Questions:**

01. একটি গাড়ি 50 km/hr বেগে 60m ব্যাসার্ধের একটি রাস্তার মোড় নিতে হলে, আনুভূমিকের সাথে রাস্তাটির ব্যাংকিং কোণে কত ডিগ্রী হওয়া প্রয়োজন? [KU'17-18]

- (a) 1.34 (b) 4.05 (c) 15.82 (d) 18.17

সমাধান: (d);  $\tan \theta = \frac{v^2}{rg} = \frac{(50)^2}{3.6^2 \times 60 \times 9.8} \therefore \theta = 18.16^\circ$  (প্রায়)

02. একটি রাস্তা 65.31 m ব্যাসার্ধে বাঁক নিয়েছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি 5.0m চওড়া এবং এর ভিতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা 0.5m উঁচু। সর্বোচ্চ কত  $ms^{-1}$  বেগে ঐ স্থানে নিরাপদে বাঁক নেওয়া সম্ভব? [Ans: c][KU'16-17]

- (a) 7 (b) 7.3 (c) 8.0 (d) 8.3

সমাধান: (c);  $\tan \theta = \frac{v^2}{rg}$ ,  $\theta = \sin^{-1} \frac{0.5}{5} \therefore v = \sqrt{65.31 \times 9.8 \times \tan \sin^{-1} \left( \frac{1}{10} \right)} = 8.02ms^{-1} \approx 8ms^{-1}$

**Question Type-07 : রকেট**

(i) রকেটের উর্ধ্বমুখী ধাক্কা  $F_r = v_r \frac{dm}{dt}$

(ii) নিক্ষেপের সময় রকেটের উপর প্রযুক্ত লব্ধি বল =  $m \cdot \frac{dv}{dt} = v_r \frac{dm}{dt} - mg$

(iii) জ্বালানী শেষ হবার মুহূর্তে রকেটের বেগ  $v = v_0 + v_r \ln \frac{m_0}{m} - gt$

$v_0$  = রকেটের আদিবেগ,  $v_r$  = নির্গত গ্যাসের নিম্নমুখী বেগ,  $t$  = জ্বালানী শেষ হবার সময়

$m_0$  = আদি ভর,  $m$  = জ্বালানী শেষ হবার পর ভর;  $\frac{dm}{dt}$  = জ্বালানী শেষ হবার হার

**Example:** রকেটের ভর 100kg। রকেটের বেগ  $200ms^{-1}$  এবং জ্বালানী নির্গমনের হার  $10kg/s$  হলে রকেটের উর্ধ্বমুখী ধাক্কা কত?

সমাধান:  $F_r = v_r \cdot \frac{dm}{dt} = (200 \times 10)N = 2000N$

**Related Questions:**

01. 10cm পুরু একটি লক্ষ্যস্থলে একটি গুলি ছোড়া হলো। গুলিটি 4cm ভেদ করার পর এর বেগ দুই তৃতীয়াংশ হ্রাস পেলে উহা আর কত cm ভেদ করতে পারবে? [SUST'19-20]

- (a) 0.8 (b) 0.9 (c) 0.6 (d) 0.5 (e) 0.4

সমাধান: (d); অবশিষ্ট বেগ আদিবেগের  $1 - \frac{2}{3} = \frac{1}{3} = \frac{1}{n}$  (let) অংশ

$\therefore$  আরো ভেদ করতে পারবে =  $\frac{s}{n^2 - 1} = \frac{4}{3^2 - 1} = \frac{4}{8} cm = 0.5cm$

**Question Type-08 : সংঘর্ষ**

সংঘর্ষ দুই প্রকার:

(i) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:

(a) ভরবেগ

(b) গতিশক্তি সংরক্ষিত।

(ii) অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ: শুধুমাত্র ভরবেগ সংরক্ষিত।







ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র:

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 + m_3 u_3 = m_1 v_1 + m_2 v_2 + m_3 v_3$$

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2)v \text{ [মিলিত বেগে চললে]}$$

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে:

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2 \dots (i)$$

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

$$\therefore m_1 u_1^2 + m_2 u_2^2 = m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 \dots (ii)$$

$$\therefore m_1 (u_1 - v_1) = m_2 (v_2 - u_2)$$

$$\therefore m_1 (u_1^2 - v_1^2) = m_2 (v_2^2 - u_2^2)$$

$$\frac{u_1 + v_1 = u_2 + v_2}{u_1 - v_1 = v_2 - u_2} \rightarrow \text{আদিবেগের অন্তর} = \text{শেষবেগের অন্তর।}$$

$$\frac{u_1 - v_1 = v_2 - u_2}{u_1 + v_1 = u_2 + v_2} \rightarrow \text{আদিবেগের অন্তর} = \text{শেষবেগের অন্তর।}$$

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ v_2 &= \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2 + \frac{2m_1 u_1}{m_1 + m_2} \end{aligned} \right\} \text{যেকোনো একটা মনে রেখে 1 এর স্থলে 2, 2 এর স্থলে 1 বসালেই অপরটি পাওয়া যাবে।}$$

### Special case

$$(i) m_1 \gg m_2, u_1 = 0 \rightarrow v_1 = 0, v_2 = -u_2$$

$$(ii) m_1 \ll m_2, u_1 = 0 \rightarrow v_1 = 2u_2, v_2 = u_2$$

$$(iii) m_1 = m_2 \rightarrow v_1 = u_2, v_2 = u_1$$

**Example:** একটি 5kg ভরের স্থির বস্তুর সাথে 1kg ভরের  $2\text{ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে বস্তুদ্বয়ের শেষ বেগ কত?

$$\text{সমাধান: } u_1 = 0; v_1 = \frac{2m_2 u_2}{m_1 + m_2} = \frac{2 \cdot 1 \cdot 2}{5 + 1} = \frac{2}{3} \text{ms}^{-1}$$

$$v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2 = \frac{1 - 5}{1 + 5} \times 2 = \frac{-8}{6} = \frac{-4}{3} \text{ms}^{-1}$$

### Related Questions:

01. 5kg ভরের একটি রাইফেল থেকে 20g ভরের একটি বুলেট  $1000\text{m/s}$  গতিতে ছুটে যায়। পিছন থেকে রাইফেলের ধাক্কার বেগ কত? [Agri. Gucho'20-21]

$$(a) 4000 \text{ m/s}$$

$$(b) 4 \text{ m/s}$$

$$(c) 400 \text{ m/s}$$

$$(d) 40 \text{ m/s}$$

$$\text{সমাধান: (b); } m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \therefore v_2 = \frac{-m_1}{m_2} v_1 = -4\text{ms}^{-1} \therefore \text{পশ্চাৎবেগ} = 4\text{ms}^{-1}$$

02. 90 কেজি ভরের একটি গাড়ি  $10 \text{m/s}$  বেগে বিপরীত দিক থেকে আসা 30 কেজি ভরের আরেকটি গাড়িকে ধাক্কা দেয়। সংঘর্ষের পর গাড়ি দুটি থেমে গেলে দ্বিতীয় গাড়িটির গতিবেগ কত ছিল? [JU'17-18]

$$(a) 30 \text{ m/s}$$

$$(b) 20 \text{ m/s}$$

$$(c) 100 \text{ m/s}$$

$$(d) 120 \text{ m/s}$$

$$\text{সমাধান: (a) } v_2 = \frac{m_2 - m_1}{m_2 + 1} u_2 + \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 \Rightarrow \left( \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2 \right) = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 \Rightarrow \frac{60}{120} u_2 = \frac{180}{120} u_1$$

$$\Rightarrow u_2 = \frac{23}{2} \times 10 \Rightarrow u_2 = 30 \text{ms}^{-1}$$

