ইঞ্জিনিয়ারিং এডমিশন প্রোগ্রাম ২০২০

পদার্থবিজ্ঞান

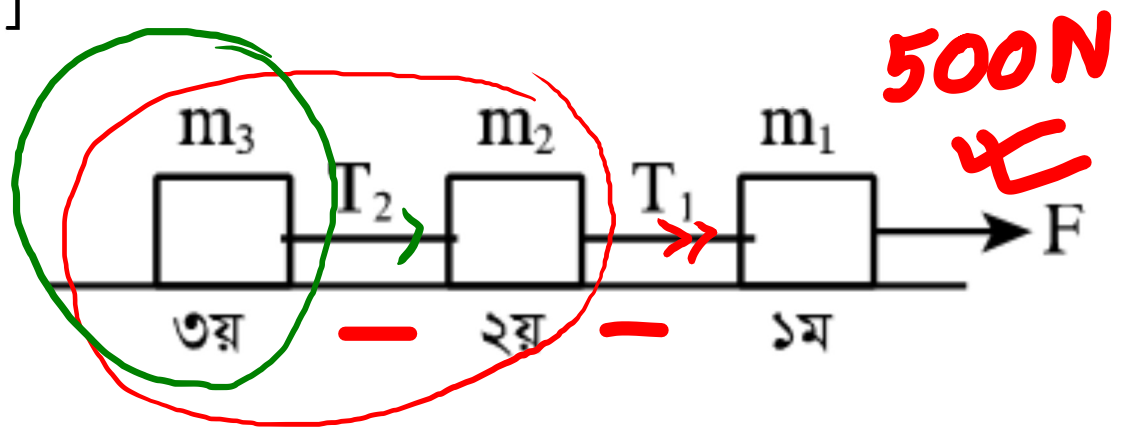
লেকচার : P-03

অধ্যায় ০৪ : নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

সুতার টান

তিনটি বস্তুকে সুতায় বেঁধে F বলে টানা হচ্ছে। মাঝখানের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল, T_1 কত?

[m_1 =10 kg, m_2 =20 kg, m_3 =30 kg and F=500N]



$\Sigma F = ma$

$F = (m_1+m_2+m_3)a$

$a = \frac{F}{m_1+m_2+m_3} = \frac{500N}{60kg} = \frac{25}{3}\ ms^{-2}$

$T_1 = (m_2+m_3)a = (50)\frac{25}{3} = 416.67N$

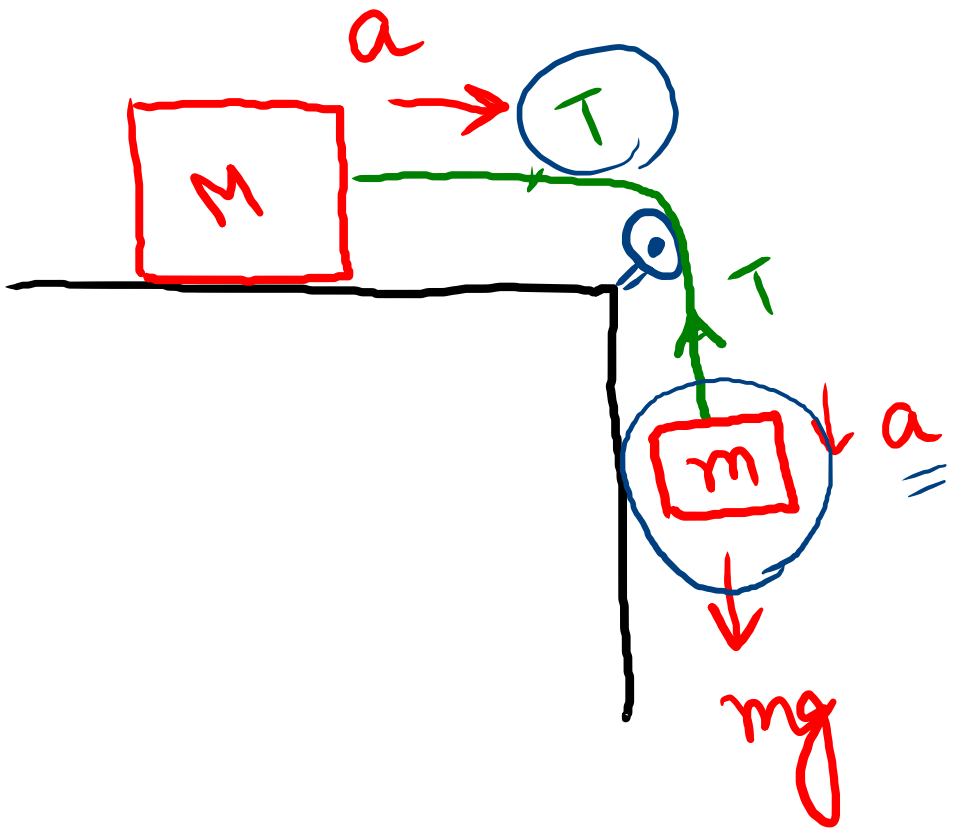
$T_2 = m_3a = 30 \times \frac{25}{3} = 250N$

$M = 5$
$m = 3$

$$mg = (m+M)a \Rightarrow a = \frac{mg}{M+m}$$

$$= \frac{3 \times 9.8}{5+3}$$

$$= 3.675 \text{ ms}^{-2}$$



$$(mg - T) = ma$$

$$T = m(g-a)$$

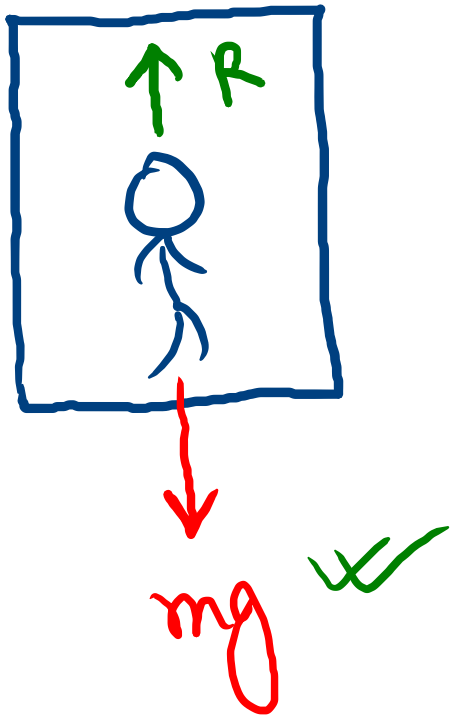
$$= 3(9.8 - 3.675)$$

$$= 18.375$$

$$T = Ma = 5 \times 3.675 = 18.375$$

লিফটে আপাত ওজন

একটি লিফট $5ms^{-2}$ ত্বরণে নিচে নামছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো একজন ব্যক্তির ভর 65kg হলে, তিনি কি পরিমাণ বল অনুভব করবেন ?



a ত্বরণ

$$mg - R = ma$$

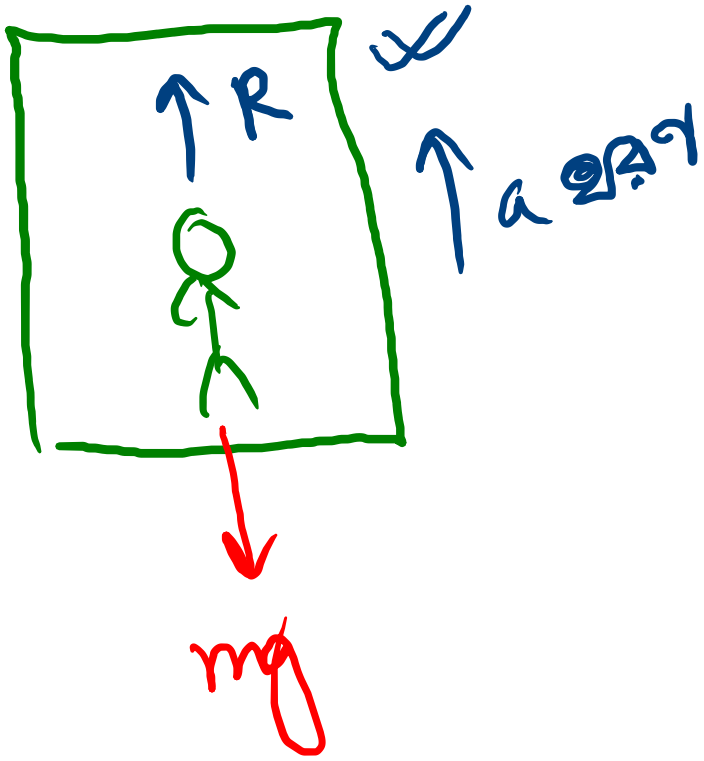
$$R = m(g - a)$$

$$= 65(9.8 - 5)$$

$$= 312\ N$$

লিফটে আপাত ওজন

একটি লিফট $5ms^{-2}$ ত্বরণে উপর উঠছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো একজন ব্যক্তির ভর 65kg হলে তিনি কি পরিমাণ বল অনুভব করবেন ?



$$R - mg = ma$$

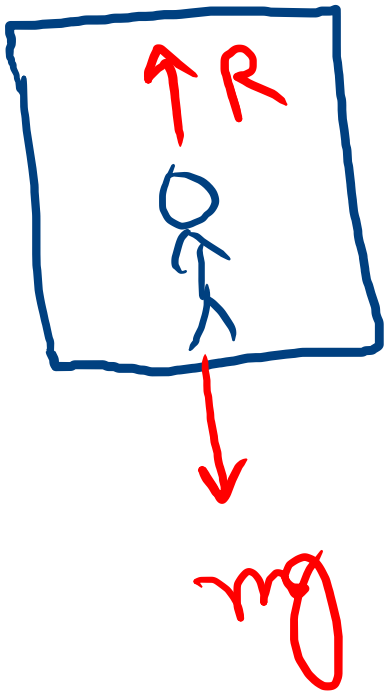
$$R = m(g+a)$$

$$= 65(9.8+5)$$

$$= 962N$$

লিফটে আপাত ওজন

একটি লিফট $5ms^{-1}$ সমবেগে উপরে উঠছে । লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো একজন ব্যক্তির ভর 65kg হলে, তিনি কি পরিমাণ বল অনুভব করবেন ?



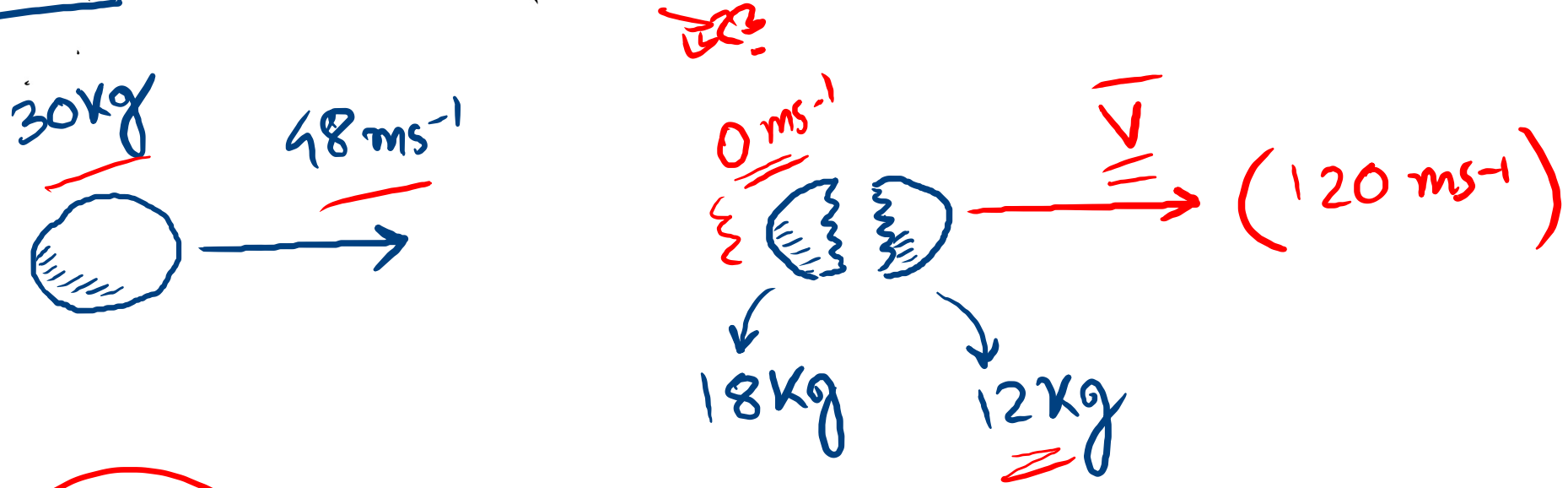
ত্বরণ = 0

$R = mg$

$= 65 \times 9.8 = 637N$

ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা

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

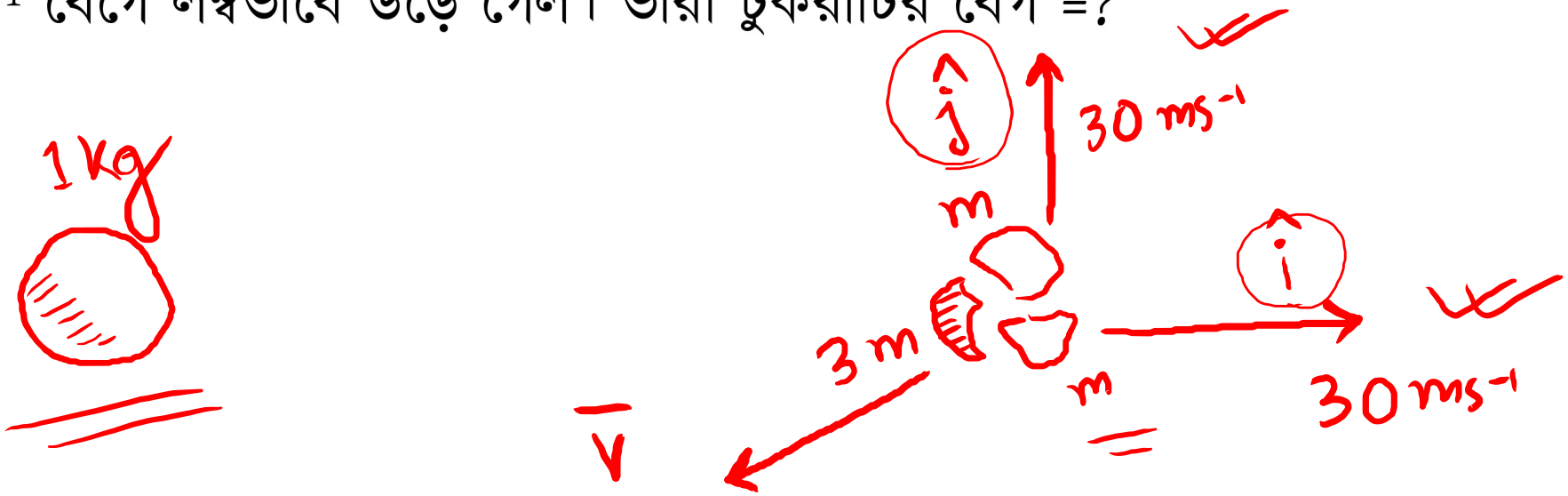


$30 \times 48 = 0 + 12 \times V$

$\Rightarrow V = 120 ms^{-1}$

ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা

1 kg ভরের একটি স্থির বস্তু 1:1:3 ভর অনুপাতে বিস্ফোরিত হল। সমান ভরের টুকরা 2 টি $30ms^{-1}$ বেগে লম্বভাবে উড়ে গেল। ভারী টুকরাটির বেগ =?



$$0 = m(30\hat{i}) + m(30\hat{j}) + 3m\bar{V}$$

$$\bar{V} = -10\hat{i} - 10\hat{j}$$

$$V = \sqrt{10^2+10^2} = 10\sqrt{2}$$

ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা

4kg ভরের একটি বস্তু $(2\hat{i}+3\hat{j})ms^{-1}$ বেগে এবং 6kg ভরের অপর একটি বস্তু $(-4\hat{i}-6\hat{j})ms^{-1}$ বেগে চলাকালীন সংযুক্ত হলে উহারা একত্রে কত ms^{-1} বেগে চলবে?

$$4(2\hat{i}+3\hat{j})+6(-4\hat{i}-6\hat{j})=(10)\bar{v}$$

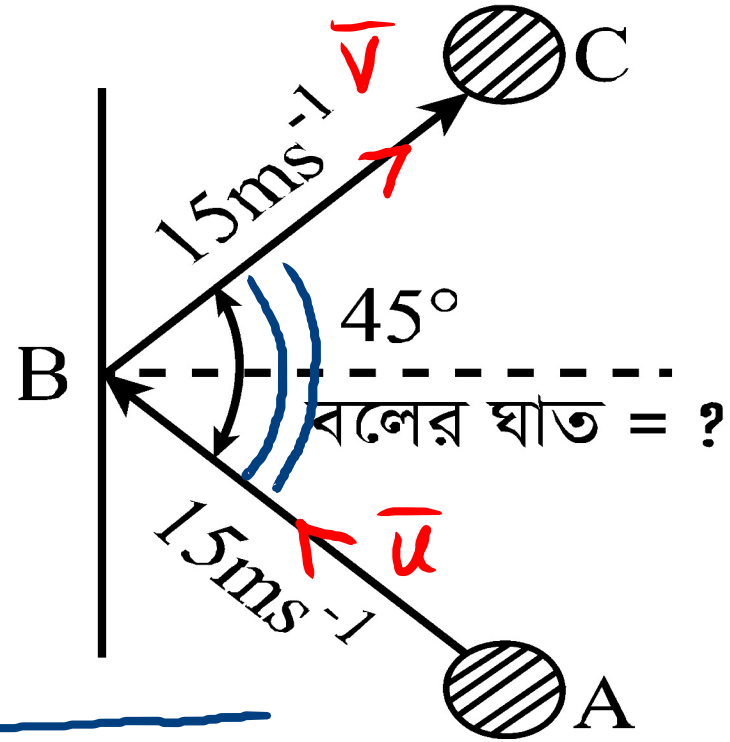
$$\bar{v}=(-1.6\hat{i}-2.4\hat{j})\ ms^{-1}$$

$$\tan\theta=\frac{2.4}{1.6}$$

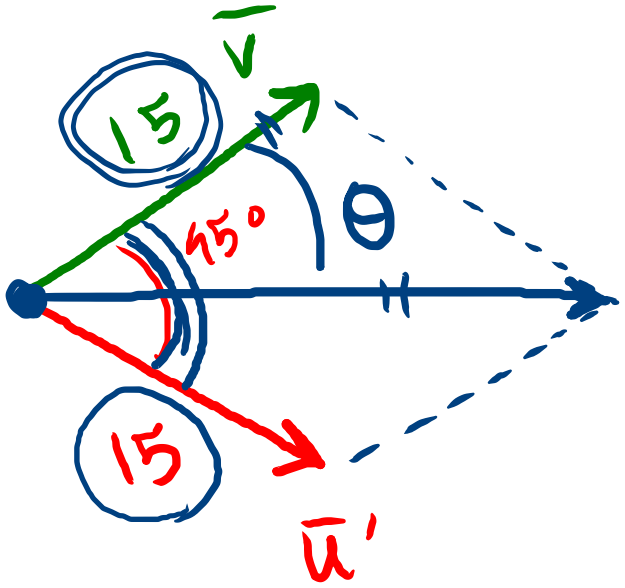
$$v=\sqrt{1.6^2+2.4^2}=2.88\ ms^{-1}$$

বলের ঘাত

একটি বল A বিন্দু থেকে এসে B বিন্দুতে ধাক্কা খেয়ে আবার একই বেগে 45° কোণে C বিন্দুতে চলে গেল। তাহলে বলের ঘাত কত?



বলের ঘাত $= \Delta\bar{P} = m\bar{v} - m\bar{u} = m(\bar{v} - \bar{u})$



$(\bar{v} - \bar{u})$

$|\bar{v} - \bar{u}| = \sqrt{15^2 + 15^2 + 2 \times 15^2 \cos 45}$

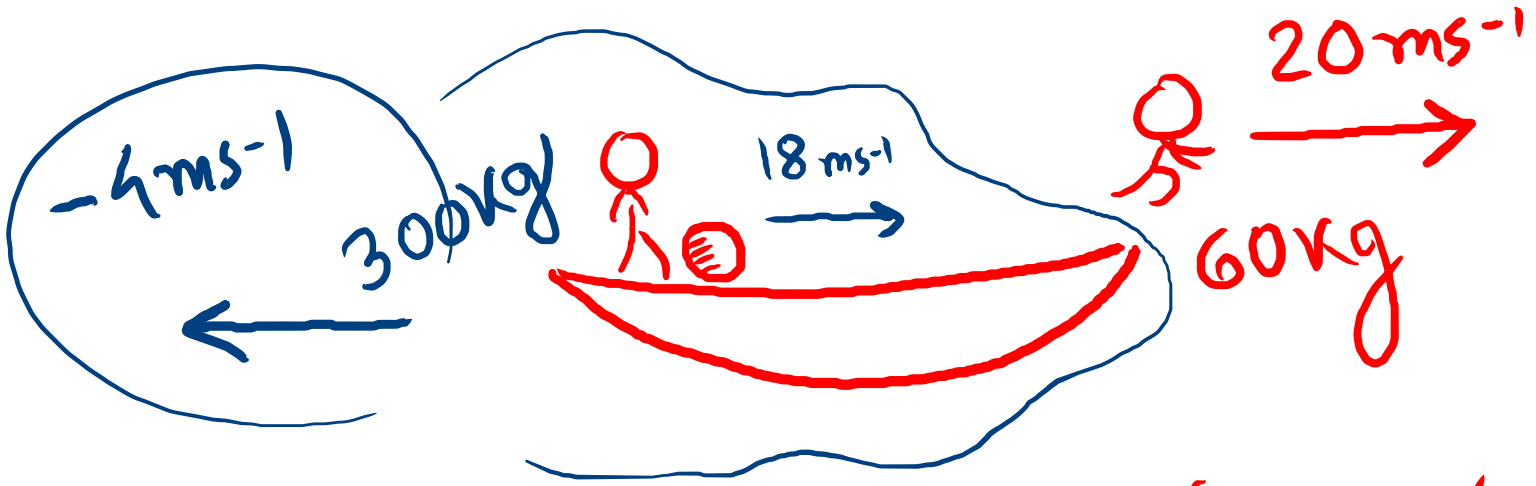
$= 27.7$

$\Delta P = m(27.7)$

$\tan\theta = \frac{15\sin 45}{15 + 15\cos 45} = 22.5°$

বলের ঘাত

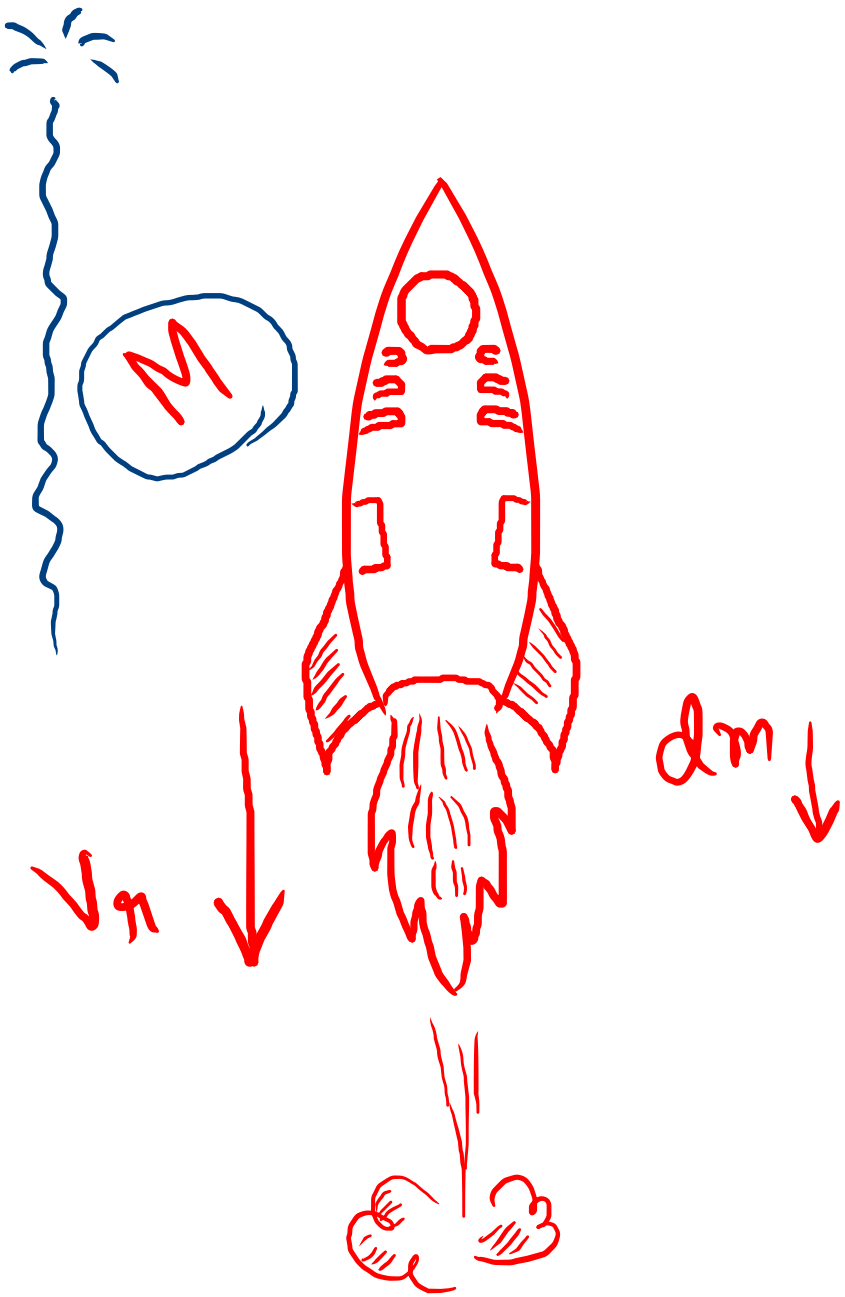
স্থির পানির উপর ভাসমান একটি নৌকা হতে একজন লোক আনুভূমিক দিকে লাফ দিয়ে তীরে পৌঁছাল। বাকী লোকসহ নৌকার ভর 300 kg। লাফদেয়া লোকের ভর 60 kg। লাফের বেগ 20m/s। এমতাবস্থায় নৌকায় অবস্থিত 0.75kg ভরের একটি স্থির বলকে কিক মারা হলো। ফলে ফুটবলটি একই দিকে 18m/s বেগ প্রাপ্ত হলো। পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত নির্ণয় কর।



$0 = 20 \times 60 + 300V \Rightarrow V = -4\ ms^{-1}$

$0.75\,(18-(-4)) = 16.5\ kg\,ms^{-1}$

রকেট



$$F = \frac{V_n \frac{dm}{dt}}{dt} \quad \text{kgs}^{-1}$$

$$a = \frac{1}{M} V_n \frac{dm}{dt}$$

$$a > g$$

$$V_s = V_n \ln \frac{m_0}{m}$$

rocket + fuel

rocket

$$V = V_0 + V_n \ln \frac{m_0}{m} - gt$$

রকেট

একটি রকেট প্রতি সেকেন্ডে 0.07kg জ্বালানি খরচ করে। রকেট থেকে নির্গত গ্যাসের বেগ 100kms-1 হলে, রকেটের উপর কত বল ক্রিয়া করবে?

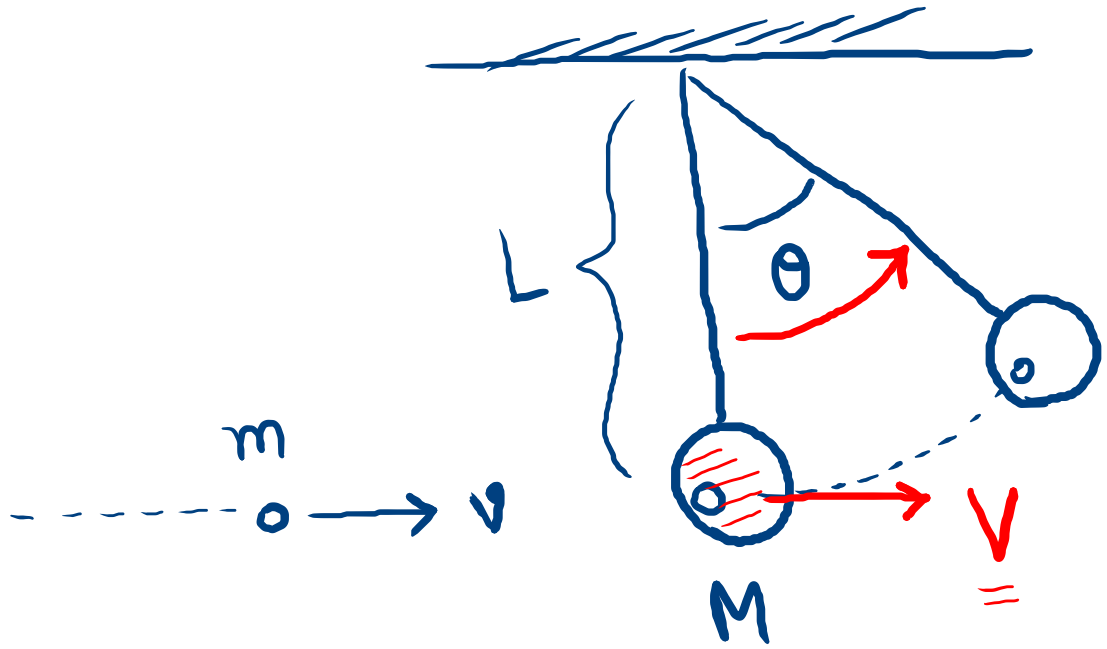
$$F = V_r \frac{dm}{dt} = 10^5 \frac{0.07}{1} = 7000N$$

$m = 50kg$

লব্ধি বল $= 7000 - mg$

$= 6510$

ballistic pendulum



$$mv + 0 = (m+M)V$$

$$V = \frac{mv}{m+M}$$

$$\frac{1}{2}(M+m)V^2 = (M+m)gL(1-\cos\theta)$$

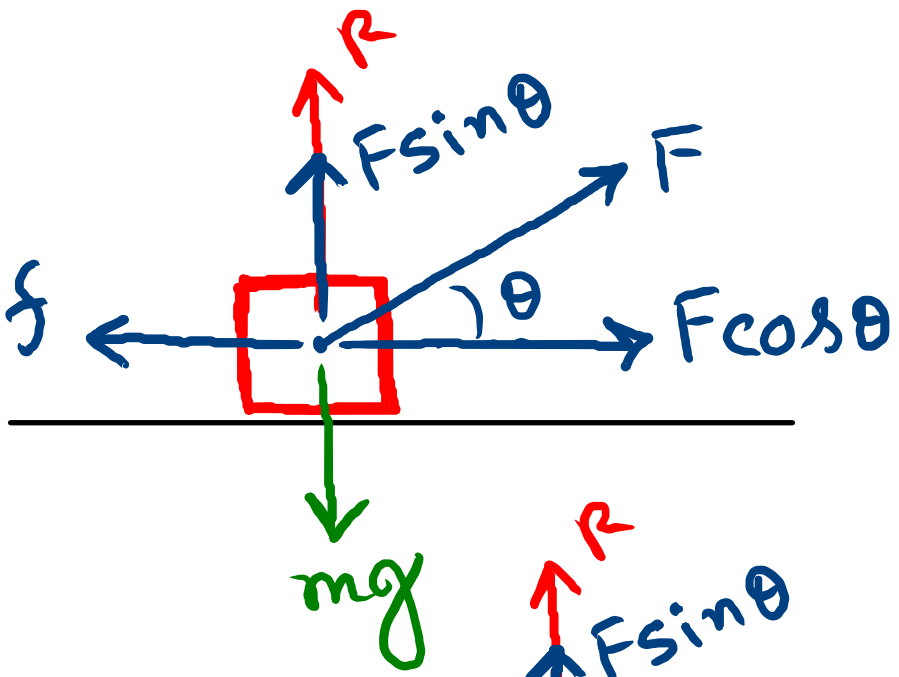
ঘর্ষণ

Golden Rule:

* অভিলম্ব বল কে তলের অভ্যন্তরে ও লম্ব উপাংশকে বলে

* স্থিতি বা অমবেগ ↔ ↕ বলের লব্ধি শূন্য

* গতির বেলায় $\Sigma F = ma$



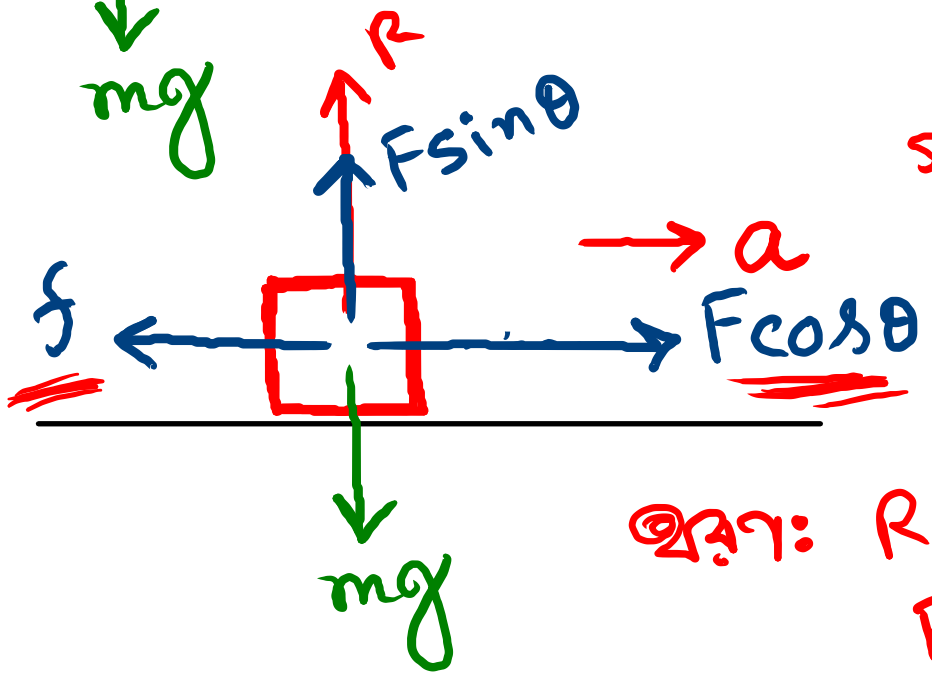
$f_K = \mu_K R$

$f_S = \mu_S R$

স্থিতি: $R + F\sin\theta = mg$

$R = mg - F\sin\theta$

$F\cos\theta = f_S$



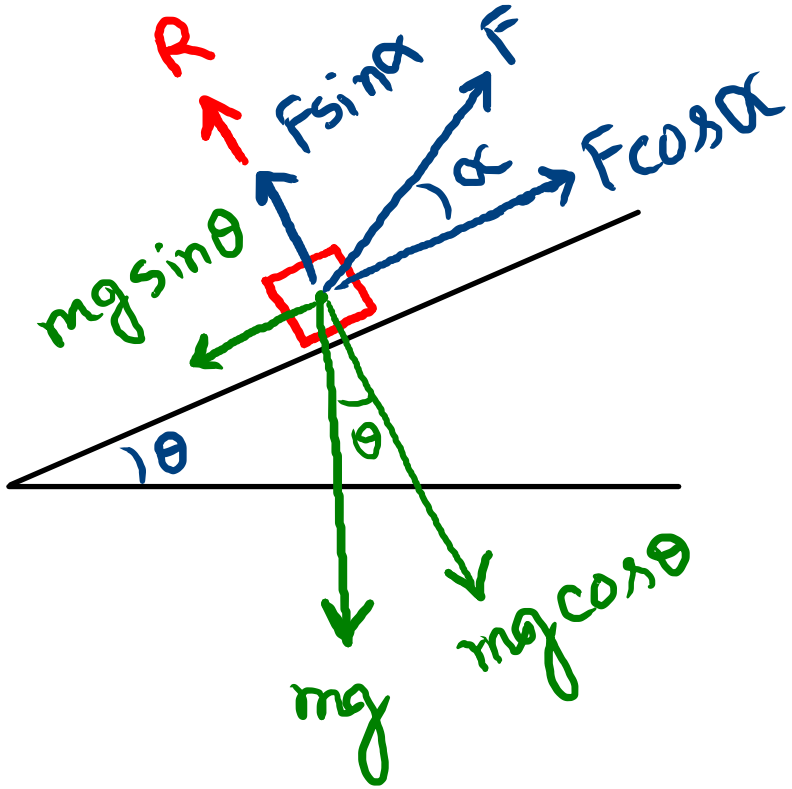
গতি: ঊর্ধ্বমুখে: $R + F\sin\theta = mg$

$R = mg - F\sin\theta$

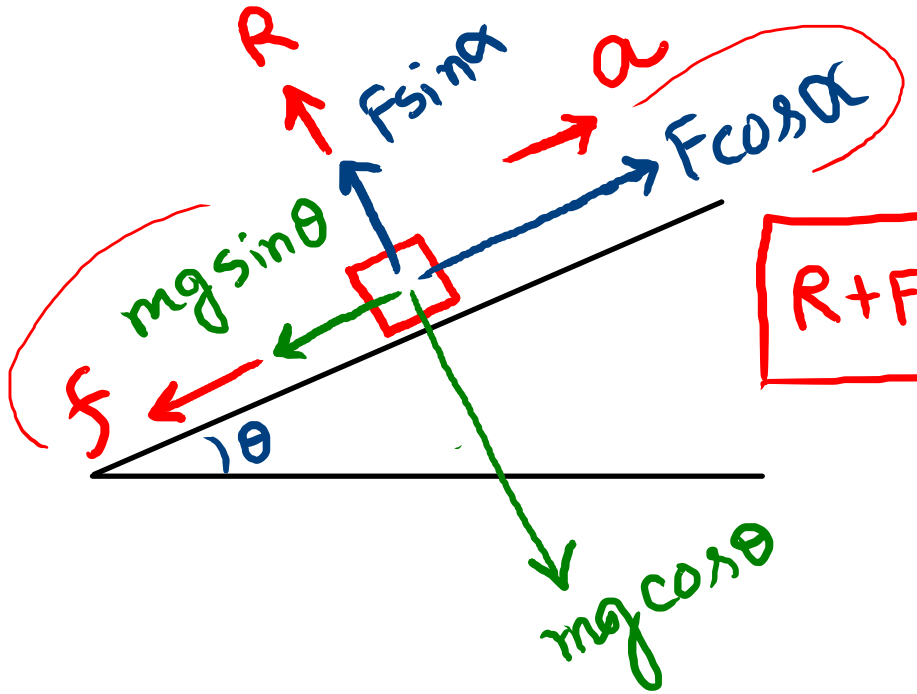
$F\cos\theta = f_K$

অনুভূমিক: $R + F\sin\theta = mg$

$F\cos\theta - f_K = ma$



$F\cos\alpha > mg\sin\theta$



$$R + F\sin\alpha = mg\cos\theta$$

মুক্তা হেমব্রম

স্থির:

$$F\cos\alpha = mg\sin\theta + f_s$$

সমবেগ:

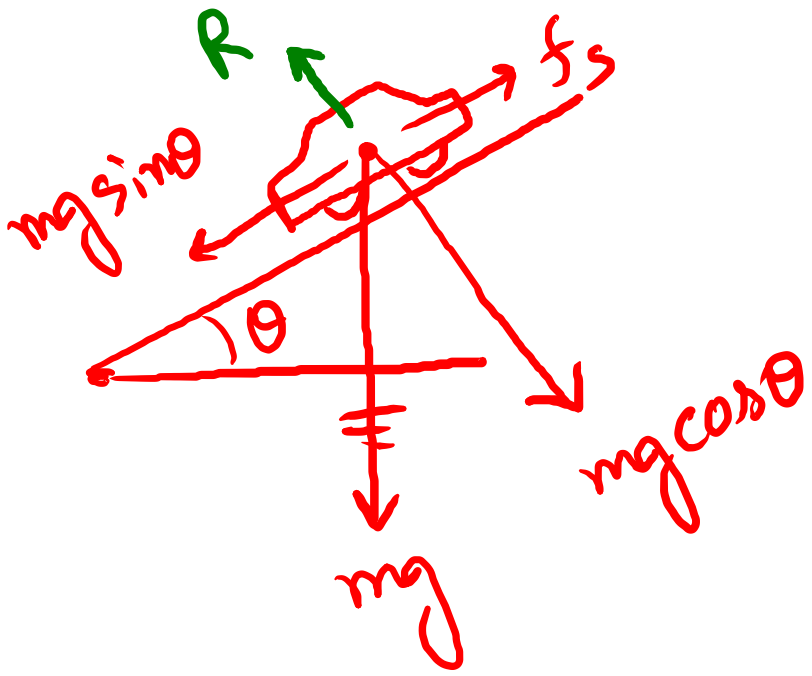
$$F\cos\alpha = mg\sin\theta + f_k$$

ত্বরণ:

$$\underbrace{F\cos\alpha - (mg\sin\theta + f_k)}_{\Sigma F} = ma$$

আনত তলে স্থিতি ঘর্ষণ

1000 kg ভরের একটি গাড়ির চাকা ও রাস্তার মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণের সহগ বা গুণাঙ্ক 0.8 হলে, গাড়িটি সর্বোচ্চ কত ঢালু রাস্তায় পিছলিয়ে না পড়ে থেমে থাকতে পারবে?



$R = mg\cos\theta$

$f_s = mg\sin\theta$

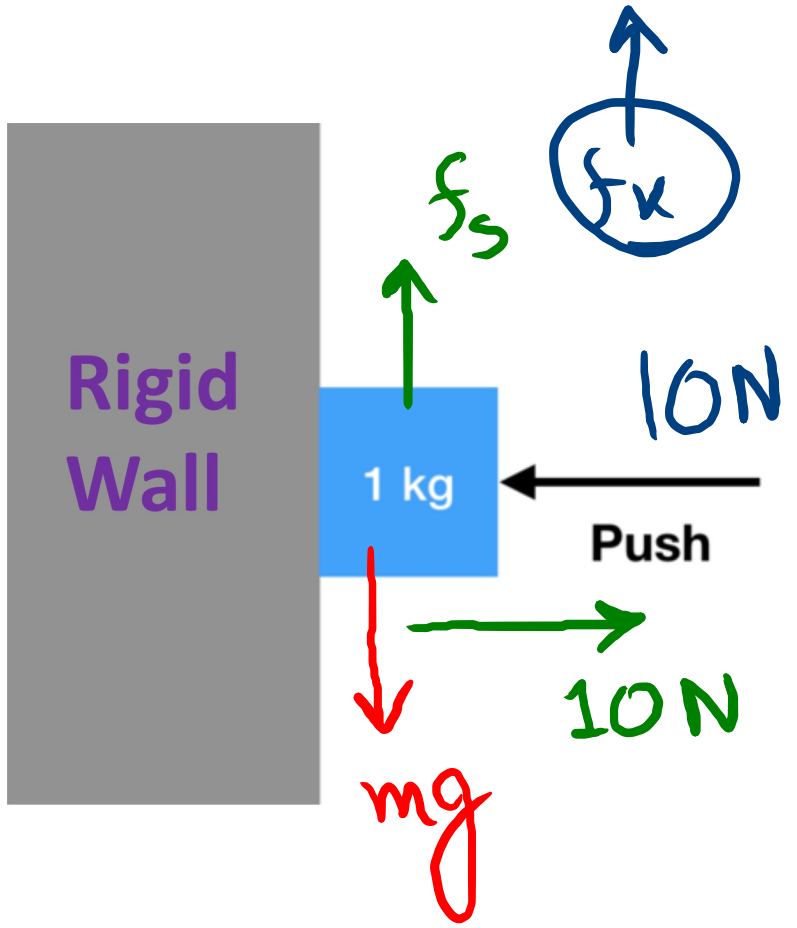
$$\tan\theta = \frac{f_s}{R}$$

$$= \frac{\mu_s R}{R} = \mu_s$$

$\theta = \tan^{-1}\mu_s = 38.66$

গতীয় ঘর্ষণ

পাশের চিত্রে ধাক্কার মান 10N হলে ব্লকের ত্বরণ কত হবে ? দেওয়া আছে ব্লকটি শুরুতে স্থির ছিল।
$\mu_s = 0.4 , \mu_k = 0.1$



$R = 10N$

$f_s = \mu_s R = 0.4 \times 10 = 4N$

$mg = 1 \times 9.8 = 9.8\ ms^{-2}$

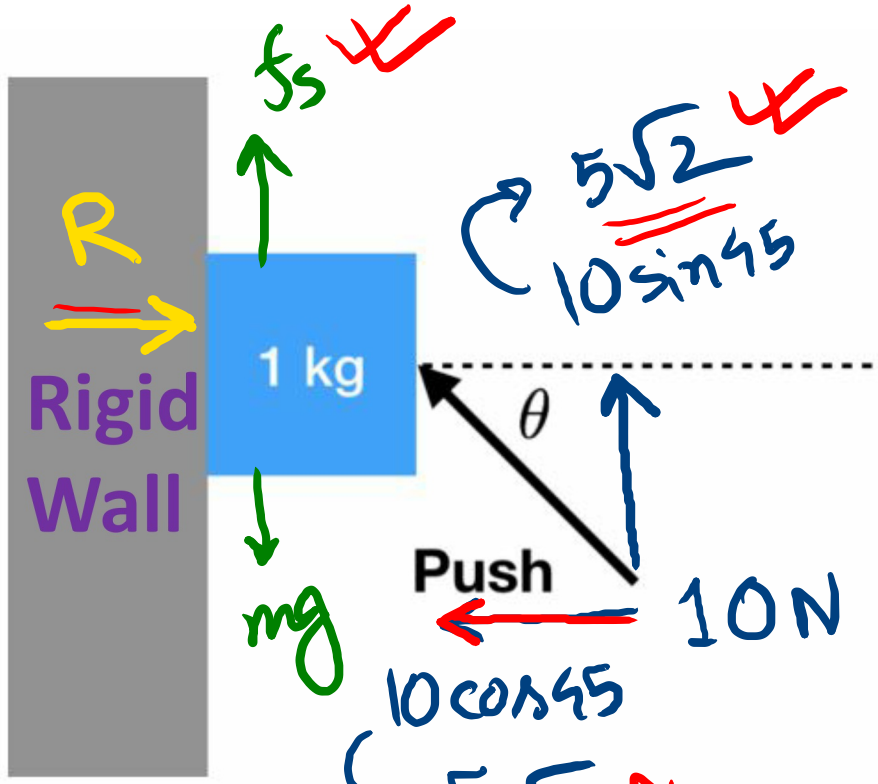
$f_s < mg$ (গতিশীল হবে)

$f_k = \mu_k R = 0.1 \times 10 = 1N$

$(mg - f_k) = ma \Rightarrow 9.8 - 1 = 1 \times a \Rightarrow a = 8.8 ms^{-2}$

গতি ঘর্ষণ

পাশের চিত্রে ধাক্কার মান 10N হলে ব্লকের ত্বরণ কত হবে?
দেওয়া আছে ব্লকটি শুরুতে স্থির ছিল।
$\mu_s = 0.4 , \mu_k = 0.1$ এবং $\theta = 45^o$



$R = 5\sqrt{2}\,N$

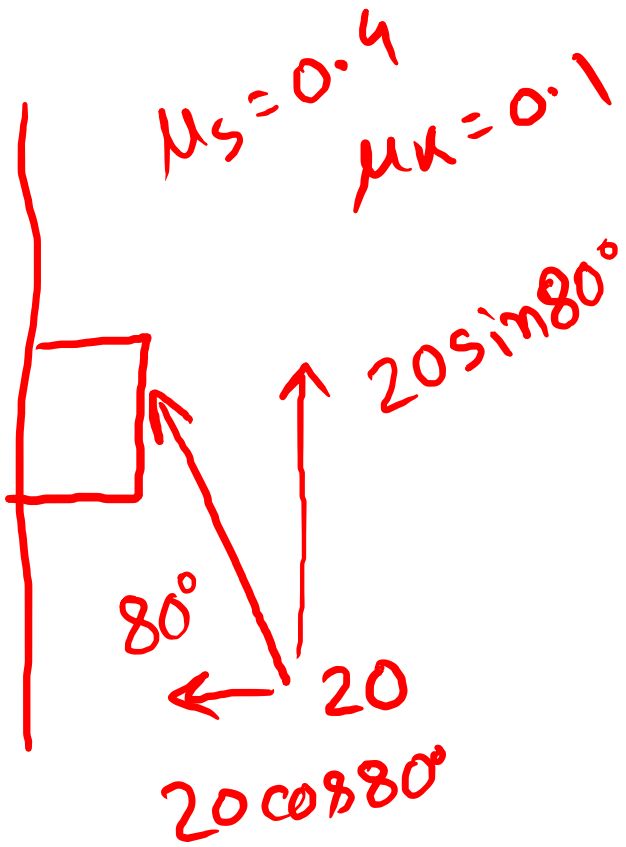
$f_s = \mu_s R = 0.4 \times 5\sqrt{2} = 2\sqrt{2}$

$mg = 1 \times 9.8 = 9.8\,N$

$\uparrow\uparrow \quad f_s + 5\sqrt{2} = 7\sqrt{2} = 9.89949 \simeq 9.9$

$\downarrow\downarrow \quad 9.8N$

বস্তু নড়বে না, স্থির থাকবে।


$\mu_s = 0.4$
$\mu_K = 0.1$
$20\sin 80°$
$80°$
20
$20\cos 80°$

পুলির টান

একটি পুলির দুই প্রান্তে যথাক্রমে 10kg ও 5kg ভর ঝুলানো আছে। ভারী বস্তুটি কত ত্বরণে নিচে নামবে?

$$(m_1g - m_2g) = (m_1 + m_2)a$$

$$a = g\frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$$

$$= 9.8\ \frac{5}{15}$$

$$= 3.27\ ms^{-2}$$

* যদি পুলিতে 2N ঘর্ষণ থাকে

$$(m_1g - m_2g - 2) = (m_1 + m_2)a$$))Extra

$$m_1g - T = m_1a$$

$$T = m_1(g - a)$$

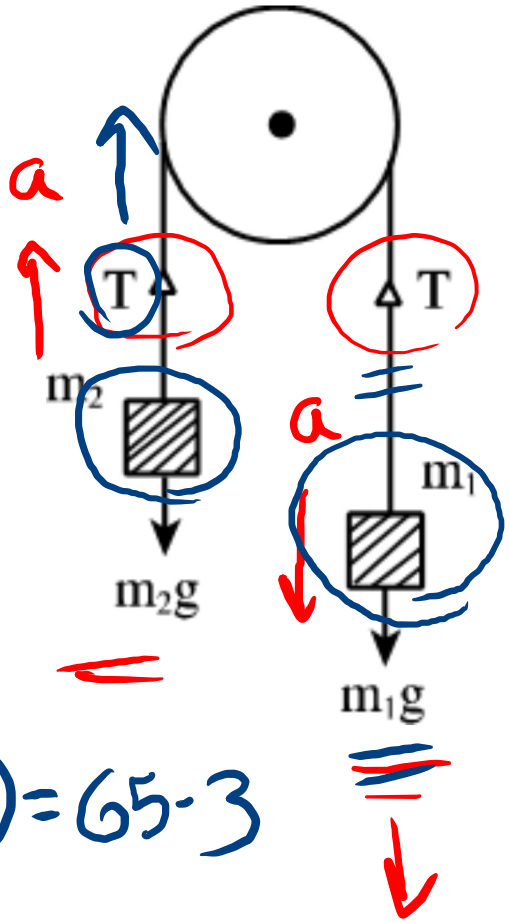
$$= 10(9.8 - 3.27)$$

$$= 65.3\ N$$

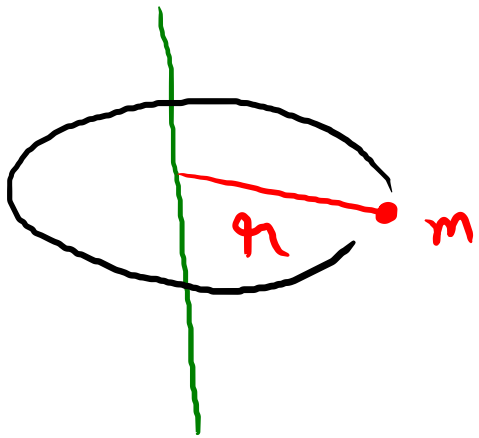
$$T - m_2g = m_2a$$

$$T = m_2(g + a)$$

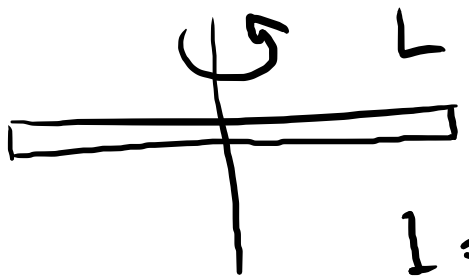
$$= 5(9.8 + 3.27) = 65.3$$



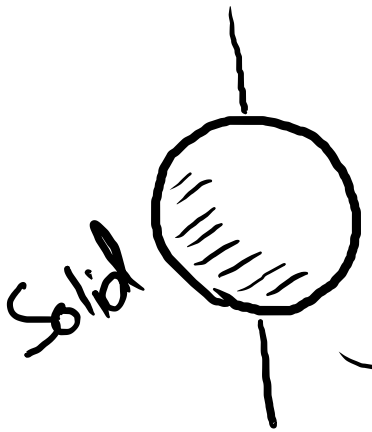
জড়তার ভ্রামক



$I = mr^2$



$I = \frac{mL^2}{12}$



$\rightarrow I = \frac{2}{5}mr^2$

জড়তার ভ্রামক

4, 5 এবং 6 একক ভরের তিনটি কণার স্থানাঙ্ক যথাক্রমে (4, 0, -1), (3, -2, 3) এবং (2, 1, 4) হলে, z-অক্ষের সাপেক্ষে তাদের জড়তার ভ্রামক ও চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

4, 0, -1

$\sqrt{4^2+0^2}$

mr^2

$4\times(4^2+0^2)$

$5\times(3^2+2^2)$

$6\times(2^2+1^2)$

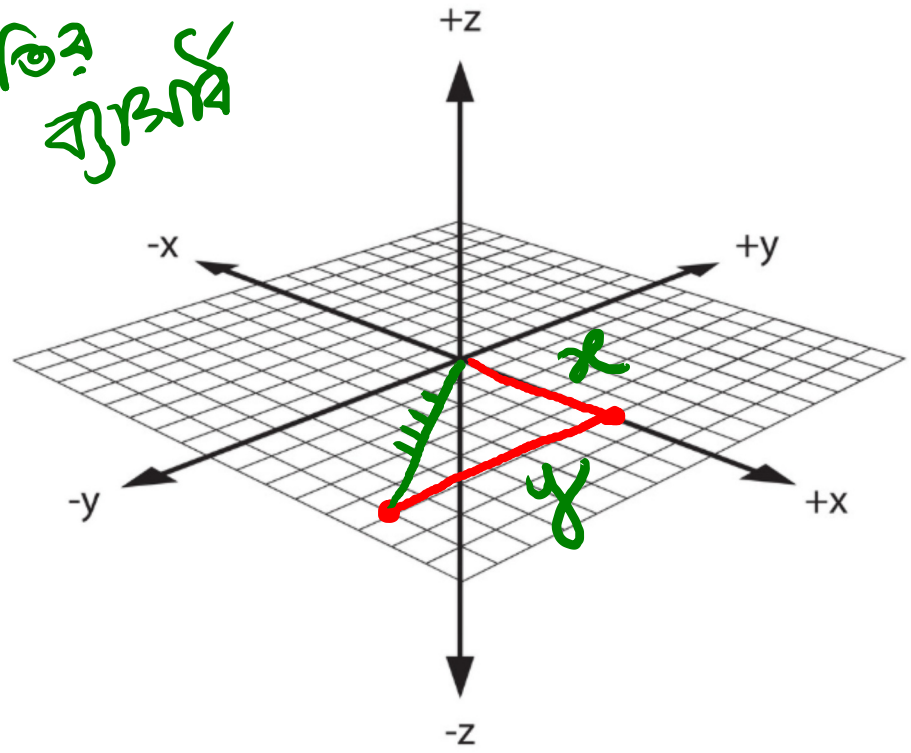
$I = 159$

$I = MK^2$ → চক্রগতির ব্যাসার্ধ

$159 = (4+5+6)K^2$

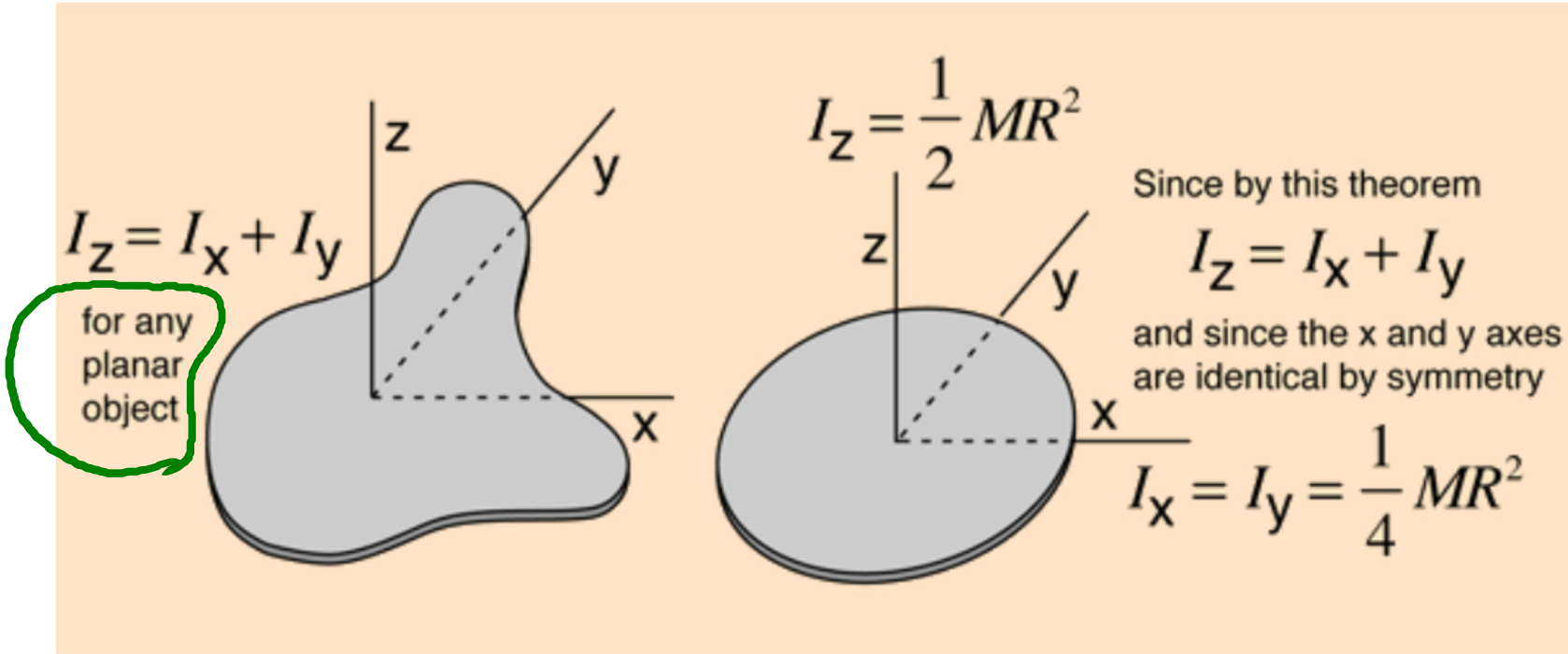
$K = \sqrt{\frac{159}{15}}$

$= 3.26$



জড়তার ভ্রামক

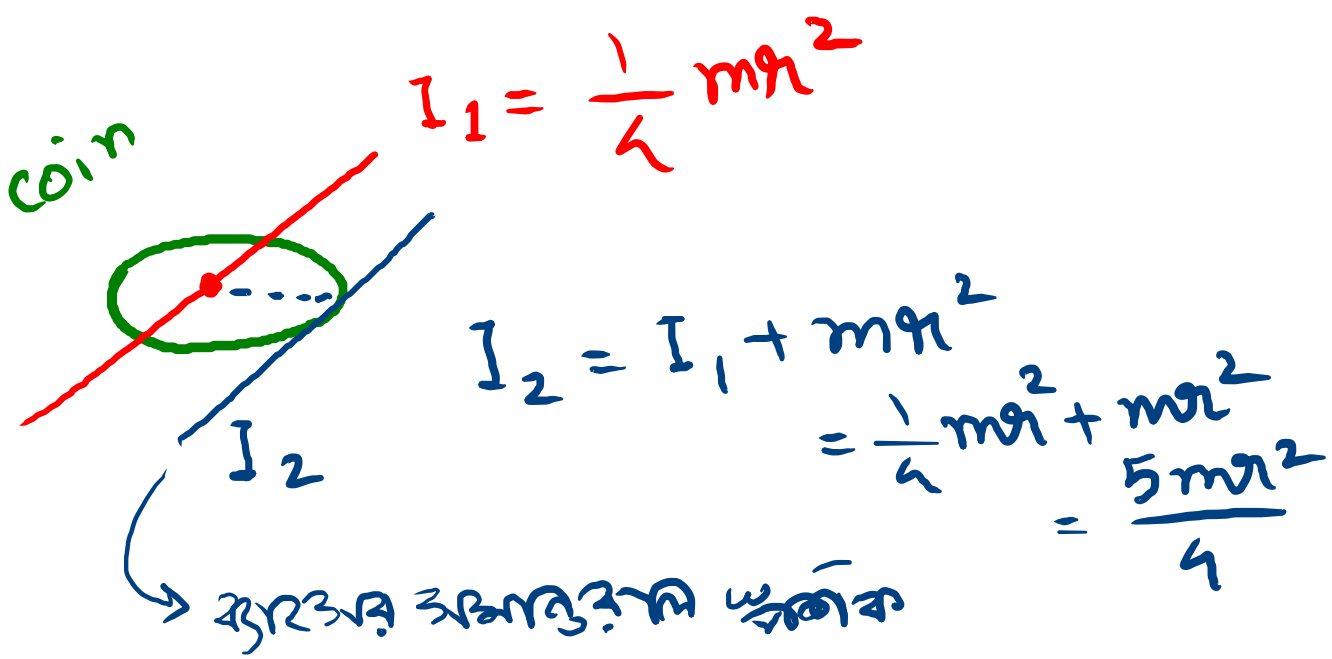
লম্ব অক্ষ উপপাদ্য

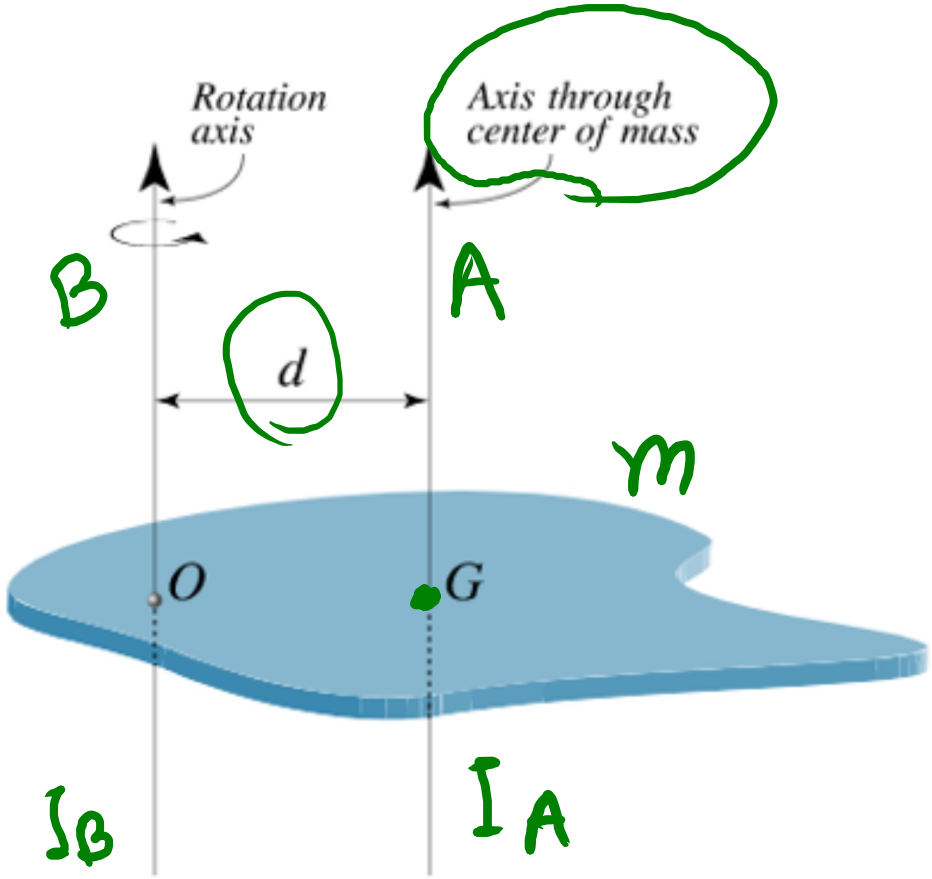


জড়তার ভ্রামক

সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য

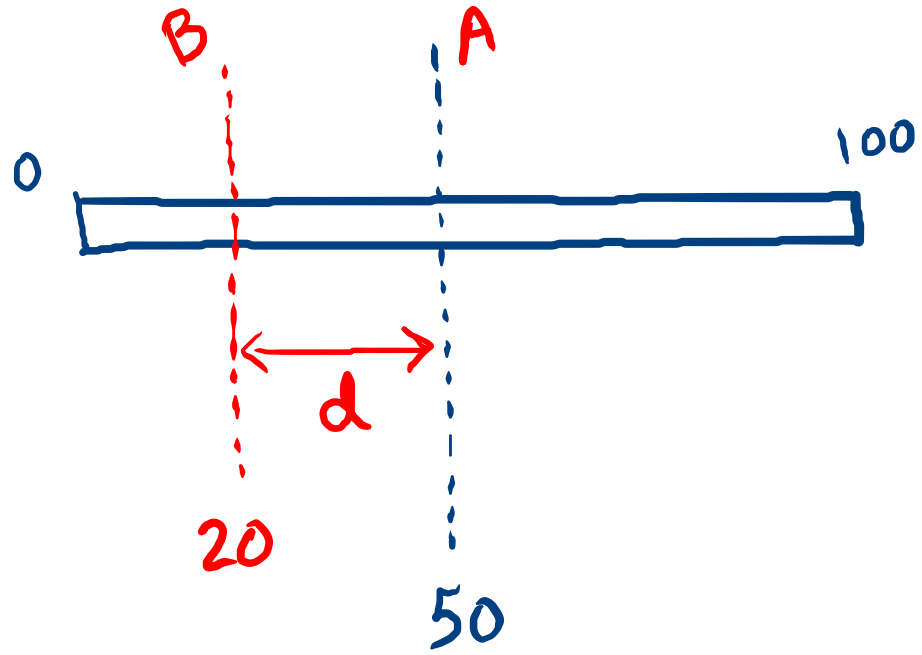
$$I_B = I_A + md^2$$





জড়তার ভ্রামক

0.5kg ভরবিশিষ্ট একটি মিটার স্কেলের 20 cm চিহ্নিত দাগের লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে মিটার স্কেলটির ঘূর্ণন জড়তা নিরূপণ কর। স্কেলটিকে পাতলা রড হিসেবে বিবেচনা কর।



$$I_B = I_A + md^2$$

$$= \frac{mL^2}{12} + md^2$$

$$= \frac{0.5\,(1)^2}{12} + 0.5(.3)^2$$

$$= 0.087\ kgm^2$$

কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা

একটি বস্তুকে 20cm ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার 5rev/s কৌণিক বেগে ঘোরানো হচ্ছে।যদি হঠাৎ করে ব্যাসার্ধ কমিয়ে 10cm করা হলে এখন কৌণিক বেগ কত?

$$\omega_0 = 5\ \text{rev/s} = \frac{5 \times 2\pi\ \text{rad}}{1\text{s}} = 10\pi\ \text{rads}^{-1}$$

$$I_0\omega_0 = I\omega$$

$$m(.2)^2(10\pi) = m(.1)^2\omega$$

$$\omega = 40\pi\ \text{rads}^{-1}$$

* $\frac{1}{2}I_0\omega_0^2 \neq \frac{1}{2}I\omega^2$

টর্ক এবং কৌণিক ভরবেগ

একটি চাকার ভর 6kg এবং কোনো অক্ষ সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 30cm। চাকাটিকে 3 $rads^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক (Torque) প্রয়োগ করতে হবে?

$m = 6kg$

$K = 30cm = 0.3m$

$I = mK^2 = 6 \times 0.3^2 = 0.54$

$F = mg$

$\tau = I\alpha$

$\tau = I\alpha$

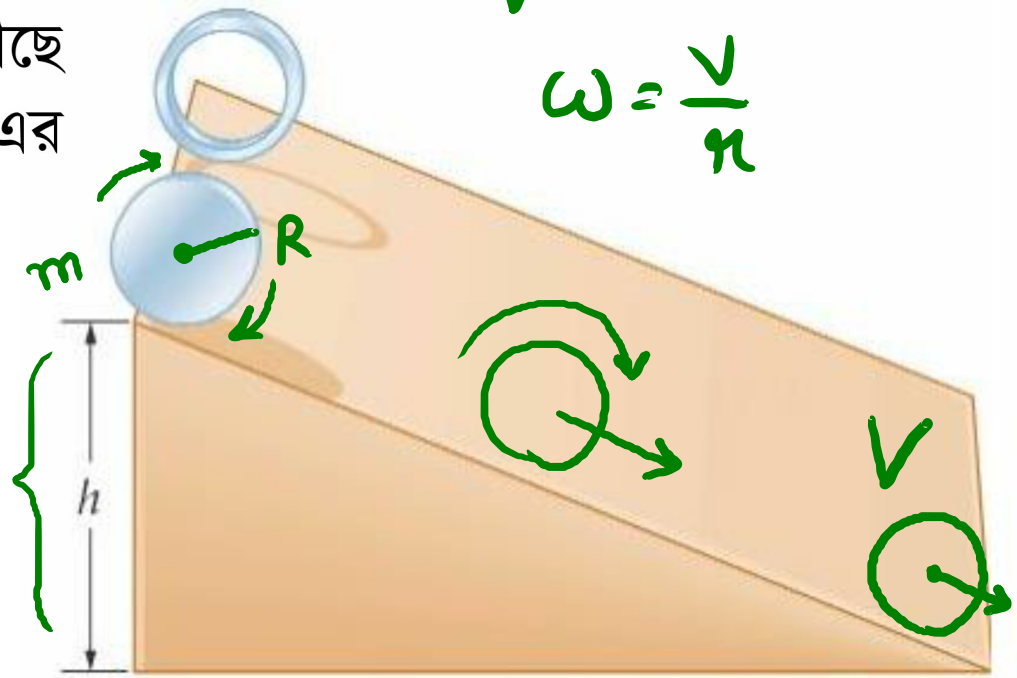
$= (0.54)\,3 = 1.62\ Nm$

আনত তলে গড়িয়ে পরা

পাশের চিত্রে একই সময়ে ছেড়ে দেয়া একটি গোলক এবং রিং গড়িয়ে পড়ছে। কে আগে ভূমিকে স্পর্শ করবে? দেওয়া আছে গোলকের ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 10kg এবং 3m আর রিং এর ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 1kg এবং 1m ।

$v = \omega r$

$\omega = \frac{v}{r}$



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

$= \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{2}{5}mR^2\right)\frac{v^2}{R^2}$

$mgh = \frac{1}{2}mv^2\left(1+\frac{2}{5}\right)$

$gh = \frac{1}{2}v^2\left(1+\frac{2}{5}\right)$ → গোলক

$gh = \frac{1}{2}v'^2(1+1)$ → রিং

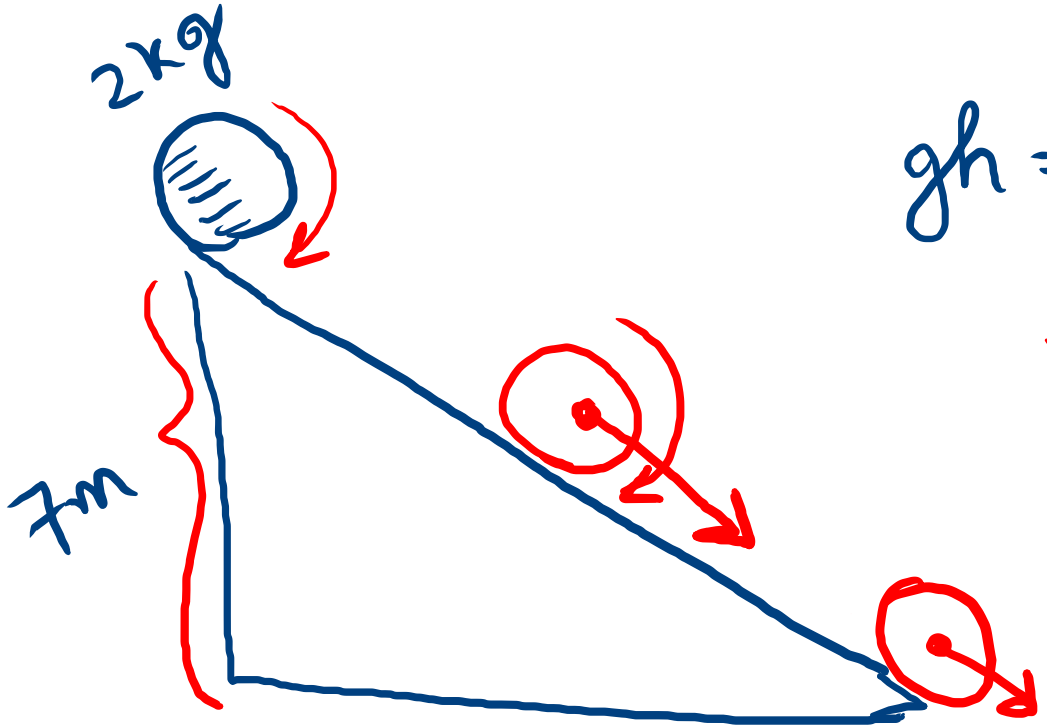
$I = mR^2$ Coin → $I = \frac{1}{2}mR^2$

$v' < v$

কম্পন → $gh = \frac{1}{2}v^2\left(1+\frac{1}{2}\right)$

আনত তলে গড়িয়ে পরা

7m উঁচু হতে 2kg ভরের একটি পিতলের নীরেট গোলক একটি নতি তলে গড়াতে গড়াতে ভূমিতে এসে পড়ে। ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে গোলকটির ভরকেন্দ্রের গতিশক্তি ও কৌণিক গতিশক্তি কত ছিল?



$$gh = \frac{1}{2}v^2\left(1+\frac{2}{5}\right)$$

$$v^2 = \frac{2gh}{1+\frac{2}{5}} = 98$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times 2\times 98 = 98\,J$$

কৌণিক গতিশক্তি $= mgh - \frac{1}{2}mv^2 = 39.2\,J$

কেন্দ্রমুখী বল

একটি ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসের চতুর্দিকে 1.1Å ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে $4\times10^{6}\ ms^{-1}$ বেগে প্রদক্ষিণ করে। ইলেকট্রনের কেন্দ্রমুখী বলের মান কত?

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

$$= 1.325\times10^{-7}$$

কেন্দ্রমুখী বল

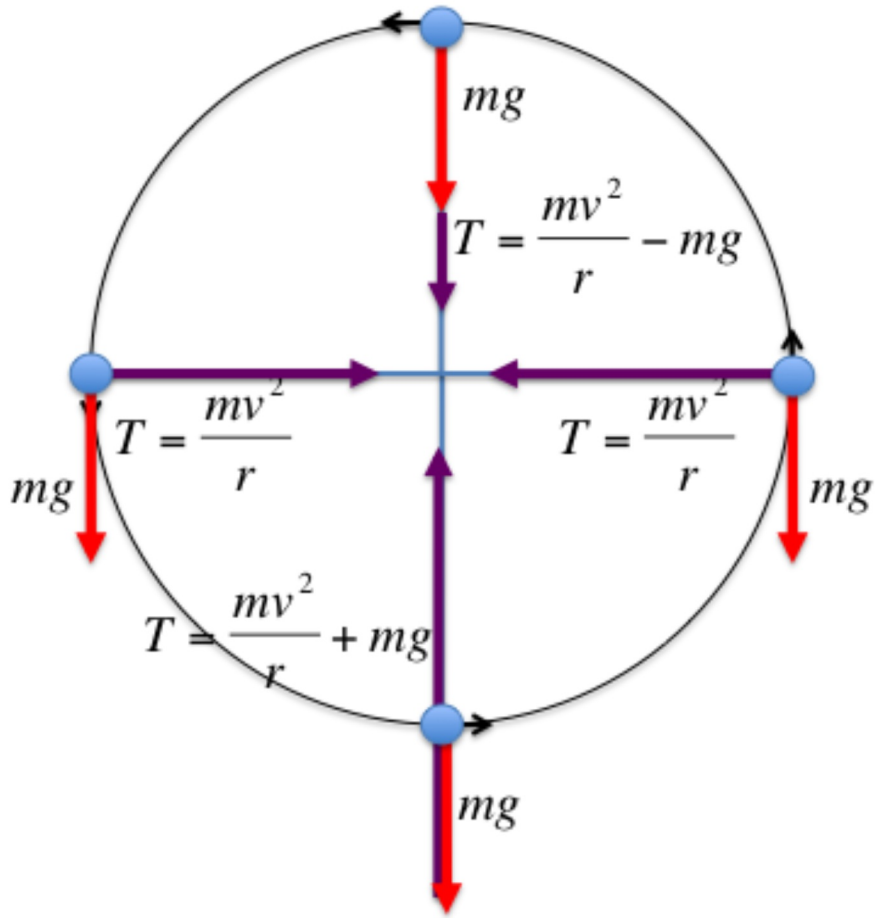
উলম্ব তলে m ভরের বস্তুটি ঘুরছে।

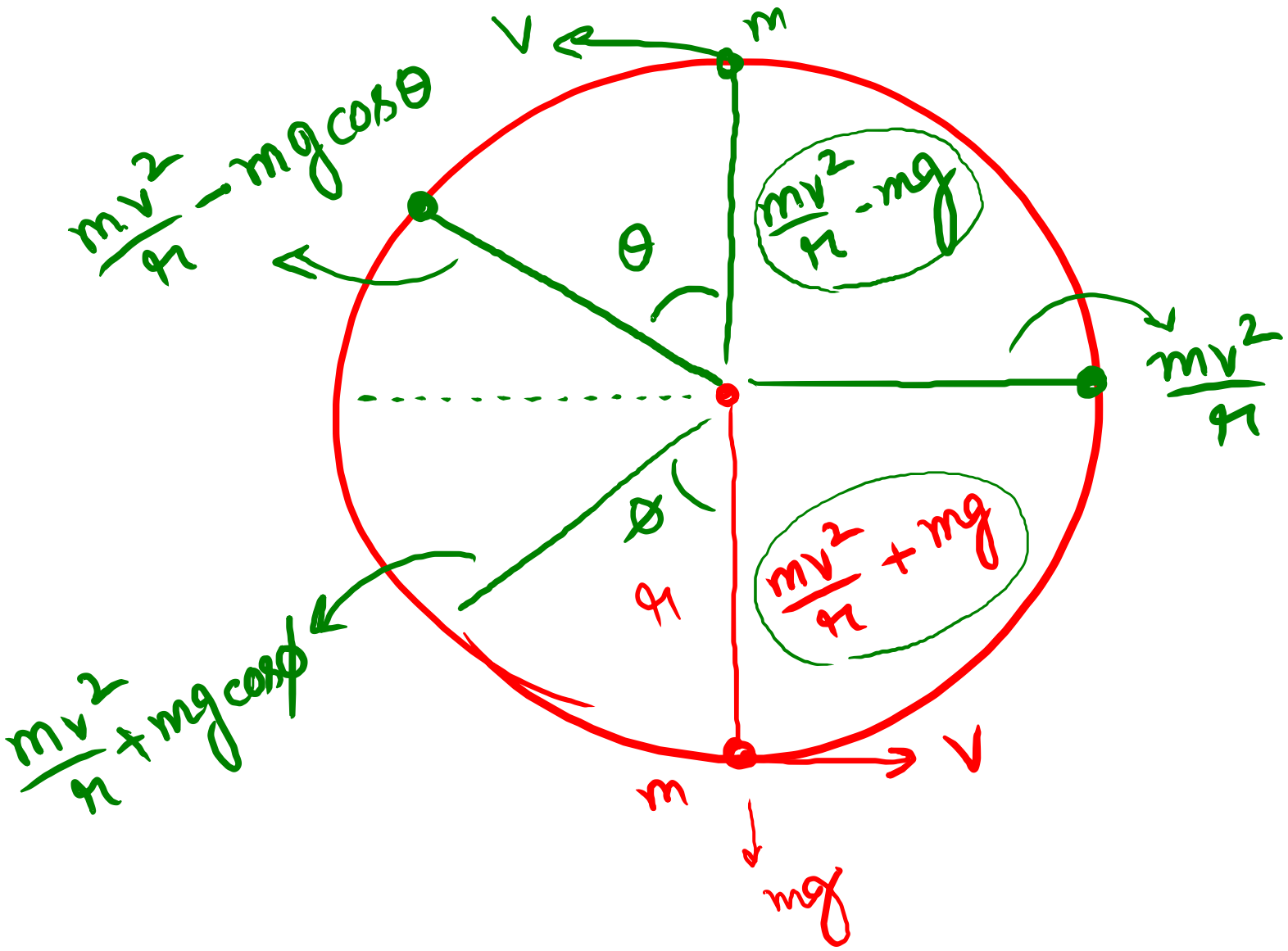
(i) সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন বিন্দুতে টানের পার্থক্য কত?

(ii) সর্বোচ্চ বিন্দুতে বেগ কত হলে সেই বিন্দুতে সুতায় কোন ঢিল পড়বে না? সেক্ষেত্রে সর্বনিম্ন বিন্দুতে বেগ ও টান কত?

(iii) টান change করে বস্তুকে সমদ্রুতিতে ঘোরানো সম্ভব কি?

(iv) উলম্বের সাথে θ কোণে থাকলে টান কত হবে?




V
m
$\frac{mv^2}{r} - mg\cos\theta$
θ
$\frac{mv^2}{r} - mg$
$\frac{mv^2}{r}$
ϕ
r
$\frac{mv^2}{r} + mg$
$\frac{mv^2}{r} + mg\cos\phi$
V
m
mg

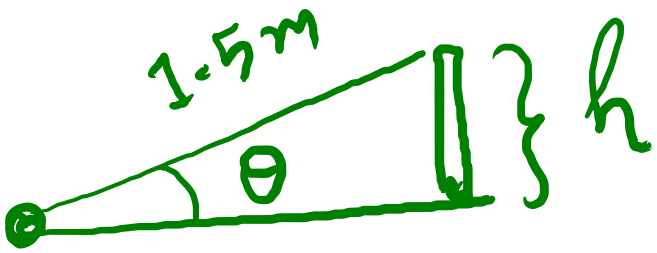
ব্যাংকিং

রেল লাইনের একটি বাঁকের ব্যাসার্ধ 99m এবং লাইনের পাত দুইটির মধ্যে দূরত্ব 1.5m। ভিতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাত কতখানি উঁচু হলে বাহিরের পাত কোনরূপ চাপ প্রয়োগ না করে একটি ট্রেন 9.8m/sec দ্রুতিতে বাঁক নিতে পারবে?

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

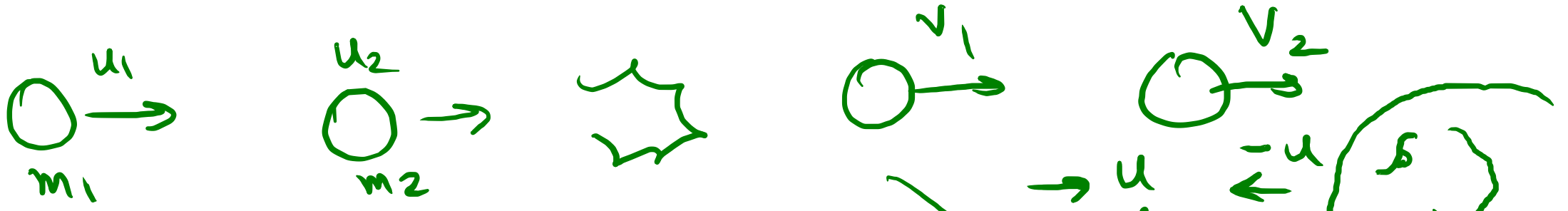
$$= \frac{9.8^2}{99 \times 9.8}$$

$$\theta = 5.65^\circ$$



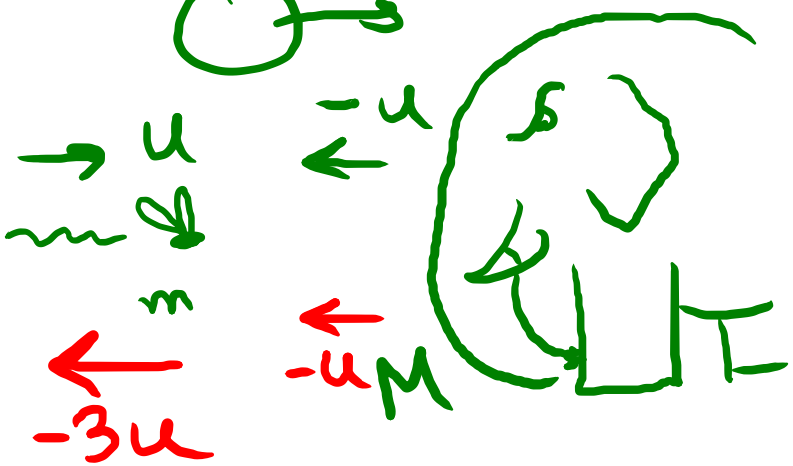
$$h = 1.5 \sin\theta$$

$$= 0.148\,m$$



$$V_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} u_2$$

$$V_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} u_1 + \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} u_2$$



$M \pm m \simeq M$ ✗

$\frac{m}{M} \simeq 0$ ✗

Quiz 01

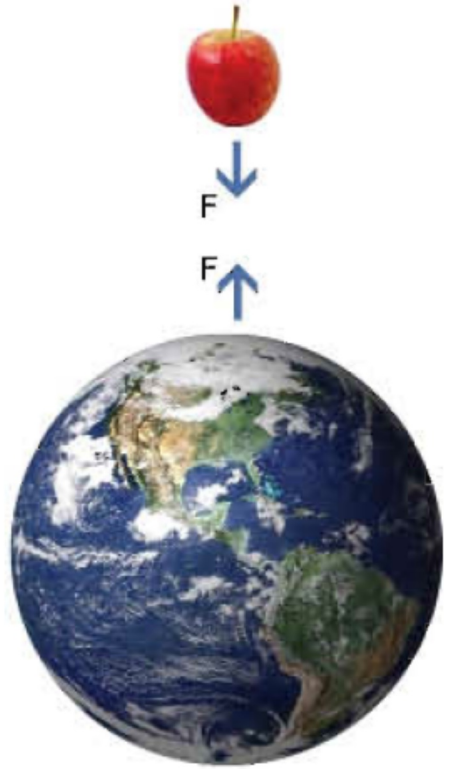
তোমার হাতে থাকা একটা আপেলকে পৃথিবী F বলে আকর্ষণ করে এবং আপেলটি পৃথিবীকে f বলে আকর্ষণ করে। নিচের কোনটি সঠিক হবে ?

(a) $F > f$

(b) $F < f$

(c) $F = F$

(d) None



Quiz 01

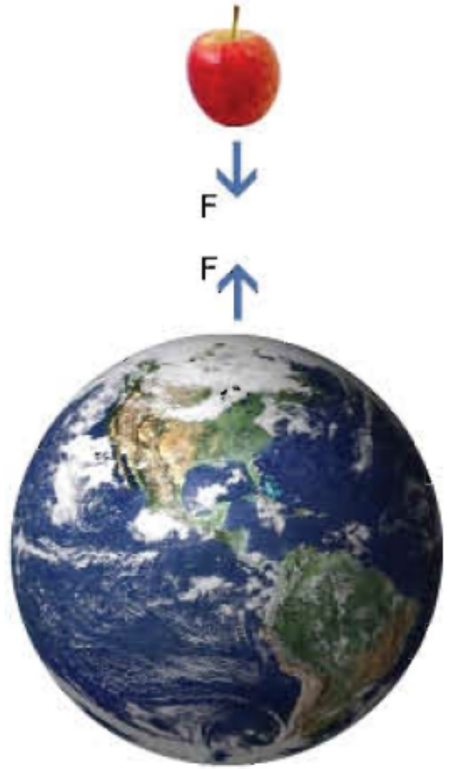
তোমার হাতে থাকা একটা আপেলকে পৃথিবী F বলে আকর্ষণ করে এবং আপেলটি পৃথিবীকে f বলে আকর্ষণ করে। নিচের কোনটি সঠিক হবে ?

(a) $F > f$

(b) $F < f$

(c) $F = F$

(d) None



Quiz 02

সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি হল-

(a) 300 km/sec

(b) 3 km/sec

(c) 30 km/sec

(d) 3000 km/sec

Quiz 03

একটি 3m দৈর্ঘ্যের সরু সুষম দণ্ডের ভর 4kg দণ্ডটি প্রান্তবিন্দুগামী অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরছে। ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত?

(a) $4\ \text{kgm}^2$
(b) $12\ \text{kgm}^2$
(c) $4\ \text{kgm}^{-2}$
(d) $12\ \text{kgm}^{-2}$

Quiz 04

5kg ভর ও 0.25m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বেলুন 50 rad/sec কৌণিক বেগে গড়াতে থাকলে তার গতিশক্তি কত?

(a) 0.078J

(b) 390.63J

(c) 0.78J

(d) 585.94J

Quiz 05

টর্কের মাত্রা ও বলের মাত্রার অনুপাত কত?

(a) MLT^{-2}

(b) L

(c) ML^2T^{-2}

(d) ML^{-1}

Quiz 06

যুগল সৃষ্টি হয় যখন বলদ্বয়-

(a) সমান

(b) সমান্তরাল

(c) বিপরীতমুখী

(d) সবকয়টি

Quiz 07

পৃথিবী-পৃষ্ঠের ওপরে কোন বায়ুমণ্ডল না থাকলে একটি দিবসের সময়ের ব্যাপ্তি-

(a) হ্রাস পাবে

(b) বৃদ্ধি পাবে

(c) একই থাকবে

(c) আবহাওয়ার ওপর নির্ভর করবে

না বুঝে মুখস্থ করার অভ্যাস প্রতিভাকে ধ্বংস করে।