

## চতুর্থ অধ্যায়



## নিউটনি Newtoni

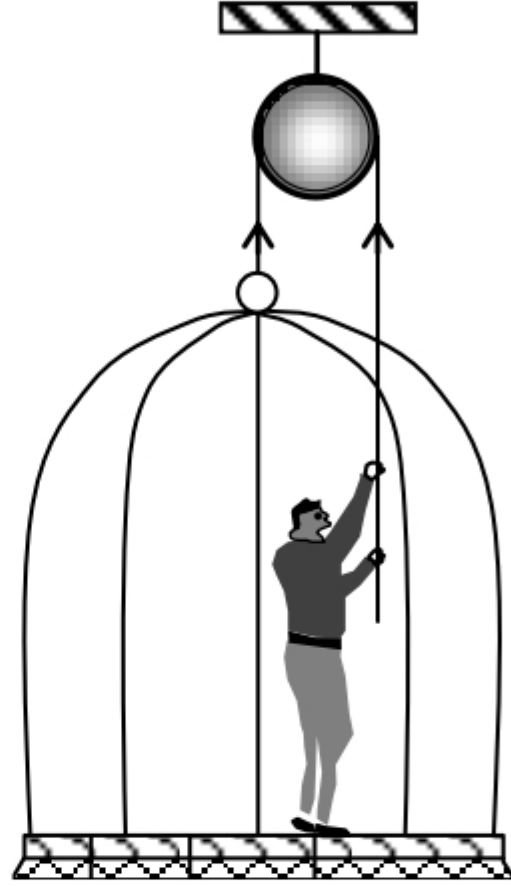
### ACS Physics Department এর মনোনীত প্রশ্নসমূহ

১। মোটর চালিত একটি বেল্ট  $5 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে চলছে। যদি  $5 \text{ kg}$  বালি প্রতি সেকেন্ডে বেল্টের ওপর পড়ে, তবে মোটরটি অতিরিক্ত কত ক্ষমতা প্রদান করে? [Medium]

$$\begin{aligned}\text{সমাধান: বেল্টের ওপর প্রযুক্ত বল, } F &= \frac{dp}{dt} \\ &= \frac{d}{dt} (mv) \\ &= m \frac{dv}{dt} + v \frac{dm}{dt} \\ &= m \times 0 + v \frac{dm}{dt} \\ &= v \frac{dm}{dt} \\ &= 5 \text{ ms}^{-1} \times 5 \text{ kgs}^{-1} \\ &= 25 \text{ N}\end{aligned}$$

∴ মোটর কর্তৃক প্রদত্ত অতিরিক্ত ক্ষমতা,

$$\begin{aligned}P &= Fv = 25 \times 5 \text{ W} \\ &= 125 \text{ W (Ans.)}\end{aligned}$$



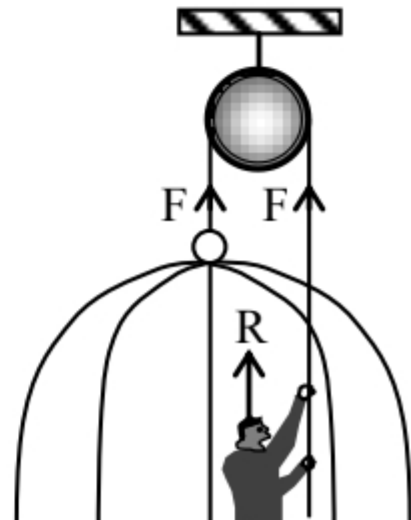
$M$  ভরের খাঁচার ভিতর  $m$  ভরের কোনো লোক একটি ভরহীন দড়ির একপ্রান্ত টানছে। দড়িটি একটি ভরহীন ও ঘর্ষণহীন কপিকলের ওপর দিয়ে গেছে এবং অপর প্রান্ত থেকে খাঁচাটি ঝুলছে। লোকটি দড়িতে কত বল প্রয়োগ করলে সমগ্র ব্যবস্থাটি সাম্যাবস্থায় থাকবে? [Hard]

সমাধান: ধরি, লোকটি দড়িতে  $F$  বল প্রয়োগ করে।

এবং খাঁচাটির মেঝে দ্বারা লোকটির ওপর ক্রিয়াশীল লম্ব প্রতিক্রিয়া বল  $R$ ।

$$F + R = mg$$

$$\Rightarrow R = mg - F$$



$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{1}{2} m (v_1^2 + 2v_2^2) - 3 \cdot \frac{1}{2} mu^2 = 2 \times 3 \times \frac{1}{2} mu^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 + 2v_2^2 - 3u^2 = 6u^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 + 2v_2^2 = 9u^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 + 2v_2^2 = (3u)^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 + 2v_2^2 = (v_1 + v_2)^2$$

$$\Rightarrow v_1^2 + 2v_2^2 = v_1^2 + 2v_1v_2 + v_2^2$$

$$\Rightarrow v_2^2 = 2v_1v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = 2v_1$$

$$\therefore \text{(ii) এ বসিয়ে পাই, } v_1 + 2v_1 = 3u$$

$$\Rightarrow v_1 = u$$

$$\therefore v_2 = v_3 = 2u$$

বিস্ফোরণের পূর্বে মহাকাশযানের গতিশক্তি,

$$E = \frac{1}{2} \cdot 3mu^2 = \frac{3}{2} mu^2$$

বিস্ফোরণের পর একই দিকে গতিশীল খণ্ডটির গতিশক্তি,

$$E = \frac{1}{2} mu^2$$

$$= \frac{1}{3} \times \frac{3}{2} mu^2$$

$$= \frac{1}{3} E$$

বিস্ফোরণের পর অপর খণ্ডদ্বয়ের গতিশক্তি,

$$= \frac{1}{2} m(2u)^2$$

১৩।  $XX'$  অক্ষটি একটি নিরেট গোলকের কেন্দ্রগামী এবং অপর দুইটি নিরেট গোলকের সাধারণ স্পর্শক হলে, এই অক্ষের সাপেক্ষে সিস্টেমের জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। [প্রতিটি গোলকের ভর  $5 \text{ kg}$  ও ব্যাসার্ধ  $3 \text{ m}$ ] [Medium]

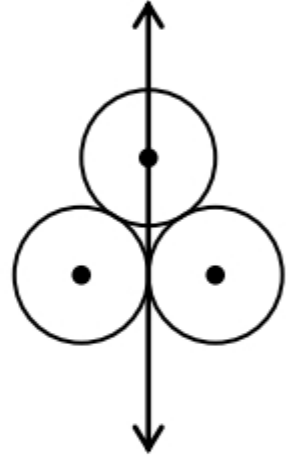
সমাধান:  $I_1 = \frac{2}{5} MR^2 = \frac{2}{5} \times 5 \times 3^2 = 18 \text{ kg m}^2$

$$I_2 = I_3 = \frac{2}{5} MR^2 + MR^2$$

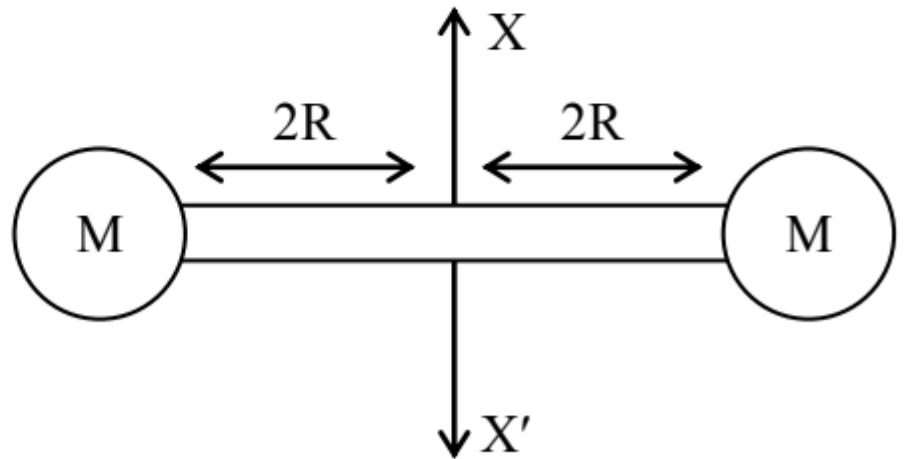
$$= \frac{7}{5} \times 5 \times 3^2$$

$$= 63 \text{ kg m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore I_{\text{total}} &= I_1 + I_2 + I_3 \\ &= 18 + 63 + 63 \text{ kg m}^2 \\ &= 144 \text{ kg m}^2 \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$



১৪।



$M$  ভরের দুইটি নিরেট গোলক একটি দণ্ডের সাথে যুক্ত যার ভর  $M$  এবং দৈর্ঘ্য  $4R$ । গোলকদ্বয়ের ব্যাসার্ধ  $R$  হলে,  $XX'$  অক্ষের সাপেক্ষে সিস্টেমটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। [Medium]

সমাধান:  $I_1 = \frac{1}{12} M(4R)^2$

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা ➤ ACS Engineering Practice Conte  
১৭। এক ব্যক্তি তার দুই হাত প্রসারিত করে প্রতি মিনিটে 30  
বার আবর্তন করছে এমন একটি ঘূর্ণায়মান টেবিলে দাঁড়িয়ে  
আছে। ঐ ব্যক্তি তার হাত দুইটি জড় করে নিজের জড়তার ভ্রামক  
পূর্বের তুলনায় 5 গুণ কমাতে সক্ষম হলে তখন টেবিলের কৌণিক  
বেগ কত? [Easy]

সমাধান: ধরি,

হাত প্রসারিত অবস্থায় ব্যক্তির জড়তার ভ্রামক  $I_1$  এবং  
কৌণিক বেগ  $\omega_1$

$$\begin{aligned}\omega_1 &= 2\pi \times \frac{30}{60} \\ &= 3.1416 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,  $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

$$\Rightarrow I_1 \times 3.1416 = \frac{I_1}{5} \times \omega_2$$

$$\Rightarrow \omega_2 = 15.708 \text{ rad/s (Ans.)}$$

১৮। 100 gm ভর এবং 10 cm ব্যাসার্ধের একটি গোল চাকতি  
সেটির কেন্দ্রগামী উল্লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে 40 rpm বেগে ঘোরে।  
20 g ভরের একটি মোমের টুকরাকে চাকতির কেন্দ্র থেকে 8 cm  
দূরে আশ্তে ফেলা হল। চাকতির বর্তমান আবর্তন বেগ কত?  
[Medium]

$$\begin{aligned}\text{সমাধান: চাকতির জড়তার ভ্রামক, } I_1 &= \frac{1}{2} MR^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 0.1 \times 0.1^2\end{aligned}$$

কার্পেটিটি স্থির থাকলে মোট শক্তি

$$\begin{aligned} E_1 &= E_p + E_k \\ &= MgR + 0 \\ &= MgR \end{aligned}$$

যখন এর ব্যাসার্ধ  $\frac{R}{2}$  তখন মোট শক্তি =  $MgR$

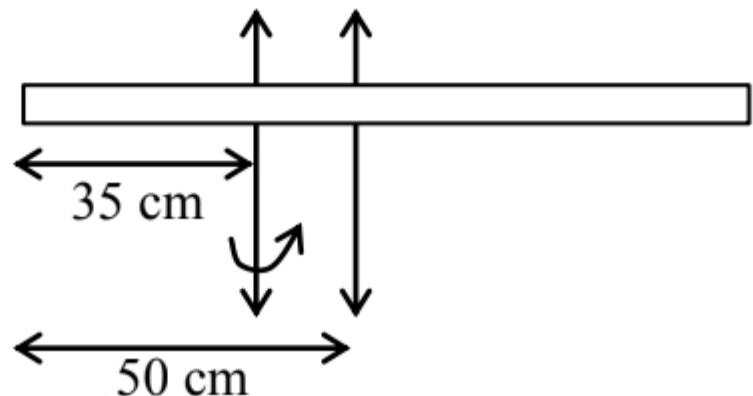
$$\begin{aligned} \Rightarrow mg \frac{R}{2} + \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 &= MgR \\ \Rightarrow \frac{mgR}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} m \left(\frac{R}{2}\right)^2 \omega^2 &= MgR \\ \Rightarrow \frac{mgR}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{16} &= 4 mgR \\ \Rightarrow \frac{9}{16} v^2 &= \frac{7}{2} gR \\ \Rightarrow v &= \sqrt{\frac{56 gR}{9}} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

২৩। 0.39 kg ভরবিশিষ্ট একটি মিটার স্কেলের 35 cm চিহ্নিত দাগের লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে স্কেলটির ঘূর্ণন জড়তা নিরূপন কর।

[Medium]

[অনুরূপ প্রশ্ন BUET 19-20]

সমাধান:



$$I = I_G + Mh^2$$

$$\frac{ML^2}{12} + Mh^2$$

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা ➤ ACS Engineering Practice Conte  
২৯। একটি বস্তু 72 km/h আদিবেগে ভূমির ওপর দিয়ে পিছলে  
যেতে যেতে অবশেষে স্থির অবস্থায় আসলো। বস্তু ও ভূমির মধ্যে  
ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.35 হলে বস্তুটি স্থির অবস্থায় আসার পূর্বে অতিক্রান্ত  
দূরত্ব নির্ণয় কর। [Medium]

সমাধান:  $F_k = \mu_k R = \mu_k mg$

$$\therefore \text{মন্দন, } a = \frac{F_k}{m} = \mu_k g = 0.35 \times 9.8 \\ = 3.43 \text{ m/s}^2$$

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

$$\Rightarrow s = \frac{u^2 - v^2}{2a}$$

$$= \frac{20^2 - 0^2}{2 \times 3.43}$$

$$= 58.31 \text{ m (Ans.)}$$

$$\left| \begin{array}{l} u = 72 \text{ km/h} \\ = 20 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

৩০। একটি স্থির বস্তুর ওপর 40 N বল 4 s ধরে ক্রিয়া করল।  
এরপর বস্তুটি 5 s এ 40 m দূরত্ব গেল, বস্তুটির ভর কত?  
[Easy]

সমাধান: বলের ক্রিয়া বন্ধ হওয়ার পর  $v = \frac{s}{t} = \frac{40}{5} = 8 \text{ m/s}$

$$\text{ত্বরণ } a \text{ হলে, } 8 = 0 + a \times 4$$

$$\Rightarrow a = 2 \text{ m/s}^2$$

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

$$= \frac{40}{2}$$

$$= 20 \text{ kg (Ans.)}$$

b

সমাধান: রডের জড়তার ভ্রামক,  $I_1 = \frac{1}{3} ml^2$

$$= \frac{1}{3} \times (2 \times 1.2) \times (2 \times 5.6 \times 10^{-2})^2$$

$$= 0.01 \text{ kgm}^2$$

১ম কণার জড়তার ভ্রামক,  $I_2 = md^2$

$$= 0.85 \times (5.6 \times 10^{-2})^2$$

$$= 2.66 \times 10^{-3} \text{ kgm}^2$$

২য় কণার জড়তার ভ্রামক,  $I_3 = m (2d)^2$

$$= 0.85 \times (2 \times 5.6 \times 10^{-2})^2$$

$$= 0.01 \text{ kgm}^2$$

$\therefore$  মোট জড়তার ভ্রামক,  $I = I_1 + I_2 + I_3$

$$= 0.01 + 2.66 \times 10^{-3} + 0.01$$

$$= 0.023 \text{ kgm}^2 \text{ (Ans.)}$$

$\therefore$  গতিশক্তি,  $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$

$$= \frac{1}{2} \times 0.023 \times (0.30)^2$$

$$= 1.035 \times 10^{-3} \text{ J (Ans.)}$$

৩৬। স্থিরাবস্থা থেকে বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান একটি কণার  
কৌণিক ত্বরণ  $\alpha = 3 \text{ rads}^{-2}$ ।  $t = 10\text{s}$  পর কণাটির রৈখিক  
ত্বরণ হয়  $a = 12\sqrt{10} \text{ cms}^{-2}$ । কণাটির ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

[Medium]

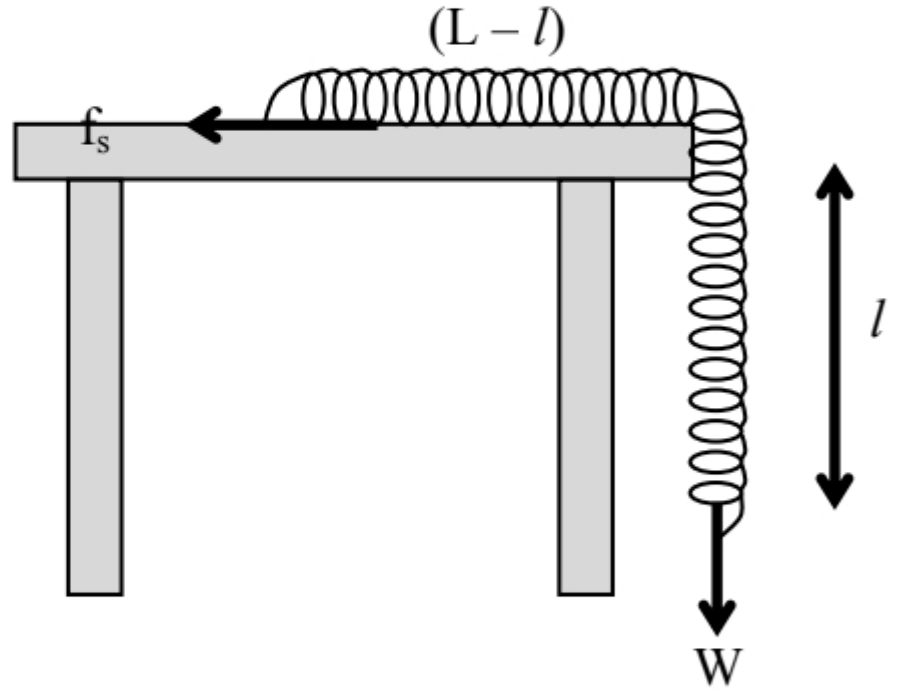
সমাধান:  $\omega = \omega_0 + \alpha t$



নিউটনিয়ান বলবিদ্যা > ACS Engineering Practice Conte

৪১। একটি মোটা ও সুষম ভরের শিকল অনুভূমিকভাবে রাখা টেবিলের কিনারায় ছেড়ে দেওয়া হলে যদি টেবিল ও শিকলের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ গুণাংক ০.২২ হয় তবে শিকলটির সর্বোচ্চ কত অংশ কিনারা থেকে ঝুলে থাকতে পারবে? [Medium]

সমাধান: ধরি,  $L$  দৈর্ঘ্যের শিকলটির  $l$  পরিমাণ টেবিল থেকে ঝুলে আছে এবং শিকলটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর  $m$



∴ সাম্যাবস্থায় জন্য,

ঝুলন্ত অংশের ওজন ( $W$ ) = টেবিল ও শিকলের মধ্যবর্তী স্থিতি ঘর্ষণ বল ( $f_s$ )

$$\Rightarrow m/g = \mu_s m (L - l)g$$

$$\Rightarrow l = \mu_s L - \mu_s l$$

$$\Rightarrow l(1 + \mu_s) = \mu_s L$$

$$\Rightarrow \frac{l}{L} = \frac{\mu_s}{\mu_s + 1} = \frac{0.22}{0.22 + 1} = 0.18 = 18\% \text{ (Ans.)}$$

৪২।  $60^\circ$  কোণে আনত একটি তলে এক টুকরা বরফ খন্ডের

৪৬। একক ভরের একটি বস্তুর চলরেখার সমীকরণ  $x = t^3 - 3t^2$ ,  $y = -3t^2 + 2t$ ,  $z = 2t^3 - t$ ,  $2s$  পর বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর। [Easy]

$$\text{সমাধান: } \vec{s} = (t^3 - 3t^2) \hat{i} + (-3t^2 + 2t) \hat{j} + (2t^3 - t) \hat{k}$$

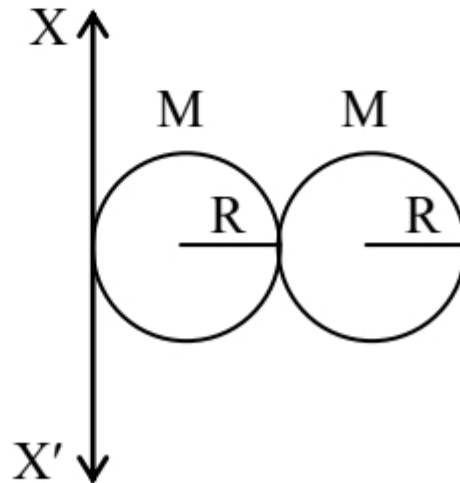
$$\therefore \vec{v} = \frac{d\vec{s}}{dt} = (3t^2 - 6t) \hat{i} + (-6t + 2) \hat{j} + (6t^2 - 1) \hat{k}$$

$$\therefore \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = (6t - 6) \hat{i} - 6 \hat{j} + 12t \hat{k}$$

$$2s \text{ পর, } \vec{a} = 6 \hat{i} - 6 \hat{j} + 24 \hat{k}$$

$$\therefore \vec{F} = m \vec{a} = 6 \hat{i} - 6 \hat{j} + 24 \hat{k} \text{ (Ans.)}$$

৪৭। দুটি ফাঁপা গোলক ব্যবহার করে নিম্নের সিস্টেমটি তৈরি করা হলো,  $XX'$  অক্ষের সাপেক্ষে সিস্টেমটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় করো। [Easy]



$$\text{সমাধান: } I_1 = \frac{2}{3} MR^2 + MR^2 = \frac{5}{3} MR^2$$

$$I_2 = \frac{2}{3} MR^2 + M(3R)^2$$

নিউটনীয়ান বলবিদ্যা > ACS Engineering Practice Conte

আবার, সর্বনিম্ন বিন্দুতে টান =  $bmg$

$$\Rightarrow \frac{mv_2^2}{R} + mg = bmg$$

$$\Rightarrow \frac{v^2 + 4gR}{R} + g = bg$$

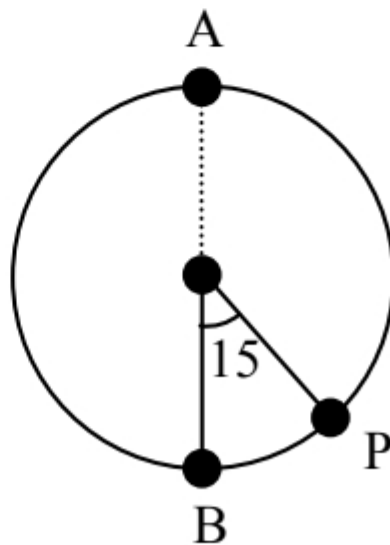
$$\Rightarrow \frac{v^2}{R} + 4g + g = bg$$

$$\Rightarrow ag + g + 4g + g = bg$$

$$\Rightarrow a + 6 = b$$

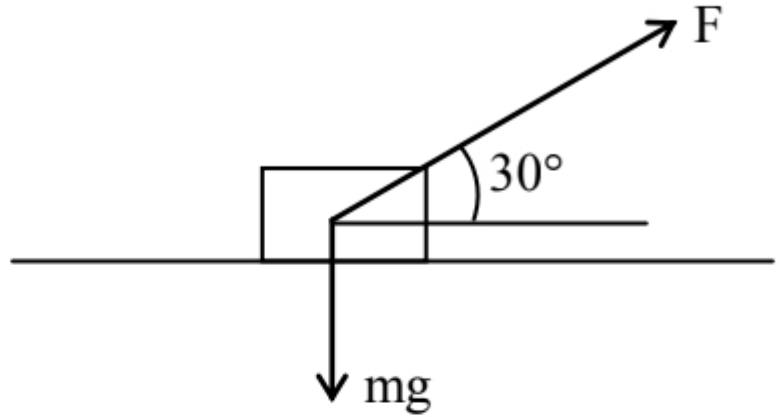
$$\therefore a - b + 6 = 0 \text{ (Ans.)}$$

৫২। 0.5 kg ভরের একটি বস্তুকে সূতায় বেঁধে 0.3 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে  $5 \text{ ms}^{-1}$  বেগে উল্লম্ব তলে নিচের চিত্রে ন্যায় ঘুরানো হলো। P বিন্দুতে সূতার টান নির্ণয় করো। [Easy]



সমাধান:  $T = \frac{mv^2}{r} + mg\cos\theta$

$$= \frac{0.5 \times 5^2}{0.3} + (0.5 \times 9.8 \times \cos 15^\circ)$$



$$F_k = \mu_k R$$

$$= 0.3 \times 343.73$$

$$= 103.118 \text{ N}$$

$$ma = 200 \cos 47^\circ - F_k$$

$$\Rightarrow a = \frac{200 \cos 47^\circ - 103.118}{50} \text{ m/s}^2$$

$$= 0.6656 \text{ m/s}^2 \text{ (Ans.)}$$

৬০। মেঝের ওপর রাখা  $100 \text{ kg}$  ভরের একটি লোহার বাস্ককে একটি দড়ির সাহায্যে গতিশীল করার জন্য অনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে টানলে এবং বাস্ক ও মেঝের মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক  $0.4$  হলে রশিতে কত টান দিলে বাস্কটি গতিশীল হবে?

[Medium]

সমাধান:  $R = mg - F \sin \theta$  ..... (i)

$$F \cos \theta = \mu_s R$$

$$\Rightarrow F \cos 30^\circ = 0.4 (100 \times 9.8 - F \sin 30^\circ)$$

$$\Rightarrow \frac{F \sqrt{3}}{2} = 392 - 0.2 F$$

$$\Rightarrow F = 367.72 \text{ N (Ans.)}$$

৬১। একটি চলমান বস্তুর ওপর  $F = 3t$  বল ক্রিয়া করা শুরু হলে। বল প্রয়োগের ফলে বস্তুর গতিশীল হবে।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা > ACS Engineering Practice Conte

৬৬। 0.5 m লম্বা রশির একপ্রান্তে 0.2 kg ভরের একটি বস্তুকে বেধে অন্যপ্রান্ত হাতে ধরে উল্লম্ব তলে ঘোরানো হচ্ছে। সর্বনিম্ন কত দ্রুতিতে ঘোরালে বস্তুর সর্বোচ্চ অবস্থানে রশি টানটান থাকবে? [Easy]

সমাধান:  $a_c = g$

$$\Rightarrow \frac{v^2}{r} = g$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{9.8 \times 0.5} = 2.21 \text{ m/s (Ans.)}$$

৬৭। পৃথিবী নিজের অক্ষের চারদিকে 24 ঘন্টায় একবার ঘুরে আসে। পৃথিবীকে  $6.37 \times 10^6 \text{ m}$  ব্যাসার্ধের এবং  $5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$  ভরের সুষম গোলক বিবেচনা করে পৃথিবীর গতিশক্তি নির্ণয় কর। [Easy]

সমাধান:  $E_k = \frac{1}{2} I \omega^2$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{2}{5} MR^2 \left( \frac{2\pi}{t} \right)^2$$

$$= \frac{1}{5} \times 5.98 \times 10^{24} \times (6.37 \times 10^6)^2 \times \left( \frac{2\pi}{25 \times 3600} \right)^2 \text{ J}$$

$$= 2.57 \times 10^{29} \text{ J (Ans.)}$$

৬৮। 50 kg ভর বিশিষ্ট একটি সিলিডারকে 2 m/s আনুভূমিক বেগে গড়িয়ে দিলে এর গতিশক্তি কত? [Easy]

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

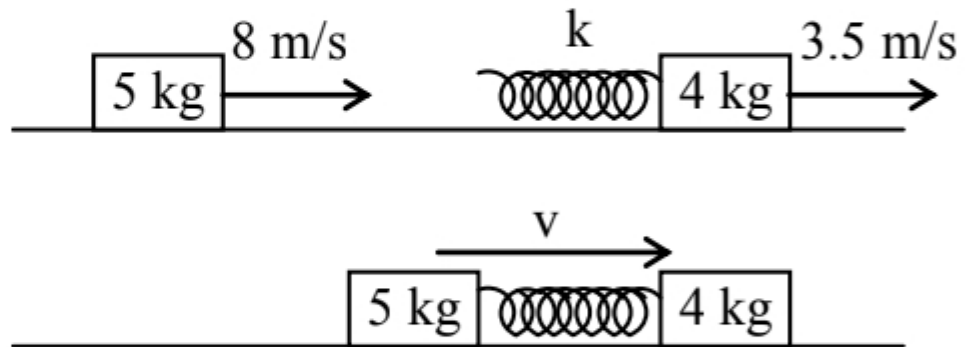
$$= \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} \frac{1}{2} mr^2 \omega^2$$

৭২। ৫ kg ভরের একটি ব্লক ৪ m/s বেগে ঘর্ষণহীন তলে চলছে। তার ঠিক সামনে ৪ kg ভরে একটি ব্লক ৩.৫ m/s বেগে চলছে এবং এটির পেছনে  $10^3 \text{ Nm}^{-1}$  স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং লাগানো আছে। ব্লকদ্বয় যখন মিলিত হয়ে চলতে থাকবে তখন স্প্রিং এর সর্বোচ্চ সংকোচন কত? [Medium]

সমাধান:  $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v$

$$\Rightarrow (5 \times 8) + (4 \times 3.5) = (5 + 4)v$$

$$\Rightarrow v = 6 \text{ m/s}$$



শক্তির সংরক্ষণশীলতা অনুযায়ী,

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)v^2 + \frac{1}{2} kx^2$$

$$\Rightarrow (5 \times 8^2) + (4 \times 3.5^2) = (5 + 4) \times 6^2 + 10^4 \times x^2$$

$$\Rightarrow x = 4.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

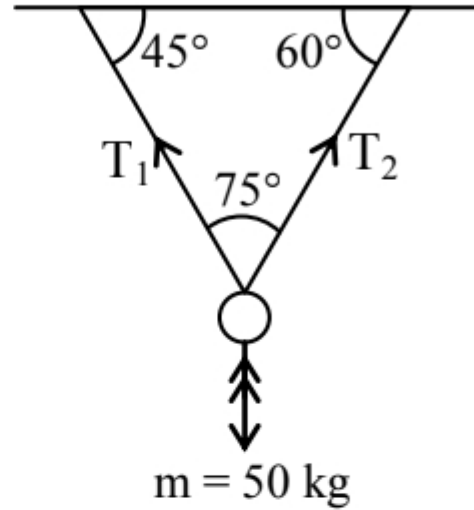
$$= 45 \text{ mm (Ans.)}$$

৭৩। ২৫m দীর্ঘ সুষম দড়ি একটি ঘর্ষণহীন পুলির ওপর দিয়ে গেছে। কপিকলের একপাশে ঝুলন্ত অংশের দৈর্ঘ্য ১৫ m হলে দড়ির ত্বরণ কত? [Medium]

সমাধান: ২৫ m দড়ির ভর M kg হলে,

৭৮।  $T_1$  ও  $T_2$  এর মান নির্ণয় করো।

সমাধান:



$$\frac{mg}{\sin 75^\circ} = \frac{T_2}{\sin 135^\circ} = \frac{T_1}{\sin 150^\circ}$$

$$\therefore T_2 = \left( \frac{50 \times 9.8 \times \sin 135^\circ}{\sin 75^\circ} \right)$$

$$= 358.7 \text{ N (Ans.)}$$

$$\therefore T_1 = \left( \frac{50 \times 9.8}{\sin 75^\circ} \times \sin 150^\circ \right)$$

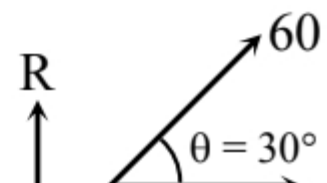
$$= 253.64 \text{ (Ans.)}$$

৭৯। 5 kg ভরের একটি ব্লককে অনুভূমিকের সাথে  $30^\circ$  কোণে 60 N বল প্রয়োগ করে টানা হচ্ছে। বস্তুটি গতিশীল থাকার অবস্থায় 12 N মানের একটি বাধা বস্তুর গতিকে বাধাগ্রস্ত করে। ত্বরণ এবং কার্যরত তলের প্রতিক্রিয়া কত? [Medium]

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

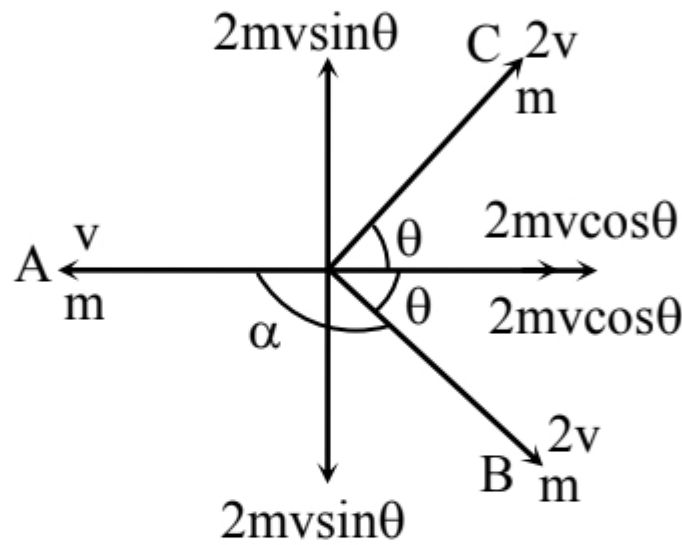
$$= 5 \times 9.8 - 60 \times \sin 30^\circ \text{ N}$$

$$= 19 \text{ N (Ans.)}$$



৮৬। একটি বস্তু বিস্ফোরিত হয়ে (A, B, C) সমান ভরের তিন টুকরো হয়ে গেল। A টুকরোর প্রাপ্ত বেগ  $v$  এবং B ও C টুকরোর প্রত্যেকের বেগ  $2v$ । A ও B বস্তুর সরণ পথের মধ্যবর্তী কোণ কত? [Medium]

সমাধান: x অক্ষ বরাবর ভরবেগের সংরক্ষণ শীলতা অনুসারে,



$$\text{অর্থাৎ, } P_{xi} = P_{xf}$$

$$\Rightarrow 0 = 2 \times 2mv \cos \theta - mv$$

$$\Rightarrow mv = 2 \times 2mv \cos \theta$$

$$\therefore \theta = \cos^{-1} \frac{1}{4} = 75.52^\circ$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় কোণ, } \alpha = 180 - \theta \\ = 104.48^\circ \text{ (Ans.)}$$

৮৭।

