PROVA G4 FIS 1031 – 25/06/2008

MECÂNICA NEWTONIANA

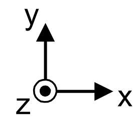
NOME: Gabarito ______________________________ Nº:_________

TURMA:_______

QUESTÃO	VALOR	GRAU	REVISÃO
1	3,0		
2	4,0		
3	3,0		
TOTAL	10,0		

Dados:

Sistema de coordenadas



$K = \frac{1}{2} m v^2$; $W = \mathbf{F} \cdot \Delta\mathbf{s}$; $W_{cons} = -\Delta U$; $W_{mola} = \frac{1}{2} k x_i^2 - \frac{1}{2} k x_f^2$

$W_{total} = \Delta K$; $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$; $\mathbf{F}_{med} = \Delta\mathbf{P} / \Delta t$; $\sum \mathbf{F}_{ext} = M\mathbf{a}_{cm}$; $M\mathbf{v}_{cm} = \sum \mathbf{p}_i$;

$K_{rot} = \frac{1}{2} I \omega^2$; $\mathbf{R}_{cm} = \Sigma m_i \mathbf{r}_i / \Sigma m_i$

$\mathbf{P} = m\,\mathbf{v}$, $\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$, $\mathbf{L}_{part} = \mathbf{r} \times \mathbf{P} = m\,\mathbf{r} \times \mathbf{v}$, $L_{corpo\ rigido} = I\omega$, $W_{total} = \tau \cdot \Delta\theta$

$\mathbf{L}_{total} = m\,\mathbf{r} \times \mathbf{v}_{cm} + I_{cm}\,\omega\,\mathbf{k}$

Teorema dos eixos paralelos: $I_d = I_{CM} + M d^2$

Aro de massa M e raio R: $I_{CM} = MR^2$ Disco de massa M e raio R: $I_{CM} = MR^2/2$

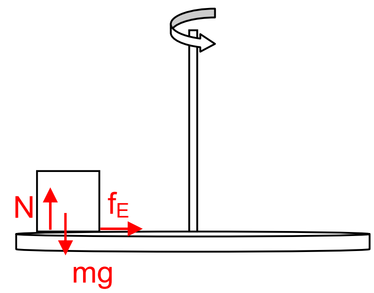
Esfera de massa M e raio R: $I_{CM} = 2MR^2/5$

A duração da prova é de 1 hora e 50 minutos.

As respostas sem justificativas não serão computadas.

Esta prova tem 4 folhas, contando com a capa. Confira.

(1ª questão: 3,0 pontos) Durante o século 20, o toca-discos era um equipamento comum nas casas das pessoas. Seus principais componentes são um prato que gira com uma velocidade angular constante e um braço com uma agulha na ponta que tangencia este prato. Um aluno observando este equipamento resolve colocar um bloco de massa m igual a 2,0 kg a uma distância de 0,10 m do eixo de rotação. **Suponha que o bloco tenha dimensões desprezíveis**. Use g = 10 m/s^2.



a) O coeficiente de atrito estático entre o bloco e o prato é de 0,70. O prato foi posto para girar com uma velocidade angular de 8,0 rad/s, de tal forma que não existe movimento relativo entre o bloco e o prato. Indique no desenho acima as forças que atuam no bloco durante o movimento e determine o módulo da força de atrito f_E.

$\Sigma F_r = f_E = m\,\omega^2\,r$

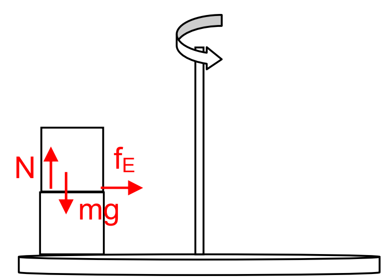
$f_E = 2{,}0\,(8{,}0)^2\,0{,}1 = 12{,}8$ N

b) Qual deve ser a maior velocidade angular do prato para que o bloco não escorregue nas condições explicitadas anteriormente.

$\Sigma F_r = f_{E,max} = \mu N = \mu\, m\, g = m\,\omega_{max}^2\,r$

$0{,}7\ 10 = \omega_{max}^2\ 0{,}1 \rightarrow \omega_{max} = 8{,}4$ rad/s

c) O aluno coloca sobre o primeiro bloco um segundo bloco de massa 1,0 kg e coloca o sistema para girar a 4,0 rad/s. O coeficiente de atrito estático entre os blocos é de 0,10 e não há movimento relativo entre os blocos na direção tangencial. Identifiquem no desenho ao lado as forças que atuam no bloco de cima e determine se os blocos permanecem unidos ou não (ambos os blocos tem dimensões desprezíveis).

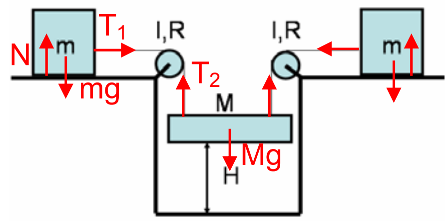


no bloco de cima a força de atrito estático máxima é: $f_{E,max} = \mu N = 0{,}1\ 1{,}0\ 10 = 1$ N

a força centrípeta no bloco de cima seria : $F_c = m\,\omega^2\,r = 1{,}0\,(4{,}0)^2\,0{,}1 = 1{,}6\text{ N} > f_{E,max}$

portanto o bloco de cima não permanece unido ao bloco de baixo

(2ª questão: 4,0 pontos) Sejam os cinco corpos da figura: dois corpos com massas iguais a m = 5,0 kg, duas polias com momento de inércia I = 4,0 kg.m^2 e raio R = 0,50 m, e finalmente um corpo de massa M = 10 kg. As cordas têm massas desprezíveis e não existe atrito de nenhum tipo. A massa M se encontra inicialmente (t = 0 s) em repouso a uma distância H = 2,5 m do solo. Considere g = 10 m/s^2



a) Desenhe na figura as forças atuando sobre os corpos.

as forças atuando sobre os blocos estão ilustradas acima

b) Calcule as velocidades lineares e angulares de cada corpo quando a massa M está na iminência de tocar no solo.

$MgH = ½\, Mv^2 + 2\, ½\, mv^2 + 2\, ½\, I\, \omega^2$

$\omega = v/R$

$MgH = ½\, Mv^2 + mv^2 + I\, (v/R)^2$

$v = [\, MgH /\ (½\, M + m + I/R^2)\,]^{1/2}$

$v = [10\ 10\ 2{,}5 / (5 + 5 + 4/(0{,}5)^2]^{1/2} = [250 / 26]^{1/2} = 3{,}1$ m/s

$\omega = 6{,}2$ rad/s

c) Calcule o módulo da aceleração linear da massa M durante o processo.

$v^2 = [\, MgH /\ (½\, M + m + I/R^2)\,] = 2\, a\, H$

$a = Mg /\ (M + 2\, m + 2\, I/R^2)$

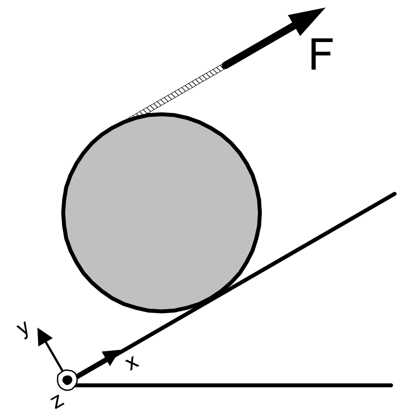
$a = 10\ 10 / (10 + 10 + 2\ 4/0{,}5^2) = 100 / 52 = 1{,}9$ m/s^2

d) Imediatamente após tocar o solo, a massa M fica grudada no mesmo. Calcule a energia cinética total do sistema imediatamente após M grudar ao chão.

$K_{total} = MgH – ½\, M\, [\, 2\, a\, H\,]$

$K_{total} = 10\ 10\ 2{,}5 – ½\ 10\ [2\ 1{,}9\ 2{,}5] = 250 – 48 = 202$ J

(3ª questão: 3,0 pontos) Um disco de massa M e raio R tem enrolado na sua borda um fio muito fino inextensível e de massa desprezível. Uma força F é aplicada ao fio de modo que o disco suba rolando sem deslizar um plano inclinado de 30º com a horizontal como ilustrado na figura ao lado. A força F é paralela ao plano inclinado. Há atrito entre o disco e o plano inclinado. O sistema de coordenadas também está ilustrado na figura. $I_{cm} = MR^2/2$.



a) Calcule os vetores torque que a força F e a força de atrito f_E fazem em relação ao centro de massa do disco. Responda em função de F, f_E e R.

$\boldsymbol{\tau}_{atrito} = Rf_E\ (\mathbf{k})$	$\boldsymbol{\tau}_F = RF\ (-\mathbf{k})$

b) Calcule o módulo da força F de modo que a aceleração do centro de massa do disco ao longo do plano inclinado tenha módulo igual à aceleração da gravidade g.

$\Sigma F_{plano} = F + f_{at} - Mg/2 = Ma_{cm} = Mg$ (1)

$\Sigma \tau = R\,(F - f_{at}) = I\,\alpha = MR^2/2\ g/R$ (2)

$\rightarrow F - f_{at} = Mg/2 \rightarrow f_{at} = F - Mg/2$ (3)

substituindo (3) em (1)

$F + F - Mg/2 - Mg/2 = Mg \rightarrow 2F = 2\,Mg \rightarrow F = Mg$

c) Calcule o vetor momento angular total do disco em relação à origem do sistema de coordenadas, no instante em que sua velocidade angular for igual ω. Responda em função de M, R e ω.

rolando sem deslizar $\mathbf{v}_{cm} = \omega R$

$\mathbf{L}_{total} = (R\,M\,\omega R + MR^2/2\ \omega)\ (-\mathbf{k}) = 3/2\ MR^2\ \omega\ (-\mathbf{k})$