

## Lista 4

1) A posição angular de um ponto sobre uma roda que está girando é dada por  $\theta = 2 + 4t^2 + 2t^3$ , onde  $\theta$  está em radianos e  $t$  em segundos. Em  $t = 0$ , quais são (a) a posição angular do ponto e (b) a sua velocidade angular? (e) Qual a sua velocidade angular em  $t = 4,0$  s? (d) Calcule a sua aceleração angular em  $t = 2,0$  s. (e) A aceleração do ponto é constante?

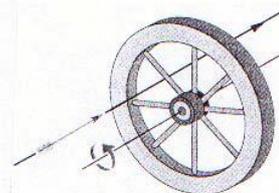
1. Resp. a)  $\theta = 2$  rad, b)  $\omega = 0$ , c)  $\omega(4s) = 128$  rad/s, d)  $\alpha(2s) = 32$  rad/s<sup>2</sup>.

2) Uma roda tem oito raios igualmente espaçados de 60 cm de diâmetro. Está montada sobre um eixo fixo e gira a 2,5 rev/s. Você pretende atirar uma flecha de 20 cm de comprimento através da roda, paralelamente ao eixo, sem que a flecha colida com qualquer raio. Suponha que tanto a flecha quanto os raios são muito finos. Qual a velocidade mínima que a flecha deve ter? É importante saber em que lugar você mira entre o eixo e a borda da roda? Se for qual é o melhor lugar?

2. Resp.  $\Delta t = 0,5$  s e  $v_{\min} = 4$  m/s

3) Uma roda tem uma aceleração angular constante de 3 rad/s<sup>2</sup>. Durante um certo intervalo de 4,0 s, ela gira de um ângulo igual a 120 rad. Supondo que a roda parte do repouso, há quanto tempo ela estava em movimento no início deste intervalo de 4,0 s?

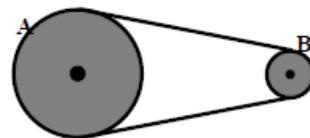
Resp.  $\Delta t = 8$  s.



4) Qual é a velocidade angular  $\omega$  em torno do eixo polar de um ponto na superfície da Terra numa latitude de 40° N? (A Terra gira em torno desse eixo.) (b) Qual é a velocidade linear  $v$  do ponto? Quais são (c)  $\omega$  e (d)  $v$  para um ponto no equador? Resp. a)  $\omega = 7,27 \cdot 10^{-5}$  rd/s, b)  $v = 354,73$  m/s, c)  $\omega = 7,27 \cdot 10^{-5}$  rd/s d)  $v = 463$  m/s.

5) Um disco gira em torno do seu eixo central partindo do repouso e se acelera com aceleração angular constante. Em um dado instante, ele está girando a 10 voltas/s; 60 voltas depois, a sua velocidade angular é de 15 voltas/s. Calcule (a) a aceleração angular, (b) o tempo necessário para completar as 60 voltas, (c) o tempo necessário para atingir a velocidade angular de 10 voltas/s e (d) o número de voltas do repouso até o tempo em que o disco alcança a velocidade angular de 10 voltas/s. Resp. a)  $\alpha = 1,04$  ver/s<sup>2</sup>, b)  $t = 4,8$ s, c)  $t = 9,61$ s e d)  $\Delta\theta = 48,07$  rev.

6) Duas polias **A** e **B** estão acopladas através de uma correia inextensível, como mostra a figura abaixo. O raio da polia **A** é de  $R_A = 48$  cm e ela gira com frequência de 40 rpm. Se o raio da polia é de  $R_B = 12$  cm, determine:



a) a frequência de rotação da polia **B** no SI (Hz).

b) a velocidade linear da correia.

c) considerando que a massa da polia **B** é igual a 500 g determine a energia cinética de rotação da polia **B**.

Resp.: a)  $f_B = 2,66$  Hz, b)  $v = 2,0$  m/s, c)  $\omega = 16,76$  rad/s e  $K = 0,51$  J.

7) Na figura do exercício anterior, o volante **A** de raio  $r_A = 10$  cm está acoplado pela correia ao volante **B** que tem raio  $r_B = 25$  cm. Aumenta-se a velocidade angular do volante **A**. A partir do repouso a uma taxa constante de 1,6 rad/s. Determine o tempo para que o volante **B** alcance uma velocidade de rotação de 100 rpm, supondo que a correia não deslize. (Dica: Se a correia não desliza, as velocidades lineares nas bordas dos dois volantes devem ser iguais.)

Resp.  $\alpha = 0,64$  rad/s<sup>2</sup> e  $\Delta t = 16,3$  s

8) Para  $t = 0$  a corrente de um motor elétrico de corrente contínua (dc) é invertida, produzindo um deslocamento angular do eixo do motor dado por:  $\theta(t) = (250 \text{ rad/s})t - (20,0 \text{ rad/s}^2)t^2 - (1,50 \text{ rad/s}^3)t^3$

a) Em que instante a velocidade angular do eixo do motor se anula?

b) Calcule a aceleração angular no instante em que a velocidade angular do eixo do motor é igual a zero.

c) Quantas revoluções foram feitas pelo eixo do motor desde o instante em que a corrente foi invertida até o momento em que a velocidade angular se anulou?

d) Qual era a velocidade angular do eixo do motor para  $t = 0$ s, quando a corrente foi invertida?

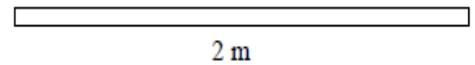
e) Calcule a velocidade angular média no intervalo de tempo desde  $t = 0$ s até o instante calculado no item (a).

a) Em  $t = 4,23$  s, b) Em  $t = 4,23$ ,  $\alpha = -78,1$  rad/s<sup>2</sup>. c) Em  $t = 4,23$  s,  $\theta = 586$  rad = 93,3 rev. d) Em  $t = 0$ ,  $\omega = 250$  rad/s. e)  $\omega_m = 138$  rad/s

10) Durante o salto de um trampolim, a velocidade angular de urna mergulhadora em torno do seu centro de massa muda de zero para 6,20 rad/s em 220 ms. A inércia rotacional da mergulhadora em torno do seu centro de massa é igual a 12,0 kg.m<sup>2</sup>. Durante o salto, quais as intensidades (a) da aceleração angular média da mergulhadora e (b) do torque externo médio que o trampolim exerce sobre ela? Resp. a)  $\alpha = 28,2$  rad/s<sup>2</sup> e b)  $\tau = 3,38 \cdot 10^2$  N.m

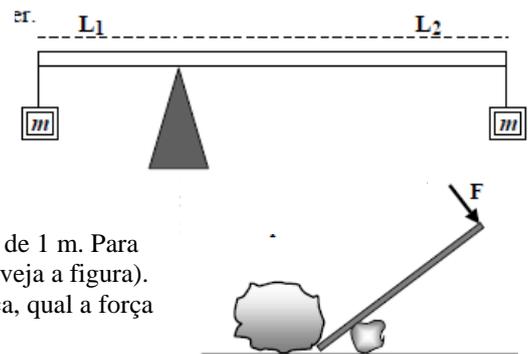
11) Dois cilindros sólidos uniformes, cada um girando em torno do seu eixo (longitudinal) central, têm a mesma massa de 1,25 kg e giram com a mesma velocidade angular de 235 rad/s, mas eles possuem raios diferentes. a) Qual a energia cinética de rotação do cilindro menor de raio 0,25 m? b) qual a energia cinética de rotação do cilindro maior raio 0,75 m?

12) a) Calcule o momento de inércia de uma barra delgada de ferro de 2 m de comprimento e 8,7 kg de massa, em torno de um eixo perpendicular à barra e localizado a 30 cm do centro da barra. O momento de inércia é uma grandeza escalar ou vetorial e qual sua unidade?



b) Considere uma barra rígida uniforme de massa  $M$  e comprimento  $L$  e utilize o teorema dos eixos paralelos para mostrar que o momento de inércia dessa barra em relação a um eixo que lhe é perpendicular e passa por uma de suas extremidades pode ser dado por:  $I = 1/3 ML^2$

13) A figura a seguir mostra dois blocos de massa  $m$  suspensos nas extremidades de uma haste rígida, de peso desprezível, de comprimento  $L = L_1 + L_2$ , com  $L_1 = 20\text{cm}$  e  $L_2 = 80\text{cm}$ . A haste é mantida na posição horizontal e então solta. Calcule a aceleração dos dois blocos quando eles começam a se mover. 30 cm  $F_1 F_2 30^\circ F_3 F_4 10\text{ cm } 5\text{ cm}$



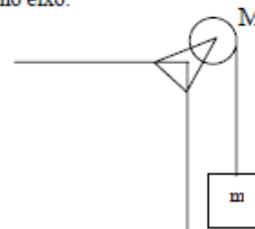
14) Uma pessoa tenta deslocar uma pedra com auxílio de uma alavanca de 1 m. Para isso, ela apoia a alavanca sobre uma pedra menor, a 20 cm da pedra grande (veja a figura). Se a pessoa exercer uma força de 40 kgf perpendicularmente sobre a alavanca, qual a força que vai agir sobre a pedra maior?

15)

A figura mostra um disco uniforme, com massa  $M = 2,5\text{ kg}$  e raio  $R = 20\text{ cm}$ , montado sobre um eixo mecânico horizontal fixo. Um bloco de massa  $m = 1,2\text{ kg}$  está pendurado na extremidade de uma corda de massa desprezível que está enrolada em torno da borda do disco. A corda não escorrega no disco e não há atrito no eixo.

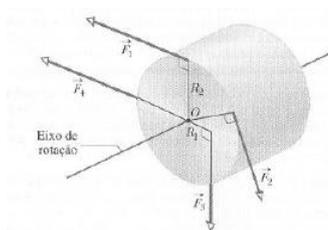
Determine:

- a aceleração do bloco em queda,
- a aceleração angular do disco,
- a tração na corda,
- qual a energia cinética de rotação do disco em  $t = 2,5\text{ s}$  ?  
(utilize:  $K_r = \frac{1}{2} I \omega^2$  e  $W = \tau \Delta \theta$ )



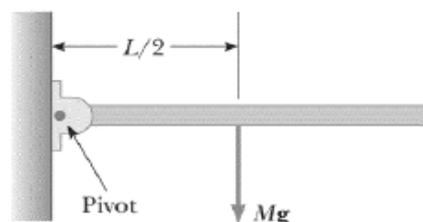
16)

Um cilindro que possui uma massa de 2,0 kg pode girar em torno de seu eixo central que passa pelo ponto  $O$ . Quatro forças são aplicadas como mostrado na figura abaixo.  $F_1 = 6,0\text{ N}$ ,  $F_2 = 4,0\text{ N}$ ,  $F_3 = 2,0\text{ N}$  e  $F_4 = 5,0\text{ N}$ . Além disso  $R_1 = 5,0\text{ cm}$  e  $R_2 = 12\text{ cm}$ . Determine a intensidade, a direção e o sentido da aceleração angular do cilindro. (Durante a rotação, as forças mantêm os mesmos ângulos em relação ao cilindro.)



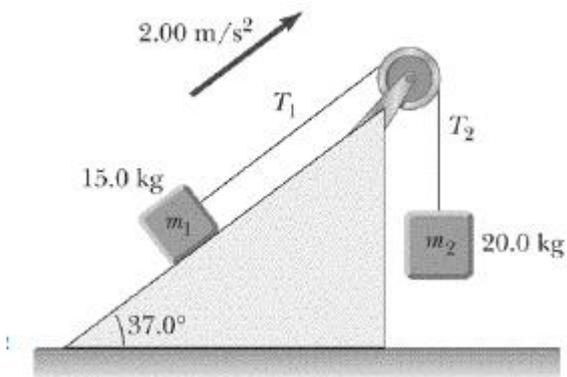
17)

Uma barra uniforme de comprimento  $L$  e massa  $M$  é livre para girar ao redor de um pivô sem atrito passando por uma extremidade livre (conforme figura abaixo). A barra é solta do repouso na posição horizontal. (a) Qual a velocidade angular da barra na sua posição mais baixa? (b) Determine a velocidade tangencial do centro de massa e a velocidade tangencial do ponto mais baixo sobre a barra na posição vertical.



18)

Dois blocos como mostrado na figura abaixo, estão ligados por um fio de massa desprezível passando sobre uma polia de raio 0,250 m e momento de inércia  $I$ . O bloco sobre o plano inclinado sem atrito está subindo com uma aceleração constante de  $2,0 \text{ m/s}^2$ . a) Determine  $T_1$  e  $T_2$  as tensões nas duas partes do fio. b) Encontre o momento de inércia da polia.



11) Resp. a)  $Kr = 1.078,6 \text{ J}$  e b)  $9.700 \text{ J}$

12) Resp.  $I = 3,683 \text{ kg.m}^2$

13) Resp.  $a_1 = 1,72 \text{ m/s}^2$  e  $a_2 = 6,91 \text{ m/s}^2$

14) Resp.  $F = 1568 \text{ N}$

15) a) Resp.  $a = 4,8 \text{ m/s}^2$ .

b) Resp.  $\alpha = 24,0 \text{ rad/s}^2$

c) Resp.  $T = 6,0 \text{ N}$ .

d) Resp.  $Kr = 90 \text{ J}$ . (utilize:  $Kr = \frac{1}{2} I\omega^2$  e  $W = \tau\Delta\theta$ )

16) Resp.  $\alpha = 9,7 \text{ rad/s}^2$ .

17) Resp.: a)  $\omega = (3g L^{-1})^{1/2}$ ,  $v_{\text{cm}} = 1/2(3g L)^{1/2}$  e  $v_p = (3g L)^{1/2}$

18) Resp.: a)  $T_1 = 118 \text{ N}$ ,  $T_2 = 156 \text{ N}$  e b)  $I = 1,17 \text{ kg m}^2$

Referência:

Este texto utiliza como base a unidade 10,  
disponíveis na página do **Prof. Nelson Elias**  
<http://nelias.wikidot.com/aula-cap-10>