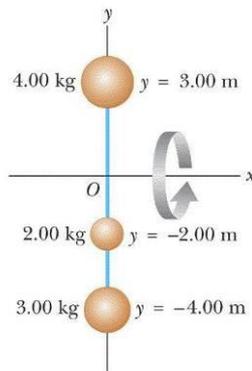


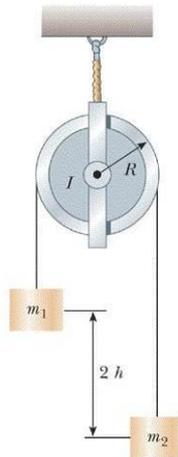
FISICA II – ZAB0172 - 1º Semestre 2020

**ROTAÇÃO E ESTÁTICA**

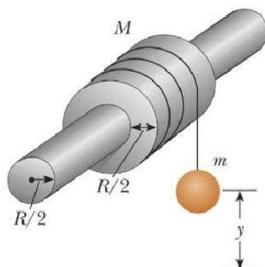
- Uma barra de comprimento de 1,0 m tem densidade linear dada por  $\lambda=(60,0 + 20,0 x)$  kg/m em que  $x$  é a distância a partir de uma extremidade, medida em metros. (a) Qual é a massa da barra? (b) Se a barra gira em torno de um eixo em uma das extremidades, qual seu momento de inércia?
- Hastes rígidas de massa desprezível ao longo do eixo  $y$  ligam 3 partículas. Se o sistema gira ao redor do eixo  $x$  com velocidade angular de 2,00 rad/s, encontre (a) o momento de inércia ao redor do eixo  $x$  e a energia cinética rotacional e (b) a velocidade tangencial de cada partícula e a energia cinética total.



- Considere dois corpos com  $m_1 > m_2$  ligados por um fio leve que passa sobre uma polia tendo momento de inércia  $I$  ao redor do seu eixo de rotação, como visto na fig. O fio não desliza sobre a polia. A polia gira sem atrito. Os corpos são soltos do repouso separados por uma distância vertical de  $2h$ . Utilize o princípio de conservação da energia para encontrar as velocidades translacionais dos corpos quando passam um pelo outro. Encontre a velocidade angular da polia nesse instante.

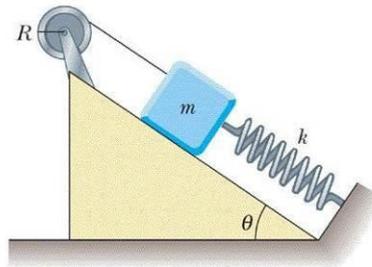


- Um cilindro oco e uniforme tem raio interno  $R/2$ , um raio externo  $R$  e massa  $M$  (fig.). Ele é montado de forma a girar sobre um eixo horizontal estacionário. Um corpo de massa  $m$  é ligado à extremidade de um fio enrolado no cilindro. O corpo cai a partir do repouso de uma distância  $y$  e no tempo  $t$ . Mostre que o torque devido às forças de atrito entre o cilindro e o eixo é dado por  $T_f$  abaixo.

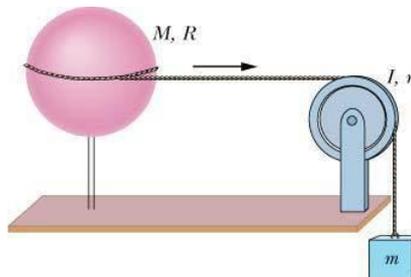


$$\tau_f = R \left[ m \left( g - \frac{2y}{t^2} \right) - M \frac{5y}{4t^2} \right]$$

5. Um torno de oleiro – um disco de pedra grosso com um raio de 0,500 m e massa de 100 kg – está girando livremente a 50,0 rev/min. O oleiro pode parar a roda em 6,00 s pressionando um pano molhado contra a borda e exercendo uma força radial para dentro de 70,0 N. Encontre o coeficiente efetivo de atrito cinético entre a roda e o pano.
6. A polia mostrada na fig. tem raio  $R$  e momento de inércia  $I$ . O corpo de massa  $m$  está ligado entre uma mola com constante elástica  $k$  e uma corda enrolada na polia. O eixo da polia e o plano inclinado não têm atrito. A polia é enrolada no sentido anti-horário de tal forma que a mola estica a uma distância  $d$  a partir de sua posição de equilíbrio e é então solta do repouso. Encontre (a) a velocidade angular da polia quando a mola está novamente na posição de equilíbrio e (b) um valor numérico para a velocidade angular nesse ponto se  $I = 1,00 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ,  $R = 0,300 \text{ m}$ ,  $k = 50,0 \text{ N/m}$ ,  $m = 0,500 \text{ kg}$ ,  $d = 0,200 \text{ m}$  e  $\theta = 37,0^\circ$ .

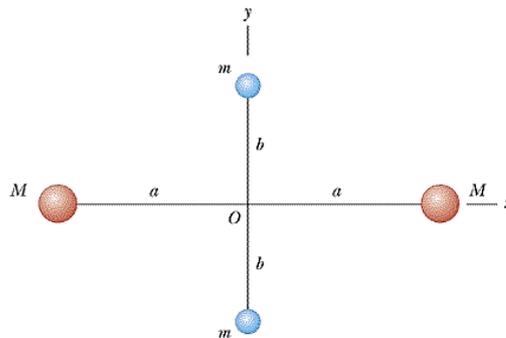


7. Uma casca esférica uniforme de massa  $M = 4,5 \text{ kg}$  e raio  $R = 8,5 \text{ cm}$  pode girar em torno de um eixo vertical sem atrito (fig.). Uma corda de massa desprezível passa em torno do equador da casca, por uma polia de momento de inércia  $I = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  e raio  $r = 5,0 \text{ cm}$ , e está presa a um pequeno objeto de massa  $m = 0,60 \text{ kg}$ . Não há atrito no eixo da polia e a corda não escorrega em sua borda. Qual é a velocidade do objeto quando ele cai 82 cm após ser abandonado a partir do repouso? Use considerações de energia.

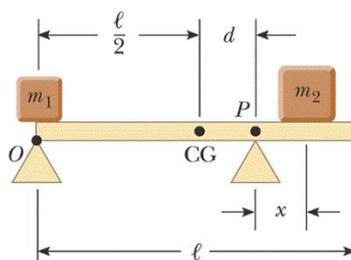


8. O processo de extrusão de alimentos é um equipamento de cocção rápida, contínua e homogênea. Nesse aparelho, o processo mecânico de cisalhamento, unido ao calor ou resfriamento, causa mudanças na forma, estrutura e composição do alimento processado. A extrusão é geralmente aplicada no processamento de cereais e proteínas destinados à alimentação humana e animal. Uma aplicação bastante interessante é a obtenção de *pellets* de amido pressurizado. Suponha que a extrusora seja formada por dois cilindros concêntricos de raios  $R_1 = 30 \text{ cm}$  e  $R_2 = 50 \text{ cm}$ . O cilindro interno, por onde entra o alimento, gira no sentido anti-horário, com uma força de 40 N vertical para baixo. O cilindro externo gira no sentido horário. Um Engenheiro de Alimentos realizou uma medida de torque e obteve  $-6,6 \text{ N}\cdot\text{m}$  de torque total. a) Qual era a força exercida pela massa de amido no cilindro externo, causando a rotação? b) Para um novo produto *pellet*, você precisa aplicar apenas 75% da força atual sobre a massa de amido, qual deve ser o raio do rotor externo, mantendo as outras partes iguais?

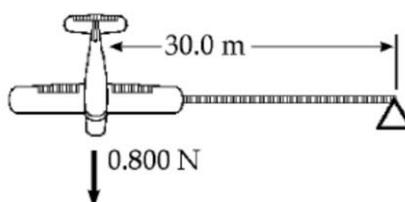
9. Uma roda parte do repouso e gira com aceleração angular constante até uma velocidade angular de 12 rad/s em 3 s. Encontre: (a) a aceleração angular da roda e (b) o ângulo, em radianos, que ela gira durante esse tempo.
10. Um avião chega ao terminal, e seus motores são desligados. O rotor de um dos motores tem uma velocidade angular inicial no sentido horário de 2000 rad/s. A rotação do motor diminui com uma aceleração angular com módulo de 80 rad/s<sup>2</sup>. (a) Determine a velocidade angular após 10 s e (b) quanto tempo leva o rotor para parar?
11. Quatro esferas pequenas estão presas às extremidades de uma estrutura de massa desprezível no plano xy (de acordo com a figura abaixo). Se a rotação do sistema ocorre ao redor de eixo y com velocidade angular  $\omega$ , encontre: (a) o momento de inércia  $I_y$  ao redor do eixo y e a energia cinética rotacional ao redor desse eixo. (b) Suponha que o sistema gire no plano xy ao redor de um eixo passando por O (eixo z). (c) Calcule o momento de inércia ao redor do eixo z e a energia rotacional ao redor desse eixo.



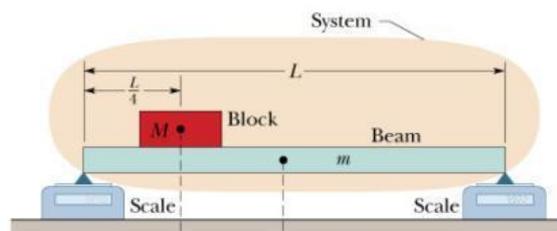
12. Uma viga uniforme de massa  $m_b$  e comprimento  $l$  suporta os blocos de massas  $m_1$  e  $m_2$  em duas posições, como na figura. A viga está apoiada sobre duas cunhas. Para qual valor de  $x$  a viga estará equilibrada em P de forma que a força normal em O seja nula?



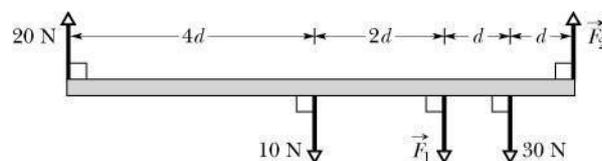
13. Um avião de brinquedo com massa de 0,750 kg está amarrado por um fio de forma que voe em um círculo com 30 m de raio (como na figura). O motor do avião fornece uma propulsão resultante de 0,8 N perpendicular ao fio que o amarra. Encontre: (a) o torque produzido pela propulsão resultante ao redor do centro do círculo. (b) A aceleração angular do avião quando ele está em um vôo plano. (c) A aceleração tangencial do avião.



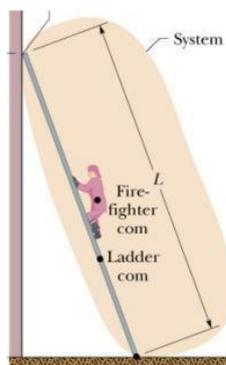
14. Um disco de polimento, com momento de inércia  $1,2 \times 10^{-3} \text{ kg.m}^2$ , está preso a uma broca elétrica cujo motor produz um torque de módulo  $16 \text{ N.m}$  em relação ao eixo central do disco. Com o torque aplicado durante  $33 \text{ ms}$ , qual é o módulo (a) do momento angular, e (b) da velocidade angular do disco em relação a esse eixo?
15. Um disco com um momento de inércia de  $7 \text{ kg.m}^2$  gira como um carrossel sob o efeito de um torque dado por  $\tau = (5 + 2t) \text{ N.m}$ . No instante  $t = 1 \text{ s}$ , o momento angular do disco é  $5 \text{ kg.m}^2/\text{s}$ . Qual é o momento angular do disco no instante  $t = 3 \text{ s}$ ? (lembre-se:  $L(t) = \int \tau dt$ )
16. Um roda está girando livremente com uma velocidade angular de  $800 \text{ ver/min}$  em torno de um eixo cujo momento de inércia é desprezível. Uma segunda roda, inicialmente em repouso e com um momento de inércia duas vezes maior que a primeira, é acoplada à mesma haste. (a) Qual é a velocidade angular da combinação resultante do eixo e as duas rodas? (b) Que fração da energia cinética de rotação inicial é perdida?
17. Na figura abaixo uma viga uniforme, de comprimento  $L$  e massa  $m = 1,8 \text{ Kg}$ , está em repouso sobre duas balanças. Um bloco uniforme, com massa  $M = 2,7 \text{ Kg}$ , está em repouso sobre a viga com seu centro a uma distância  $L/4$  da extremidade esquerda da viga. Quais são as leituras das balanças?



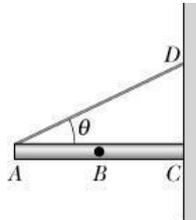
18. A figura abaixo fornece uma vista superior de uma haste em equilíbrio estático. (a) Você pode encontrar os módulos de  $F_1$  e  $F_2$  através do equilíbrio dessas forças? (b) Se você desejar encontrar o módulo da força  $F_2$  usando uma única equação, onde você colocaria o eixo de rotação? (c) O módulo de  $F_2$  é  $65 \text{ N}$ . Qual é o módulo de  $F_1$ ?



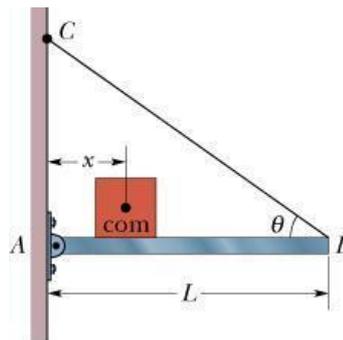
19. Na figura, uma escada de comprimento  $L = 12 \text{ m}$  e massa  $m = 45 \text{ kg}$  está encostada em um muro liso (sem atrito). A extremidade superior da escada está numa altura  $h = 9,3 \text{ m}$  acima do pavimento onde a extremidade inferior está apoiada em repouso (o pavimento tem atrito). O centro de massa da escada está a uma distância  $L/3$  da extremidade inferior. Uma pessoa de massa  $M = 72 \text{ Kg}$  sobe na escada até que seu centro de massa esteja a uma distância  $L/2$  da extremidade mais baixa. Quais são os módulos das forças sobre a escada exercida pelo muro e pelo pavimento?



20. Na figura, uma haste AC de 5 Kg é mantida em repouso contra a parede por uma corda e pelo atrito entre a haste e a parede. A haste uniforme tem 1 m de comprimento e o ângulo  $\theta = 30^\circ$ . (a) Se você precisa encontrar o módulo da força  $T$  da corda sobre a haste com uma única equação, em qual dos pontos designados um eixo de rotação deveria ser posicionado? Com esta escolha do eixo e os torques positivos no sentido anti-horário, qual é o sinal (b) do torque devido ao peso da haste e (c) do torque devido ao puxão da corda sobre a haste?



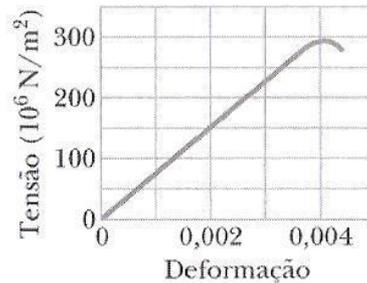
21. Na figura, suponha que o comprimento  $L$  da barra uniforme seja 3,00 m e que seu peso seja 200 N. Seja  $P = 300\text{ N}$  o peso do bloco e o ângulo  $\theta = 30,0^\circ$ . O fio pode suportar uma tensão máxima de 500 N. (a) Qual é a maior distância  $x$  possível antes que o fio se arrebente? Com o bloco posicionado neste valor máximo de  $x$ , quais são: as componentes (b) horizontal e (c) vertical da força da dobradiça sobre a barra no ponto A?



22. Qual é a peça solicitada por maior tensão: (a) uma barra de alumínio, de seção reta de 0,97 mm X 1,21 mm com uma carga aplicada de 16,75 N ou (b) uma barra de aço de seção circular de diâmetro 0,505 mm sob uma carga de 10,8 N?
23. Em uma haste de cobre são marcados dois traços que distam entre si 50 mm. A haste é tensionada de forma que a distância entre os traços passa a ser de 56,7 mm. Calcular a deformação.
24. Se o módulo médio de elasticidade de um aço é  $206 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$ , quanto se alongará um fio de 0,25 cm de diâmetro e de 3 m de comprimento, quando solicitado por uma força de  $4,9 \cdot 10^3 \text{ N}$ ?
25. Uma haste de aço tem raio  $R$  de 9,5 mm e um comprimento  $L$  de 81 cm. Uma força de  $62 \cdot 10^3 \text{ N}$  estica a haste ao longo de seu comprimento. Quais são a tensão, o alongamento e a deformação na haste?
26. Uma haste de alumínio horizontal com 4,8 cm de diâmetro se projeta 5,3 cm além de uma parede. Um objeto de 1200 kg está suspenso na extremidade da haste. O módulo de

cisalhamento do alumínio é  $3,0 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ . Desprezando a massa da haste, encontre (a) a tensão de cisalhamento sobre a haste e (b) a deflexão vertical da extremidade da haste.

27. A figura mostra a curva tensão-deformação para o quartzo. Quais são (a) o módulo de Young e (b) o valor aproximado do limite elástico para este material?



**Respostas:**

1. (a)  $M=70,0\text{Kg}$  (b)  $I=25\text{Kg.m}^2$
2. (a)  $I=92,0 \text{ Kg.m}^2$  e  $E_{CR}=184\text{J}$  (b)  $v=8,0\text{m/s}$ ;  $4,0\text{m/s}$  e  $6,0\text{m/s}$ ;  $E_c=184\text{J}$
3.  $\omega=[2gh(m_1-m_2)/m_1R^2+m_2R^2+I]^{1/2}$
4. DEMONSTRAÇÃO
5.  $\mu=0,312$
6. (a)  $\omega=(2mgdsen\theta+kd^2/mR^2+I)^{1/2}$  (b)  $\omega=1,74\text{rad/s}$
7. (a)  $v=(mgh/M_{est}/3+M_{polia}/4+m/2)^{1/2}$  (b)  $v=1,42\text{m/s}$
8. (a)  $F=37,2\text{N}$  vertical para baixo (b)  $R_2'=66\text{cm}$
9. (a)  $4\text{rad/s}^2$  (b)  $18 \text{ rad}$
10. (a)  $1200\text{rad/s}$  (b)  $25\text{s}$
11. (a)  $I=2Ma^2$ ;  $K_R =Ma^2\omega^2$  (b)  $I_2=2Ma^2+2mb^2$ ;  $K_R=(Ma^2+mb^2) \omega^2$
12.  $x=\frac{(m_1+mb)d+(\frac{m_1l}{2})}{m_2}$
13. (a)  $24\text{N.m}$ ; (b)  $0,0356\text{rad/s}^2$ ; (c)  $1,07\text{m/s}^2$
14. (a)  $0,53\text{Kg.m}^2/\text{s}$ ; (b)  $440\text{rad/s}$
15.  $23\text{Kg.m}^2/\text{s}$
16. (a)  $267\text{rev/min}$ ; (b)  $2/3=0,667$
17. (a)  $F_{esq}=29,25\text{kN}/F_{dir}=15,75\text{kN}$
18. (a) não; (b) ponto de aplicação; (c)  $F_1=45\text{N}$
19.  $F_{muro}=406\text{N}/F_{pavimento}=1146\text{N}$

20. (a) em C; (b) torque > 0; (c) torque < 0
21. (a)  $x = 1,50\text{m}$ ; (b) 433N; (c) 250N
22. (a)  $14,3\text{ N/mm}^2$ ; (b)  $53,9\text{ N/mm}^2$
23. 13,5%
24.  $\Delta L = 14,4\text{ mm}$  e  $\varepsilon = 0,48\%$
25.  $\sigma = 220\text{ MPa}$ / $\Delta L = 0,89\text{ mm}$  e  $\varepsilon = 0,11\%$
26. (a)  $\sigma = 6,6 \cdot 10^6\text{ N/m}^2$ ; (b)  $\Delta x = 1,1 \cdot 10^{-5}\text{ m}$
27. (a)  $E = 7,5 \cdot 10^{10}\text{ N/m}^2$ ; (b)  $\sigma = 3,0 \cdot 10^8\text{ N/m}^2$