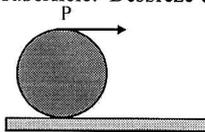


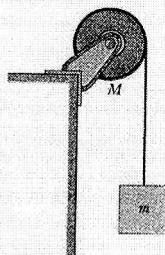
1. Uma roda de 32 kg e de raio igual a 1.2 m está girando a 280 rev/min. Ela deve parar em 15 s. a) Que trabalho deve ser realizado sobre ela? b) Qual é a potência necessária? Considere a roda um aro fino.

2. O motor de um automóvel desenvolve 74,6 kW quando gira a 1800 rev/min. Que torque ele comunica?

3. Um rolo de papel é desenrolado sobre uma superfície horizontal, puxando-se a ponta do papel paralelamente à superfície. Despreze a espessura do papel e admita que o rolo não desliza sobre a superfície. Qual é a distância percorrida pelo centro de massa do rolo para cada metro de deslocamento do ponto P , inicialmente localizado na parte superior da borda do rolo, em relação à superfície horizontal?

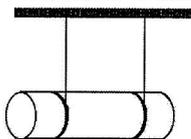


4. Um objeto de momento de inércia I , raio R e massa M , está montado em um eixo sem atrito. Uma corda leve é enrolada em torno da borda do objeto, com um corpo de massa m suspenso em sua outra extremidade. Obtenha uma relação para a aceleração do sistema, a) usando conservação da energia, e b) usando os princípios da dinâmica. c) Mostre que, se o objeto for um disco uniforme, e se $m = M$, a energia cinética de translação do corpo suspenso será o dobro da energia cinética de rotação do disco. d) Se o objeto for um disco uniforme de raio $R = 12$ cm e $M = 400$ g, e se a massa suspensa for de 50 g, determine a velocidade de m após ela ter descido 50 cm a partir do repouso.



5. Numa máquina de Atwood, a polia é montada em mancais horizontais, sem atrito, e tem um raio de 5 cm. A massa de um dos blocos é de 500 g e a do outro é igual a 460 g. Quando abandonamos o bloco mais pesado, observamos que ele cai 75 cm em 5 s. a) Qual é a aceleração de cada bloco? b) Qual é a tensão na parte da corda que suporta cada bloco? c) Qual é a aceleração angular da roldana? d) Determine o momento de inércia da roldana.

6. Dois fios são enrolados em volta de um cilindro de comprimento L raio R e peso P , próximos das extremidades. e suas pontas estão presas ao teto. O cilindro é mantido horizontalmente com os fios exatamente na vertical e em seguida é abandonado, a partir do repouso. Determine a tensão de cada fio enquanto eles estão se desenrolando, e a aceleração linear do cilindro durante a queda.



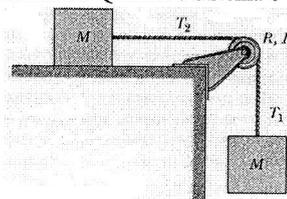
7. Um ioiô possui momento de inércia igual a 950 g·cm² e massa igual a 120 g. O raio do seu eixo é igual a 3.2 mm e o comprimento do fio é igual a 120 cm. O ioiô parte do repouso e se desenrola até terminar o comprimento do fio. a) Qual é a aceleração do centro de massa do ioiô? b) Quanto tempo ele leva para chegar até a extremidade do fio? c) Qual será a sua velocidade angular quando o fio estiver completamente desenrolado? (Dica: neste instante, o movimento do ioiô é puramente rotatório.)

8. Uma fita de massa desprezível é enrolada em volta de um cilindro de massa M e de raio R . A fita é puxada verticalmente para cima, a uma velocidade que, a cada instante, evita que o centro de massa se desloque, enquanto o cilindro está sendo desenrolado. a) Qual é a tensão na fita? b) Qual é o trabalho realizado sobre o cilindro quando ele atinge uma velocidade angular ω ? c) Qual é o comprimento da fita desenrolada durante este período?

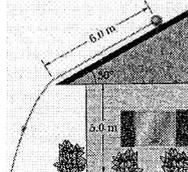
9. Uma esfera sólida de 3.6 kg rola para cima de um plano inclinado de 30° em relação à horizontal. Na base do plano, o centro de massa da esfera possui uma velocidade igual a 4.8 m/s. a) Calcule a energia cinética da esfera na base do plano. b) Até que distância, ao longo do plano, a esfera sobe? Esta resposta depende do peso da esfera?

10. Dois blocos idênticos, cada um de massa M , são ligados por uma corda leve que passa por uma roldana, sem atrito, de raio R e momento

de inércia I . A corda não desliza sobre a roldana, e não se sabe se há ou não atrito entre o plano e o bloco deslizando. Quando o sistema é abandonado a partir do repouso, observa-se que a roldana gira num ângulo θ durante o intervalo de tempo t , e que a aceleração dos blocos é constante. a) Qual é a aceleração angular da roldana? b) Qual são as acelerações dos dois blocos? c) Quais são as tensões nas seções superior e inferior da corda? d) Existe atrito entre o plano e o bloco deslizando? Caso afirmativo calcule a força de atrito cinético entre o plano e o bloco deslizando. As respostas devem ser expressas em termos de M, I, R, θ, g e t .

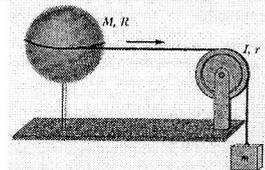


11. Um cilindro maciço (raio 10 cm e massa 12 kg) parte do repouso e desce rolando, sem deslizar, os 6 m ao longo do telhado de uma casa que possui uma inclinação de 30° com a horizontal. a) Qual a velocidade angular do cilindro no momento em que ele abandona o telhado da casa? b) Se a altura da parede externa da casa é igual a 5 m, a que distância da parede o cilindro atinge o solo?

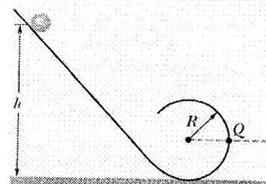


12. Uma esfera uniforme rola para baixo em um plano inclinado. a) Qual deve ser o ângulo de inclinação do plano, em relação à horizontal, para que a aceleração do centro de massa da esfera seja igual a um décimo da aceleração da gravidade? b) Para este ângulo, qual seria a aceleração de um bloco deslizando ao longo do plano?

13. Uma esfera gira em torno de um eixo vertical sem atrito. Uma corda leve, que passa em torno do equador da esfera e por uma polia, tem um objeto pendente em sua outra extremidade. Qual é a velocidade do objeto suspenso, inicialmente em repouso, após ele ter descido uma distância h ?

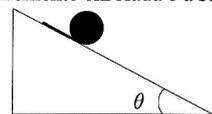


14. Uma esfera de massa m e raio r rola, sem deslizar, ao longo de um trilho curvo, tendo sido abandonada, do repouso, em algum lugar sobre a seção reta do trilho. a) De que altura mínima acima da base do trilho deve ser solta a bola a fim de que esta se mantenha no trilho no topo da circunferência? O raio da circunferência é R ($R \gg r$). b) Se a bola é abandonada da altura $6R$ acima da base do trilho, qual será a componente horizontal da força exercida sobre ela no ponto Q ?

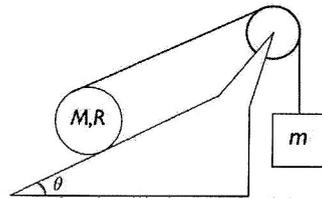


15. Uma chaminé alta, de altura L , racha próximo à base e cai. Expresse as acelerações angular e tangencial do topo da chaminé como função do ângulo θ formado pela chaminé com a vertical. A aceleração tangencial de algum ponto da chaminé pode exceder a g ? Explique como a chaminé pode quebrar durante a queda.

16. Uma fita flexível de comprimento L é firmemente enrolada e a sua extremidade livre é fixada, por um prego, à superfície de um plano inclinado que forma um ângulo θ com a horizontal. Em seguida, permite-se que a fita desenrole enquanto desce o declive. Mostre que a fita desenrola completamente em um tempo $t = \sqrt{3L/g \sin \theta}$.

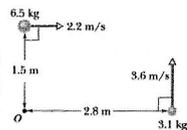


17. Um cilindro maciço ($R = 15$ cm e $M = 2$ kg) possui uma fita leve e fina enrolada em sua periferia. A fita passa por uma polia de massa desprezível e sem atrito. Na outra extremidade da fita, um corpo de 150 N de peso pende verticalmente. O cilindro sobe, sem deslizar, um plano inclinado a 30° da horizontal. Determine: a) a aceleração linear do centro de massa do cilindro, e b) a aceleração angular do cilindro. c) Qual é a relação entre as acelerações do centro de massa do cilindro e do bloco? d) Qual é a tensão na fita. e) Resolva o item (a) para um cilindro de

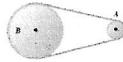


8 kg de massa e um bloco de 1 kg.

18. Dois objetos movem-se como é indicado na figura ao lado. Qual é o momento angular total do sistema em relação ao ponto O?



19. Duas rodas A e B, são ligadas por uma correia. O raio de B é 3 vezes o raio de A. Determine a razão entre os momentos de inércia I_A/I_B supondo que a) as rodas possuem o mesmo momento angular; e que b) as rodas possuem a mesma energia cinética de rotação. A correia não desliza.



20. Uma roda gira com velocidade angular de 800 rev/min em torno de um eixo cujo momento de inércia é desprezível. Uma segunda roda, inicialmente em repouso e com momento de inércia igual ao dobro do momento de inércia da primeira, é subitamente acoplada ao mesmo eixo. a) Qual é a velocidade angular do sistema resultante constituído pelo eixo juntamente com as duas rodas? b) Calcule a fração da energia cinética inicial perdida neste processo.

21. Dois discos são montados em mancais, com atrito desprezível, sobre o mesmo eixo e podem permanecer unidos, de modo a girarem como se fosse um disco único. O primeiro disco possui momento de inércia igual a $3.3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ e gira a 450 rpm . O segundo disco, com momento de inércia igual a $6.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, gira com 900 rpm no mesmo sentido do primeiro. A seguir os discos são unidos. a) Calcule a velocidade angular dos dois discos acoplados. b) Agora, suponha que o disco que possuía uma velocidade angular de 900 rpm esteja girando em sentido contrário ao mencionado anteriormente. Calcule a velocidade angular do acoplamento dos discos neste caso.

22. Um homem está sobre uma plataforma que gira, sem atrito, com velocidade angular de 1.2 rev/s ; os braços do homem estão abertos e ele segura um peso em cada mão. Nesta posição, o momento de inércia total do homem, mais os pesos e mais a plataforma, é igual a $6 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Quando o homem aproxima os pesos do seu corpo, este momento de inércia total é reduzido a $2 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Calcule a velocidade angular da plataforma nesta posição. Calcule a razão entre a nova energia cinética de rotação e a energia cinética inicial. De onde vem esta energia?

23. Uma criança (massa M) está em pé na borda de um carrossel (massa $10M$, raio R , inércia rotacional I) sem atrito e em repouso. Ela joga uma pedra (massa m) em uma direção horizontal que é tangente à borda externa do carrossel. A velocidade da pedra, em relação ao solo, é v . Quais são a) a velocidade angular do carrossel; b) a velocidade linear da criança depois que a pedra foi jogada?

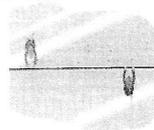
24. O raio de giração de um pequeno carrossel com raio igual a 1.2 m e massa de 180 kg é igual a 91 cm . Uma criança de 44 kg corre com uma velocidade de 3 m/s tangenciando a periferia do carrossel, quando este está em repouso. A seguir, pula para o carrossel, nas proximidades da periferia. Despreze o atrito no eixo do carrossel. Calcule: a) o momento de inércia do carrossel em torno do eixo de rotação; b) o momento angular da criança, enquanto ela corre em torno do carrossel; c) a velocidade angular final do carrossel e da criança.

25. Uma barata de massa m corre no sentido anti-horário sobre a borda de um disco montado em um eixo vertical. O disco tem raio R , momento de inércia I e está montado em rolamentos sem atrito. A velocidade escalar da barata, em relação à Terra, é v , e o disco gira no sentido horário com velocidade angular ω_0 . A barata pára na borda do disco. a) Calcule a velocidade angular do disco depois que a barata pára. b) A energia mecânica é conservada?

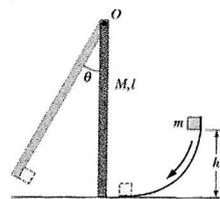
26. Um disco uniforme, de raio R e massa M , gira com velocidade angular ω_0 em torno de um eixo horizontal que passa pelo seu centro,

perpendicular à face do disco. a) Qual é a sua energia cinética? b) E o seu momento angular? c) Um fragmento de massa m destaca-se da borda do disco, sendo lançado tangencialmente a esta, na vertical e para cima. Qual é a altura máxima alcançada pelo fragmento acima do ponto em que se destacou? d) Quais são a velocidade angular, e) o momento angular, e f) a energia cinética finais do disco quebrado?

27. Duas patinadoras se deslocam em sentidos contrários, ao longo de retas paralelas separadas por uma distância de 3 m . Cada patinadora tem 50 kg de massa e velocidade de mesmo módulo de 10 m/s . Uma carrega um bastão de 3 m de comprimento, em cuja extremidade se agarra a segunda, quando se encontram. Despreze o atrito com a pista de gelo e a massa do bastão. a) Descreva o movimento dos patinadores depois que eles permanecem ligados pelo bastão. b) Puxando o bastão, os patinadores reduzem a distância entre si para 1 m . Qual será a velocidade angular do sistema neste instante? c) Calcule as energias cinéticas do sistema nos itens (a) e (b). De onde vem a variação de energia cinética? d) Descreva qualitativamente o movimento dos patinadores se suas velocidades fossem diferentes, ou se suas massas não fossem iguais.

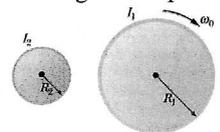


28. A partícula de massa m desliza sem atrito sobre a superfície curva e colide com uma barra vertical, grudando em sua extremidade. A barra é pivotada no ponto O e gira num ângulo θ antes de entrar em repouso. Obtenha

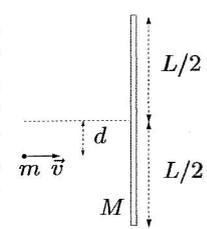


$$\theta = \arccos \left[1 - \frac{6m^2 h}{(M + 2m)(M + 3m)L} \right]$$

29. Dois cilindros de raios R_1 e R_2 e momentos de inércia I_1 e I_2 , respectivamente, estão sendo suportados por eixos ortogonais ao plano indicado na figura. O cilindro maior gira inicialmente com uma velocidade angular ω_0 . O cilindro menor é deslocado para a direita até tocar no cilindro maior, começando a girar devido ao atrito de contato entre as duas superfícies cilíndricas. Num dado instante, o deslizamento termina e os dois cilindros começam a rolar, sem deslizar, em sentidos contrários. Calcule a velocidade angular final ω_2 do cilindro menor, em termos de I_1 , I_2 , R_1 , R_2 e ω_0 . (Dica: Não existe conservação nem do momento angular nem da energia cinética. Aplique diretamente a equação do impulso angular para cada um dos dois cilindros: $\int \tau dt = \bar{F}R\Delta t = I(\omega_f - \omega_i)$.)



30. Uma haste de comprimento L e massa M , que pode se mover livremente, repousa sobre uma mesa horizontal sem atrito. Uma massa m , que se move com velocidade v , colide elasticamente com a haste. a) Que grandezas são conservadas na colisão? b) Qual deve ser a massa m do disco de modo que ele permaneça em repouso imediatamente após a colisão?



31. Considere a mesma figura do problema anterior. Suponha que a haste tem $L = 1 \text{ m}$ de comprimento e massa $M = 800 \text{ g}$. A massa do disco vale $m = 200 \text{ g}$ e sua velocidade é 5 m/s . O disco colide com a haste a uma distância $d = 30 \text{ cm}$ do seu centro de massa. a) Considerando uma colisão perfeitamente inelástica, calcule a velocidade linear do centro de massa e a velocidade angular do sistema. b) Considerando uma colisão elástica, calcule a velocidade final do disco, e as velocidades do centro de massa e angular da haste após a colisão.

- RESPOSTAS:** 1. 19.8 kJ , 1.3 kW 2. $396 \text{ N}\cdot\text{m}$ 3. 0.5 m 4. $mg/(m + I/R^2)$, 1.4 m/s 5. 0.06 m/s^2 , 4.54 N , 4.87 N , 1.2 rad/s^2 , $0.014 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 6. $P/6$, $2g/3$ 7. 12.5 cm/s^2 , 4.38 s , 171.3 rad/s 8. mg , $MR^2\omega^2/4$, $R^2\omega^2/4g$ 9. 58.1 J , 3.3 m , não 10. $2\theta/t^2$, $2\theta R/t^2$, $T_1 = Mg - 2\theta R(M + I/R^2)/t^2$, $T_2 = Mg - 2M\theta R/t^2$, $Mg - 2\theta R(2M + I/R^2)/t^2$ 11. 62.6 rad/s , 4.01 m 12. 8° , 1.37 m/s^2 13. $v = \sqrt{2mgh/(m + I/r^2 + 2M/5)}$ 14. $2.7R$, $7.1mg$ 15. $3g \sin \theta/2L$, $3g \sin \theta/2$, $d > 2L/3 \sin \theta$ 16. - 17. 4.5 m/s^2 , 30.1 rad/s^2 , $a_C = 2a_{CM}$, 11.7 N , 1.2 m/s^2 18. $9.8 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$ 19. $1/3$, $1/9$ 20. 267 rev/min , 67% 21. 750 rpm , -450 rpm 22. 3.6 rev/s , 3 23. $mvR/(I + MR^2)$, $vmR^2/(I + MR^2)$ 24. $149 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$, $158 \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$, 0 ; 746 rad/s 25. $\omega = (I\omega_0 - mRv)/(I + mR^2)$, não 26. $MR^2\omega_0^2/4$, $MR^2\omega_0/2$, $R^2\omega_0^2/2g$, ω_0 , $(M/2 - m)R^2\omega_0$, $(M/2 - m)R^2\omega_0^2/2$ 27. MCU e $\omega = 6.7 \text{ rad/s}$, 60 rad/s , 5 kJ , 45 kJ 28. - 29. $|\omega_2| = |\omega_0|(R_1 I_2 / R_2 I_1 + R_2 / R_1)^{-1}$ 30. $m = ML^2/(L^2 + 12d^2)$ 31. 1 m/s , -1.58 m/s , 1.64 m/s , 5.92 rad/s