

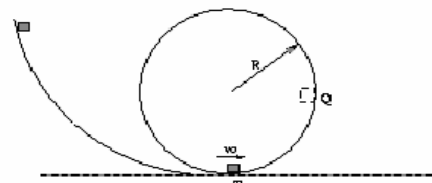


7ª LISTA DE EXERCÍCIOS - Trabalho e Energia

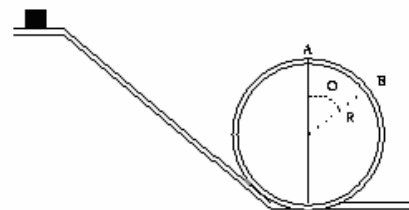
Considere $g=10 \text{ m/s}^2$ para a resolução de todas as questões.

1) Um corpo de massa m parte do repouso, descendo um plano inclinado de comprimento l , que forma um ângulo de inclinação q com a horizontal. (a) Sendo μ o coeficiente de atrito, determine a velocidade do corpo na base do plano. (b) Que distância d ele percorreria em uma superfície semelhante, depois de atingir a base do declive? (Use o princípio de conservação de energia).

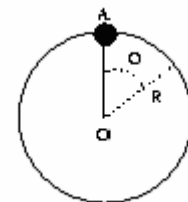
2) Um pequeno corpo, de massa m , desliza ao longo do loop mostrado na figura abaixo sem atrito. O raio do loop é R . Quando m está na posição mais baixa, sua velocidade é v_0 . (a) Qual é o valor mínimo v_m de v_0 para o qual m percorrerá todo o trilho sem perder contato com ele? (b) Qual a força resultante que atua sobre o corpo no ponto Q?



3) Num parque de diversões, um carrinho desce de uma altura h para dar um loop de raio R indicado na figura. (a) Desprezando-se o atrito do carrinho com o trilho, qual é o menor valor de h (h_m) necessário para permitir ao carrinho dar a volta completa. (b) Seja h_b a altura do ponto B. Se $h_b < h < h_m$, o carrinho cai do trilho no ponto B, quando ainda falta percorrer mais um ângulo q para chegar ao topo A (figura ao lado). Calcule o valor de q .



4) Uma conta de massa m , enfiada num aro circular de raio R está num plano vertical, desliza sem atrito da posição A, no topo do aro, para a posição B, descrevendo um ângulo q , como mostra a figura ao lado. (a) Qual é o trabalho realizado pela força de reação do aro sobre a conta? (b) Qual é a velocidade da conta em B?



5) Um bloco de 263 g é deixado cair sobre uma mola vertical de constante elástica $k = 2,52 \text{ N/cm}$ (Fig. 20). O bloco adere-se à mola, que ele comprime 11,8 cm antes de parar momentaneamente. Enquanto a mola está sendo comprimida, qual é o trabalho realizado (a) pela força da gravidade e (b) pela mola? (c) Qual era a velocidade do bloco exatamente antes de se chocar com a mola? (d) Se esta velocidade inicial do bloco for duplicada, qual será a compressão máxima da mola? Ignore o atrito

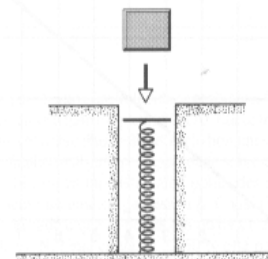


Fig. 20 Problema 33.

6) Um *regulador centrífugo* consiste em duas esferas de 200 g presas mediante hastes leves e rígidas de 10 cm a um eixo de rotação vertical. As hastes são articuladas de modo que as esferas se afastam para longe do eixo enquanto giram com ele. Entretanto, quando o ângulo

q é 45° , as esferas encontram a parede do cilindro dentro do qual o regulador está girando; veja a figura ao lado (a) Qual é a velocidade mínima de rotação, em revoluções por minuto, necessárias para as esferas tocarem na parede? (b) Se o coeficiente de atrito cinético entre as esferas e a parede é 0,35, que potência é dissipada como resultado do atrito das esferas contra a parede quando o mecanismo gira a 300 rev/min?

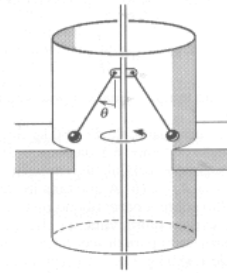


Fig. 24 Problema 58.

7) Um bloco de granito de 1.380 kg é arrastado para cima de um plano inclinado por um guincho, à velocidade constante de 1,34 m/s (Fig. 23). O coeficiente de atrito cinético entre o bloco e o plano inclinado é 0,41. Qual é a potência que deve ser fornecida pelo guincho?

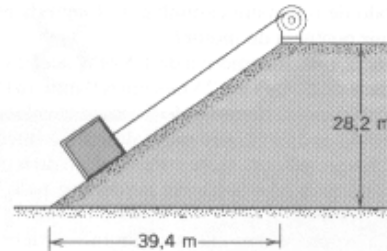


Fig. 23 Problema 47.

8) Duas crianças (Kiko e Biba) brincam de acertar, com uma bolinha lançada por um revólver de brinquedo situado na mesa, uma caixinha colocada no chão a 2,20 m da borda da mesa (veja Fig. 35). Kiko comprime a mola de 1,10 cm, mas a bolinha cai 27,0 cm antes da caixa. De quanto deve a mola ser comprimida pela Biba para atingir o alvo?

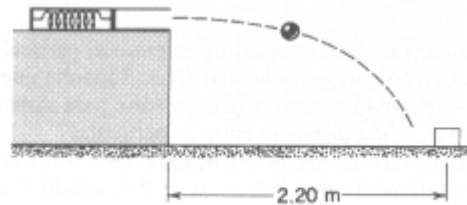


Fig. 35 Problema 26.

9) Um bloco de 3,22 kg parte do repouso e desliza uma distância d para baixo de uma rampa inclinada de $28,0^\circ$ e se choca com uma mola de massa desprezível, conforme a Fig. 32. O bloco desliza mais 21,4 cm antes de parar momentaneamente ao comprimir a mola, cuja constante elástica é de 427 N/m. Quanto vale d ?

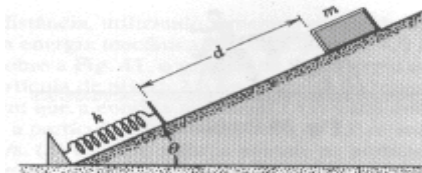


Fig. 32 Problemas 20 e 35.

10) A partícula m da Fig. 40 move-se em um círculo vertical de raio R , no interior de um trilho sem atrito. Quando m se encontra em sua posição mais baixa sua velocidade é v_0 . (a) Qual o valor mínimo v_m de v_0 para que m percorra completamente o círculo, sem perder contato com o trilho? (b) Suponha que v_0 seja $0,775 v_m$. A partícula subirá no trilho até um ponto P no qual perde contato com ele e percorrerá o arco indicado aproximadamente pela linha pontilhada. Determine a posição angular q do ponto P .

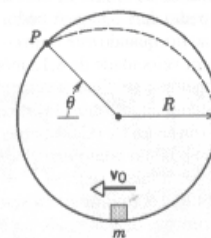
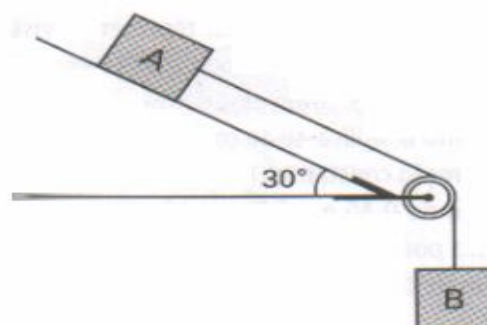


Fig. 40 Problema 37.

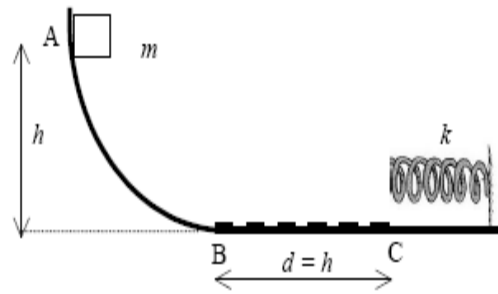
11) No arranjo mostrado na figura a seguir, o fio e a polia são ideais, o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco A e o plano vale 0,1. As massas dos corpos A e B valem, respectivamente 6,0 kg e 4,0 kg, e o módulo da aceleração da gravidade é de 10 m/s^2 .

Usando o Princípio da Conservação da Energia ou o Teorema Trabalho-Energia, determine a velocidade do bloco B quando este cai de uma de

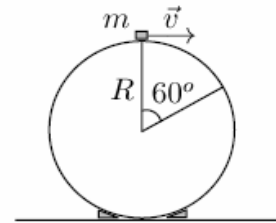


uma altura $L = 1$ m, a partir do repouso.

12) Um bloco de massa m é abandonado de uma altura h (ponto A na figura abaixo) em uma rampa; o atrito entre o bloco e a rampa é desprezível. A partir do ponto B a trajetória do bloco é horizontal e ele encontra uma mola (de constante elástica k) no ponto C. No trecho BC, de comprimento $d=h$, há atrito entre o bloco e a superfície (coeficiente $\mu = 2/3$), enquanto que à direita do ponto C o atrito é desprezível. (a) De quanto a mola é comprimida? (b) O bloco conseguirá subir a rampa novamente? Em caso afirmativo, determine a altura atingida; em caso negativo, determine a que distância do ponto B o bloco parará?



13) Um objeto pontual de massa m desliza com velocidade inicial \vec{v} , horizontal, do topo de uma esfera em repouso, de raio R . Ao escorregar pela superfície, o objeto sofre uma força de atrito de módulo constante dado por $f = 7mg / 4p$. Para que o objeto se desprenda da superfície esférica ao percorrer um arco de 60° (veja figura), sua velocidade inicial deve ser quanto?



14) Dois montes nevados têm altitudes de 850 m e 750 m em relação ao vale que os separa (Figura ao lado). Uma pista de esqui vai do alto do monte maior até o alto do monte menor, passando pelo vale. O comprimento total da pista é de 3,2 km e a inclinação é de 30° . (a) Um esquiador parte do repouso no alto do monte maior. Com que velocidade chegará ao alto do pico menor sem se impulsionar com os bastões? Ignore o atrito. (b) Qual deve ser aproximadamente o coeficiente de atrito dinâmico entre a neve e os esquis para que o esquiador pare exatamente no alto do pico menor?



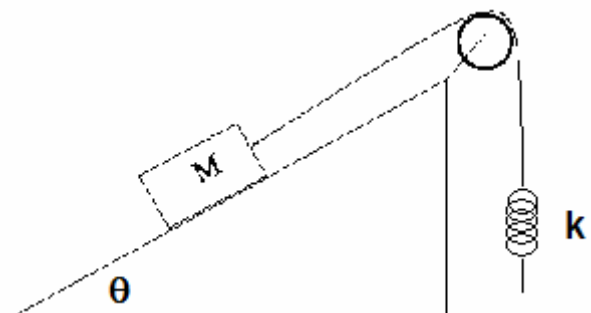
15) Uma nova correia para passear com cachorros exerce uma força dada por $F_x = -kx - ax^2$, quando esticada em x , sendo k e a constantes. Calcular o trabalho feito por um cachorro preso à correia, com a outra ponta estacionária, quando x passa de 0 até x_0 .

16) O deslocamento de um corpo de 2 kg, sobre uma reta, é $\Delta \vec{s} = (3m)\hat{i} + (3m)\hat{j} - (2m)\hat{k}$. Durante o deslocamento, age sobre o corpo a força constante $\vec{F} = (2N)\hat{i} - (1N)\hat{j} + (1N)\hat{k}$. (a) Calcular o trabalho da força no deslocamento. (b) Calcular a componente de \vec{F} na direção do deslocamento.

17) Um carro de 700 kg acelera do repouso no instante $t = 0$, com potência constante. No instante $t = 9$ s está a 117,7 m do ponto de partida e sua aceleração é $1,09 \text{ m/s}^2$. Calcular a potência do motor do carro desprezando perdas por atrito.

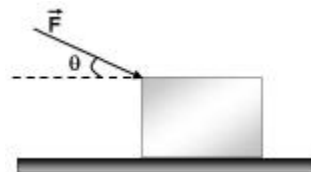
18) A energia cinética inicial de uma bala de 20 g é de 1200 J. Desprezando a resistência do ar, calcular o alcance do projétil quando for disparado sob um ângulo tal que o alcance seja igual à altura máxima.

19) Um corpo está sobre um plano inclinado conforme mostra o esquema abaixo. A mola que está ligado, por intermédio de uma roldana, é puxada para baixo com uma força



gradualmente crescente. O valor de m_c é conhecido. Determinar, em função de m , g , θ , m_c e k , a energia potencial U da mola no instante em que o corpo principia a se mover.

20) Uma partícula de massa m descreve um círculo horizontal de raio r sobre uma mesa áspera. A partícula está presa por um fio horizontal ao centro do círculo. Inicialmente a velocidade é v_0 . Depois de uma volta completa, a velocidade é $v_0/2$. (a) Calcular a energia dissipada pelo atrito em uma volta, em termos de m , v_0 e r . (b) Qual é o coeficiente de atrito cinemático? (c) Quantas voltas a partícula fará antes de chegar ao repouso?



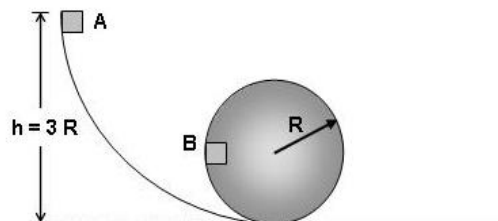
21) Um bloco pesando 800 N é empurrado por 6 m sobre um piso horizontal, à velocidade constante, por uma força que faz um ângulo de 30° acima da horizontal, conforme mostra a figura. O coeficiente de atrito entre o bloco e o piso é $0,25$.
a) Qual o trabalho realizado pela força? b) E pelo atrito?

22) A força exercida por um gás dentro de um cilindro sobre um pistão de área A é dada por $F = p A$, onde p é a pressão. O trabalho t para um deslocamento do pistão desde x_1 a x_2 é:
 $t = \int F dx = \int p A dx = \int p dV$, onde dV é a variação infinitesimal do volume do gás.

Durante uma expansão do gás à temperatura constante (isotérmica) a pressão depende do volume de acordo com a relação $p = n R T / V$, onde n e R são constantes e T é a temperatura. Calcular o trabalho numa expansão isotérmica desde um volume V_1 até V_2 ;

23) Uma bola é presa a uma corda e colocada em rotação num círculo vertical. Provar que a tensão na corda no ponto mais baixo excede aquela no ponto mais alto de uma quantidade igual a seis vezes o peso da bola.

24) Um pequeno corpo de massa m escorrega sem atrito sobre o dispositivo em laço, mostrado na figura abaixo. Ele parte do repouso de um ponto A a uma altura $3R$ acima da base do laço. Quando atinge o ponto B na extremidade do diâmetro horizontal do laço, calcular:
a) Sua aceleração radial; b) Sua aceleração tangencial.



25) Uma bomba é projetada para retirar 780 litros de água por minuto de um poço com profundidade de 6 m e lançá-la com velocidade de 90 m/s . a) Qual o trabalho realizado por minuto para retirar a água? b) Quanto é transformado em energia cinética? c) Qual é a potência do motor, em Hp ?

26) Um automóvel de massa m acelera, partindo do repouso, enquanto o motor fornece uma potência constante P .

a) Mostrar que a velocidade em função do tempo é dada por $v = (2 P t / m)^{1/2}$
b) Mostrar que a posição em função do tempo é dada por $x = (8 P / 9 m)^{1/2} t^{3/2}$

27) A energia potencial de uma partícula num campo conservativo é dada por:

$$U = -x^3 - 2x^2y^2.$$

Obtenha os componentes da força que atua sobre a partícula.

28) Um menino está sentado no alto de um monte hemisférico de gelo. Ele recebe um leve empurrão e começa a deslizar sobre o gelo.

a) Mostre que ele é projetado para fora do gelo de um ponto cuja altura é $2R/3$, sendo a

superfície sem atrito; b) Se houver atrito entre o gelo e o menino, ele é projetado para fora de uma altura maior ou menor que a de (a).

29) Uma haste leve e rígida, de comprimento l tem uma massa m ligada à extremidade, formando um pêndulo simples. Ela é invertida e a seguir largada. Quais são:

- a) a velocidade v no ponto mais baixo;
- b) a tração T , na suspensão, naquele instante?
- c) A que ângulo da vertical a tração na suspensão será igual ao peso?

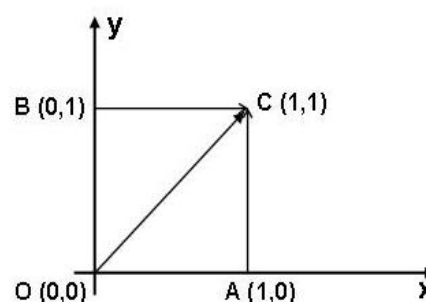
30) Que força corresponde a uma energia potencial $U = -ax^2 + bxy + z$?

31) Uma partícula segue uma trajetória dada em função do tempo pelo vetor posição $\mathbf{r} = 2t\mathbf{i} + 3t^2\mathbf{j}$ (SI). Uma das forças que atuam sobre a partícula é dada por: $\mathbf{F} = 2t\mathbf{i} + 1,5t\mathbf{j}$. a) Determine a potência instantânea; b) Determine o trabalho realizado por esta força no intervalo de tempo de $t = 0$ até $t = 2s$.

32) Uma partícula de massa M é colocada sobre uma mesa sem atrito e presa a um fio que passa por um orifício no centro da mesa. Na outra extremidade do fio encontra-se um corpo de massa m . A partícula gira em torno do orifício e não é centrifugada, porque o peso (mg) fornece a força centrípeta necessária para mantê-la em movimento circular uniforme. Para um dado valor de m , a partícula M gira com velocidade v_0 e o raio da trajetória é r_0 .

- a) Qual é a relação entre m e M para que a partícula gire com velocidade v_0 ?
- b) Qual é o trabalho necessário para encurtar o raio da trajetória de r_0 para $r_0/2$?

33) Uma das forças que atuam sobre uma certa partícula depende da posição da partícula no plano xy . Esta força \mathbf{F}_1 , expressa em Newtons, é dada pela expressão: $\mathbf{F}_1 = (x y \mathbf{i} + x y \mathbf{j})$, onde x e y são expressos em metros. Calcule o trabalho realizado por esta força quando a partícula se move do ponto O ao ponto C na figura, ao longo:



- a) do trajeto OAC que consiste em duas linhas retas;
- b) do trajeto OBC que consiste em duas linhas retas;
- c) da linha reta OC ;
- d) É \mathbf{F}_1 uma força conservativa? Justifique.

GABARITO:

- 1) a) $v = \sqrt{2lg(\text{sen}q - m\text{cos}q)}$; b) $d = l(\text{sen}q - m\text{cos}q) / m$
- 2) a) $\sqrt{5Rg}$; b) $\sqrt{10} mg (N)$ 3) a) $h_m = 5/2 R$; b) $\text{cos}q = \frac{2}{3} \left(\frac{h}{R} - 1 \right)$
- 4) a) Nulo; b) $v = \sqrt{2Rg(1 - \text{cos}q)}$
- 5) a) 0,304 J; b) -1,755 J; c) 3,33 m/s; d) -0,225 m
- 6) a) $w = 0,11 \times 10^3 \text{ rpm}$; b) 19 W 7) 16,6 KW 8) $x = 1,25 \text{ m}$
- 9) 0,45 m; 10) Resp: a) $v = \sqrt{5Rg}$; b) $q = 19,5^\circ$ 11) $v = 3,6 \text{ m/s}$
- 12) a) $x = \sqrt{\frac{2mgh}{3k}}$; b) Não. Ele não subirá a rampa e irá pára em $d/2$.

13) $v = \sqrt{\frac{2gR}{3}}$ m/s 14) a) $10\sqrt{20}$ m/s; b) $m = 0,036$

15) $-\frac{1}{2}kx_0^2 - \frac{1}{3}ax_0^3$ 16) (a) 1 J, (b) 0,213 N

17) 14,96 kW 18) 5,74 km

19) $[mg(\text{sen}q + m_c \cos q)]^2 / 2k$ 20) (a) $\frac{3}{8}mv_0^2$, (b) $\frac{3v_0^2}{16pgr}$, (c) mais 1/3 de volta.

21) 1401,6 J ; - 1401,6 J 22) $t = n R T \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$;

23) demonstraçãõ 24) 4 g ; g 25) $3,2 \cdot 10^6$ J ; $3,159 \cdot 10^6$ J; 71 Hp

26) demonstraçãõ 27) $F = (3x^2 + 4xy^2)i + 4x^2y j$ 28) demonstraçãõ

29) $2\sqrt{gl}$; $5mg$; 109° 30) $F = (2ax - by)i - bxj - k$

31) $4 + 9t$; 26 J 32) $\frac{v_o^2}{g r_o}$; $-\frac{1}{4}m g r_o$

32) 0,5 J ; 0,5 J ; 0,667 J ; não