

6.1 Um velho balde de carvalho com massa igual a 6,75 kg está pendurado em um poço na extremidade de uma corda. A corda passa sobre uma polia sem atrito no topo do poço, e você puxa horizontalmente a extremidade da corda para elevar lentamente o balde até uma altura de 4,0 m. a) Qual o trabalho realizado pela sua força ao puxar o balde para cima? b) Qual o trabalho realizado pela força da gravidade sobre o balde? c) Qual o trabalho total realizado sobre o balde?

6.2 Um caminhão-reboque puxa um carro por 5,0 km ao longo de uma estrada horizontal usando um cabo com tensão de 850 N. a) Quanto trabalho o cabo realiza sobre o carro, se ele o puxa horizontalmente? E se o cabo puxar a um ângulo de 35,0° acima da horizontal? b) Quanto trabalho o cabo realiza sobre o caminhão-reboque em ambos os casos do item (a)? c) Quanto trabalho a gravidade realiza sobre o carro no item (a)?

6.3 Um trabalhador de uma fábrica exerce uma força horizontal para empurrar por uma distância de 4,5 m um engradado de 30,0 kg ao longo de um piso plano. O coeficiente de atrito cinético entre o engradado e o piso é igual a 0,25. a) Qual o módulo da força aplicada pelo trabalhador? b) Qual o trabalho realizado por essa força sobre o engradado? c) Qual o trabalho realizado pelo atrito sobre o engradado? d) Qual o trabalho realizado sobre o engradado pela força normal? E pela força da gravidade? e) Qual o trabalho total realizado sobre o engradado?

6.4 Suponha que o trabalhador do Exercício 6.3 empurre o engradado para baixo de um plano inclinado de 30° abaixo da horizontal. a) Qual é o módulo da força aplicada pelo trabalhador para que o engradado se desloque com velocidade constante? b) Qual é o trabalho realizado por essa força sobre o engradado quando ele se desloca de 4,5 m? c) Qual é o trabalho realizado pelo atrito sobre o engradado durante esse deslocamento? d) Qual é o trabalho realizado sobre o engradado pela força normal? E pela força da gravidade? e) Qual é o trabalho total realizado sobre o engradado?

6.5 Um pintor de 75,0 kg sobe uma escada com 2,75 m de comprimento apoiada em uma parede vertical. A escada forma um ângulo de 30,0° com a escada. a) Quanto trabalho a gravidade realiza sobre o pintor? b) A resposta ao item (a) depende do fato de o pintor subir a uma velocidade escalar constante ou acelerar escada acima?

6.6 Dois rebocadores puxam um navio petroleiro. Cada rebocador exerce uma força constante de $1,80 \times 10^6$ N, uma a 14° na direção noroeste e outra a 14° na direção nordeste, e o petroleiro é puxado até uma distância de 0,75 km do sul para o norte. Qual é o trabalho total realizado sobre o petroleiro?

6.7 Dois blocos estão ligados por um fio muito leve que passa por uma polia sem massa e sem atrito. (Figura 6.30.) Deslocando-se com velocidade escalar constante, o bloco de 20,0 N se move 75,0 cm da esquerda para a direita e o bloco de 12,0 N move-se 75,0 cm de cima para baixo. Nesse processo, quanto trabalho é realizado a) sobre o bloco de 12,0 N i) pela gravidade; e ii) pela tensão no fio? b) Sobre o bloco de 20,0 N i) pela gravidade; ii) pela tensão no fio; iii) pelo atrito; e iv) pela força normal? c) Calcule o trabalho total realizado sobre cada bloco.

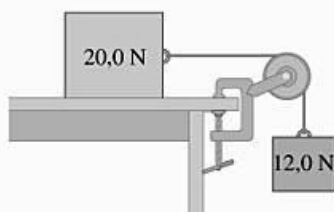


Figura 6.30 Exercício 6.7.

6.8 Um carrinho de supermercado carregado está sendo empurrado pelo pátio do estacionamento sob vento forte. Você aplica uma força constante $\vec{F} = (30 \text{ N})\hat{i} - (40 \text{ N})\hat{j}$ ao carrinho enquanto ele percorre um deslocamento $\vec{d} = (-9,0 \text{ m})\hat{i} - (3,0 \text{ m})\hat{j}$. Quanto trabalho a força exercida por você realiza sobre o carrinho de supermercado?

6.9 Uma bola de 0,800 kg é amarrada à extremidade de um fio de 1,60 m de comprimento e balançada de modo a perfazer um círculo vertical. a) Por um círculo completo, com início em qualquer ponto, calcule o trabalho total realizado sobre a bola i) pela tensão no fio; e ii) pela gravidade. b) Repita o item (a) para o movimento ao longo de um semicírculo, do ponto mais baixo ao ponto mais alto da trajetória.

Seção 6.3 Trabalho e energia com forças variáveis

6.28 É necessário realizar um trabalho de 12,0 J para esticar 3,0 cm uma mola a partir do seu comprimento sem deformação. a) Qual é a constante de força dessa mola? b) Qual o módulo de força necessário para alongar a mola em 3,0 cm a partir do seu comprimento sem deformação? c) Calcule o trabalho necessário para esticar 4,0 cm essa mola a partir do seu comprimento sem deformação e qual força é necessária para alongá-la nessa distância.

6.29 Uma força de 160 N estica 0,050 m uma certa mola a partir do seu comprimento sem deformação. a) Qual é a força necessária para esticar essa mola 0,015 m a partir do seu comprimento sem deformação? E para comprimi-la 0,020 m? b) Qual é o trabalho necessário para esticar essa mola 0,015 m a partir do seu comprimento sem deformação? Qual é o trabalho necessário para comprimir essa mola 0,020 m a partir do seu comprimento sem deformação?

Seção 6.4 Potência

6.43 Quantos joules de energia uma lâmpada de 100 watts consome por hora? Qual a velocidade com que uma pessoa de 70 kg teria que correr para produzir esse valor de energia cinética?

6.44 O consumo total de energia elétrica nos Estados Unidos é aproximadamente igual a $1,0 \times 10^{19}$ J por ano. a) Qual é a taxa de consumo médio de energia elétrica em watts? b) Sabendo que a população dos Estados Unidos é de 300 milhões de habitantes, qual é a taxa de consumo médio de energia elétrica por pessoa? c) A energia da radiação solar que atinge a Terra possui uma taxa aproximadamente igual a 1,0 kW por metro quadrado da superfície terrestre. Se essa energia pudesse ser convertida em energia elétrica com eficiência de 40%, qual seria a área (em quilômetros quadrados) para coletar a energia solar necessária para obter a energia elétrica usada nos Estados Unidos?

6.45 **Magnetar.** Em 27 de dezembro de 2004, astrônomos observaram o maior clarão de luz jamais registrado fora do sistema solar, proveniente da estrela de nêutron altamente magnética SGR 1806-20 (um *magnetar*). Em 0,20 s, essa estrela liberou a mesma energia que o Sol em 250000 anos. Se P é a potência média do Sol, qual é a potência média (em termos de P) desse magnetar?

6.46 Uma rocha de 20,0 kg está deslizando sobre uma superfície horizontal áspera a 8,0 m/s e eventualmente pára em função do atrito. O coeficiente de atrito cinético entre a rocha e a superfície é 0,200. Que potência média é produzida pelo atrito até que a rocha pare?

Respostas: 6.1) a)265J, b)-265J, c)0J; 6.2) a)4,25x10⁶J, 3,48x10⁶J, b)-4,25x10⁶J, -3,48x10⁶J, c)0J; 6.3) a)74N, b)333J, c)-333J, d)0J, e)0J; 6.4) a)99,3N, b)387J, c)-387J, d)0J, e)0J; 6.5)a)-1751J, b)não; 6.6)2,62x10⁶J; 6.7)a)-9,00J, b)9,0J, -9,0J, 0J, c)0J; 6.8)-150J; 6.9)a)0J, 0J, b)0J, -25,1J; 6.28)a)2,67x10⁴N/m, b)801N, c)21,4J, 1070N; 6.29)a)48N, -64N, b)0,36J, 0,64J; 6.43)100m/s; 6.44)3,2x10¹¹W, b)1,1x10³W/pessoa, c)8,0x10⁸m²; 6.45)3,94x10¹³P_{Sol}; 6.46)157W.

Trabalho e Potência - Sears, vol. 1

6.1) $m = 6,75 \text{ kg}$ $h = 4,0 \text{ m}$

a) $\bar{G} = P \cdot h \Rightarrow \bar{G} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow \bar{G} = 6,75 \times 9,81 \times 4,0$

$\bar{G} = 265 \text{ J}$

b) $\bar{G}_g = -265 \text{ J}$

c) $\bar{G}_{\text{total}} = 265 - 265 \Rightarrow \bar{G}_{\text{total}} = 0 \text{ J}$

6.2) $F = \text{constante}$ $\Delta x = 5,0 \text{ km}$ $F = 850 \text{ N}$

$\bar{G} = F \cdot \Delta x \cdot \cos \alpha$

a) $\bar{G} = 850 \cdot 5000 \cdot \cos 0 \Rightarrow \bar{G} = 4,25 \times 10^6 \text{ J}$

$\bar{G} = 850 \cdot 5000 \cdot \cos 35^\circ \Rightarrow \bar{G} = 3,48 \times 10^6 \text{ J}$

b) $\bar{G} = 850 \cdot 5000 \cdot \cos 180^\circ \Rightarrow \bar{G} = -4,25 \times 10^6 \text{ J}$

$\bar{G} = 850 \times 5000 \cdot -(\cos 35^\circ) \Rightarrow \bar{G} = -3,48 \times 10^6 \text{ J}$

c) Gravidade $\Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow \bar{G} = 0$

6.3) $\Delta x = 4,5 \text{ m}$ $m = 30,0 \text{ kg}$ $\mu = 0,25$

a) $F = \mu \cdot N \Rightarrow F = 0,27 \times 30,0 \times 9,81 \Rightarrow F = 74 \text{ N}$

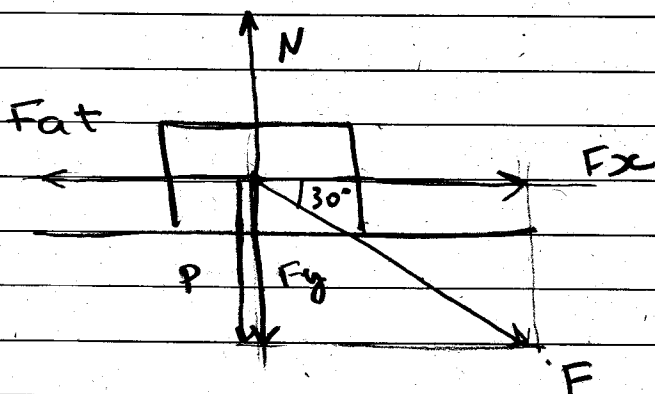
b) $\bar{G}_F = F \cdot \Delta x \Rightarrow \bar{G}_F = 74 \times 4,5 \Rightarrow \bar{G}_F = 333 \text{ J}$

c) $\bar{G}_{\text{at}} = -\bar{G}_F \Rightarrow \bar{G}_{\text{at}} = -333 \text{ J}$

d) $\bar{G}_g = \bar{G}_N = 0$

e) $\bar{G}_{\text{total}} = 0 \text{ J}$

6.4)



Como N é constante, $a=0$, $\sum F_x = 0$

$$a) |\vec{F}_x| - |\vec{F}_{at}| = 0$$

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_{at} = \mu \cdot N \Rightarrow |\vec{N}| = |\vec{F}_y| + |\vec{P}|$$

$$|\vec{N}| = |F| \sin 30^\circ + m \cdot g$$

$$F_{at} = 0,25 (F_x \sin 30^\circ + 30 \times 9,81)$$

$$F_{at} = 0,25 \cdot F \cdot \sin 30^\circ + 73,6$$

$$F \cdot \cos 30^\circ - 0,25 F \sin 30^\circ - 73,6 = 0$$

$$F (\cos 30^\circ - 0,25 \sin 30^\circ) = +73,6$$

$$F = \frac{+73,6}{0,741}$$

$$\Rightarrow \boxed{F = 99,3 \text{ N}}$$

$$b) \bar{G} = F_x \cdot \Delta x \Rightarrow \bar{G} = F \cdot \cos 30^\circ \times \Delta x$$

$$\bar{G} = 99,3 \times \cos 30^\circ \times 4,5 \Rightarrow \boxed{\bar{G} = 387 \text{ J}}$$

$$c) F_{at} = 0,25 \cdot F \cdot \sin 30^\circ + 73,6$$

$$F_{at} = 0,25 \times 99,3 \times \sin 30^\circ + 73,6 \Rightarrow F_{at} = 86,0 \text{ N}$$

6.4) Continuação

$$c) \vec{\tau}_{Fat} = -\vec{F}_{at} \times \Delta x \Rightarrow \tau_{Fat} = -86,0 \times 4,5$$

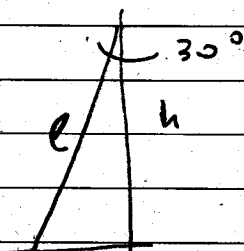
$$\tau_{Fat} = -387 \text{ J}$$

$$d) \tau_N = \tau_G = 0$$

$$e) \Sigma \tau = 0$$

☺

6.5) $M = 75 \text{ kg}$
 $l = 2,75 \text{ m}$



$$h = l \cdot \cos 30^\circ$$

$$h = 2,75 \times \cos 30^\circ$$

$$h = 2,38 \text{ m}$$

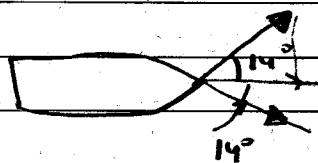
$$\tau_G = P \cdot h \Rightarrow \tau_G = 75 \times 9,81 \times 2,38$$

$$a) \tau_G = -1751 \text{ J}$$

b) Não, o trabalho da força peso independe da trajetória.

☺

6.6)



$$F = 1,80 \times 10^6 \text{ N} ; \Delta x = 0,75 \text{ km}$$

$$F_x = F \times \cos 14^\circ \Rightarrow F_x = 1,80 \times 10^6 \times \cos 14^\circ$$

$$F_x = 1,75 \times 10^6 \text{ N}$$

6.6) $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{F}$

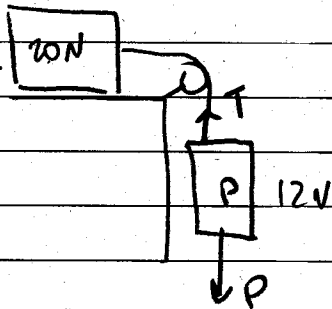
$$\vec{L}_1 = F_x \times \Delta x \Rightarrow \vec{L}_1 = 1,75 \times 10^6 \times 0,75 \times 10^3$$

$$\vec{L}_1 = 1,31 \times 10^9 \text{ J} \quad ; \quad \vec{L}_1 = \vec{L}_2$$

$$\vec{L} = \vec{L}_1 + \vec{L}_2 \Rightarrow \vec{L} = 2 \times 1,31 \times 10^9 \Rightarrow \boxed{\vec{L} = 2,62 \times 10^9 \text{ J}}$$

6.7) a) $\vec{L}_p = P \cdot h \Rightarrow \vec{L} = 12,0 \times 0,75 \Rightarrow \vec{L} = 9,00 \text{ J}$

Como N é constante $P = T$



$$\vec{L}_T = -T \times h \Rightarrow 0 \text{ V}$$

$$\vec{L}_P = T \times h \times \cos 180^\circ \Rightarrow \vec{L} = -9,00 \text{ J}$$

b) $\vec{L}_G = 0$ pois $\alpha = 90^\circ$ $\vec{L} = F \times D \times \cos 90^\circ = 0$

$$\vec{L}_T = F \times d \times \cos \alpha \Rightarrow \vec{L}_T = 12 \times 0,75 \times \cos 0$$

$$\vec{L}_T = 9,0 \text{ J}$$

$$\vec{L}_{Fat} \Rightarrow \alpha = 180^\circ ; \quad Fat = T \quad (N \text{ é const.})$$

$$\vec{L}_{Fat} = 12 \times 0,75 \times (-1) \Rightarrow \vec{L}_{Fat} = -9,00 \text{ J}$$

$$\vec{L}_N \Rightarrow \alpha = 90^\circ \quad \vec{L}_N = 0$$

c) $\vec{L}_{total 12} = -9,00 + 9,00 = 0$

$$\vec{L}_{total 20} = -9,00 + 9,00 = 0$$

$$6.8) \vec{F} = (30\hat{i} - 40\hat{j}) \text{ N}$$

$$\vec{d} = (-9,0\hat{i} - 3,0\hat{j}) \text{ m}$$

$$\bar{G} = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (\text{Prod. escalar})$$

$$\bar{G} = (30\hat{i} - 40\hat{j}) \cdot (-9,0\hat{i} - 3,0\hat{j})$$

$$\bar{G} = (30 \times (-9,0)) + (-40 \times (-3,0))$$

$$\bar{G} = -270 + 120 = -150$$

$$\bar{G} = -150 \text{ J}$$



$$6.9) \quad m = 0,800 \text{ kg} \quad v = 1,60 \text{ m/s}$$

a) i) A tensão (Força centrípeta) é perpendicular ao movimento; \therefore não realiza trabalho

$$\text{ii) } \bar{G}_G = F (y_2 - y_1), \quad \text{como } y_2 = y_1 \Rightarrow \bar{G}_G = 0$$

b) i) $\bar{G}_T = 0$ (pelo mesmo motivo acima)

$$\text{ii) } \bar{G}_G = -m \cdot g \cdot 2 \cdot r \Rightarrow \bar{G}_G = 0,800 \times 9,81 \times 2 \times 1,60$$

$$\bar{G}_G = -25,1 \text{ J}$$

$$6.28) \quad \bar{G} = 12,0 \text{ J} \quad \Delta x = 3,0 \text{ cm}$$

$$a) \quad \bar{G}_{el} = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow 12,0 = \frac{k \cdot (3,0 \times 10^{-2})^2}{2}$$

$$k = \frac{240}{9,0 \times 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{k = 2,67 \times 10^4 \text{ N/m}}$$

$$b) \quad F = k \Delta x \Rightarrow F = 2,67 \times 10^4 \times 0,030 \Rightarrow \boxed{F = 801 \text{ N}}$$

$$c) \quad \Delta x = 4,0 \text{ cm}$$

$$\bar{G}_{el} = \frac{k \Delta x^2}{2} \Rightarrow \bar{G}_{el} = \frac{2,67 \times 10^4 \times (4,0 \times 10^{-2})^2}{2}$$

$$\boxed{\bar{G}_{el} = 21,4 \text{ J}}$$

$$F = k \Delta x \Rightarrow F = 2,67 \times 10^4 \times 4,0 \times 10^{-2} \Rightarrow \boxed{F = 1070 \text{ N}}$$



$$6.29) \quad F = 160 \text{ N}; \quad \Delta x = 0,050 \text{ m}$$

$$a) \quad F = k \Delta x \Rightarrow 160 = k \cdot 0,050 \Rightarrow k = \frac{160}{0,050}$$

$$k = 3200 \text{ N/m}$$

$$F = k \cdot \Delta x \Rightarrow F = 3200 \times 0,015 \Rightarrow \boxed{F = 48 \text{ N}}$$

$$F = k \cdot \Delta x \Rightarrow F = 3200 \times (-0,020) \Rightarrow \boxed{F = -64 \text{ N}}$$

$$b) \quad \bar{G}_{el} = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2} \Rightarrow \bar{G}_{el} = \frac{3200 \times 0,015^2}{2} \Rightarrow \boxed{\bar{G}_{el} = 0,36 \text{ J}}$$

$$\bar{G}_{el} = \frac{3200 \times (-0,020)^2}{2} \Rightarrow \boxed{\bar{G}_{el} = 0,64 \text{ J}}$$

$$6.43) P = \frac{E}{\Delta t} \rightarrow E = P \times \Delta t \rightarrow E = 100 \times 3600$$

$$E = 3,6 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2 E_c}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 3,6 \times 10^5}{70}} \Rightarrow v = 100 \text{ m/s} \text{ (*)}$$

(*) Essa é a fórmula da energia cinética que será vista na aula sobre energia e conservação.

(**) Usain Bolt é o recordista de velocidade com 12,2 m/s (43,9 km/h)

$$6.44) \text{ Consumo} = 1,0 \times 10^{19} \text{ J por ano}$$

$$\text{Consumo} = \text{Trabalho} \quad (\text{J})$$

$$\text{Taxa de consumo} = \text{Potência} \quad (\text{J/s} = \text{W})$$

$$1 \text{ ano} \Rightarrow 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 3,15 \times 10^7 \text{ s}$$

$$a) P = \frac{E}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{1,0 \times 10^{19}}{3,15 \times 10^7} \Rightarrow P = 3,2 \times 10^{11} \text{ W}$$

$$b) \text{ Por pessoa} = \frac{3,2 \times 10^{11}}{3,0 \times 10^8} \Rightarrow 1,1 \times 10^3 \text{ W/pessoa}$$

$$c) M = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}} \Rightarrow 0,4 = \frac{P_{\text{útil}}}{1000} \Rightarrow P_{\text{útil}} = 400 \text{ W/m}^2$$

6.44) Continuação

$$A = \frac{3,2 \times 10^{11}}{400} \Rightarrow A = 8,0 \times 10^8 \text{ m}^2 = 800 \text{ km}^2 \text{ (*)}$$

(*) Santos tem 280 km²

6.45) Fazamos: $\bar{E}_{\text{sol}} = \text{Energia liberada p/Sol}$

$\bar{E}_{\text{mag}} = \text{Energia lib. pelo Magnetar}$

$$\bar{E}_{\text{sol}} = \bar{E}_{\text{mag}}$$

$$P = \frac{\bar{E}}{\Delta t} \Rightarrow P_{\text{sol}} = \frac{\bar{E}_{\text{sol}}}{\Delta t_{\text{sol}}} \Rightarrow \bar{E}_{\text{sol}} = P_{\text{sol}} \times \Delta t_{\text{sol}}$$

$$\bar{E}_{\text{mag}} = P_{\text{mag}} \times \Delta t_{\text{mag}}$$

$$P_{\text{sol}} \times \Delta t_{\text{sol}} = P_{\text{mag}} \times \Delta t_{\text{mag}}$$

$$P_{\text{sol}} \times 2,5 \times 10^5 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = P_{\text{mag}} \times 0,2$$

$$P_{\text{sol}} \times 7,88 \times 10^{12} = 0,2 P_{\text{mag}}$$

$$P_{\text{mag}} = 3,94 \times 10^{13} P_{\text{sol}}$$

\Rightarrow A potência desse Magnetar é equivalente a quase 40 trilhões de vezes a do Sol

$$6.46) \quad m = 20.0 \text{ kg} \quad v_1 = 8.0 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0 \text{ m/s}$$

$$\mu = 0.20$$

$$F_{at} = \mu \cdot N \Rightarrow F_{at} = 0.2 \times 20 \times 9.81$$

$$F_{at} = 39.2 \text{ N}$$

$$v_m = \frac{8.0 + 0}{2} = 4.0 \text{ m/s}$$

$$P = F \times v_m \Rightarrow P = 39.2 \times 4.0$$

$$P = 157 \text{ W}$$