

- 8.3 Determine se o bloco mostrado na figura está em equilíbrio e encontre a intensidade e o sentido da força de atrito quando $\theta = 40^\circ$ e $P = 400\text{ N}$.
- 8.4 Determine se o bloco mostrado na figura está em equilíbrio e encontre a intensidade e o sentido da força de atrito quando $\theta = 35^\circ$ e $P = 200\text{ N}$.
- 8.5 Sabendo que $\theta = 35^\circ$, determine o intervalo de valores de P para o qual o equilíbrio é mantido.

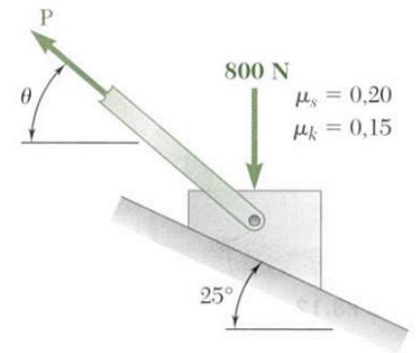


Figura P8.3, P8.4 e P8.5

- 8.26 Um bloco de concreto de 500 N é elevado por um par de pinças mostrado na figura. Determine o menor valor admissível do coeficiente de atrito estático entre o bloco e as pinças em F e G .

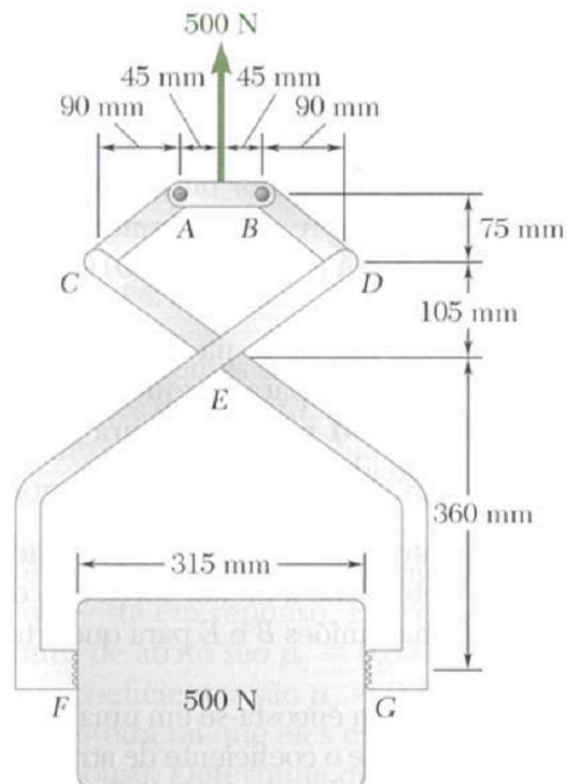


Figura P8.26

8.32 Um tubo de 60 mm de diâmetro é apertado pela chave inglesa mostrada na figura. As partes AB e DE da chave são rigidamente ligadas entre si e a parte CF é conectada por um pino em D . Se a chave deve apertar o tubo e ser autotravante, determine os coeficientes de atrito mínimos necessários em A e C .

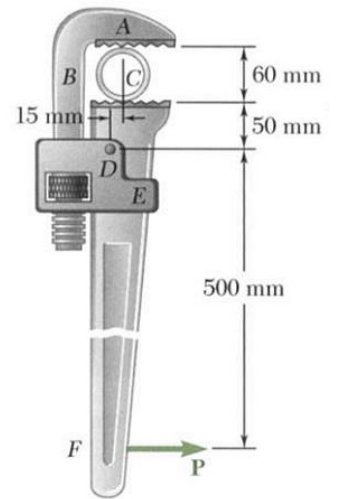


Figura P8.32

8.33 Resolva o Problema 8.32 considerando que o diâmetro do tubo é 30 mm.

8.34 Uma viga de 3 m, pesando 5.400 N, é movida para a esquerda sobre a plataforma. A força horizontal P é aplicada no carrinho, que é montado em rodas sem atrito. Os coeficientes de atrito entre as superfícies são $\mu_s = 0,30$ e $\mu_k = 0,25$, e inicialmente $x = 0,6$ m. Sabendo que a superfície superior do carrinho é ligeiramente mais alta que a plataforma, determine a força P necessária para iniciar o movimento da viga (Dica: A viga é suportada em A e D .)

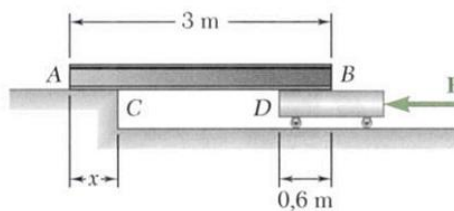


Figura P8.34

8.35 (a) Mostre que a viga do Problema 8.34 *não pode* se mover se a superfície superior do carrinho é ligeiramente *mais baixa* que a plataforma. (b) Mostre que a viga *pode* ser movida se dois trabalhadores de 787,5 N estão na viga em B e determine a distância máxima para a esquerda que a viga pode ser movida.

8.48 e 8.49 Duas cunhas de 8° e massa desprezível são usadas para mover e posicionar um bloco de 800 kg. Sabendo que o coeficiente de atrito estático em todas as superfícies de contato é 0,30, determine a menor força P que poderá ser aplicada, como mostrado na figura, em uma das cunhas.

250 mm 10°

Figura P8.46

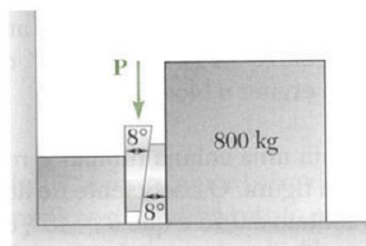


Figura P8.48

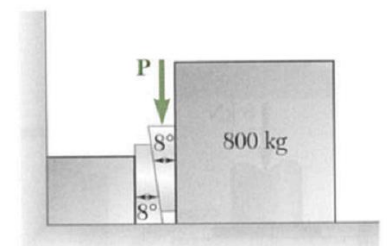


Figura P8.49

- 8.72** Na morsa de bancada mostrada, o mordente móvel D está rigidamente ligado a lingueta AB que se encaixa com folga no corpo fixo da morsa. O parafuso de rosca simples é rosqueado na base fixa e tem um diâmetro médio de 19 mm e um passo de 6 mm. O coeficiente de atrito estático é 0,25 entre as roscas e também entre a haste e o corpo. Desprezando o atrito entre o parafuso e parte móvel, determine o torque que deve ser aplicado à alavanca para produzir uma força de aperto de 4,5 kN.

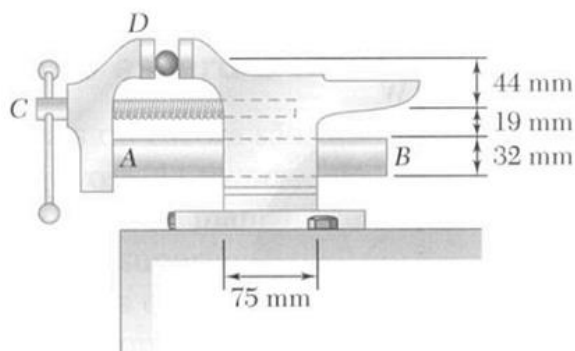


Figura P8.72

- 8.73** No Problema 8.72, a força de aperto de 4,5 kN foi obtida apertando-se a morsa. Determine o torque que deve ser aplicado ao parafuso para afrouxar a morsa.
- 8.74** No sacador de engrenagens mostrado na figura, o parafuso de rosca quadrada AB tem um raio médio de 15 mm e um avanço de 4 mm. Sabendo que o coeficiente de atrito estático é 0,10, determine o torque que se deve aplicar ao parafuso para se produzir uma força de 3 kN sobre a engrenagem. Despreze o atrito na extremidade A do parafuso.

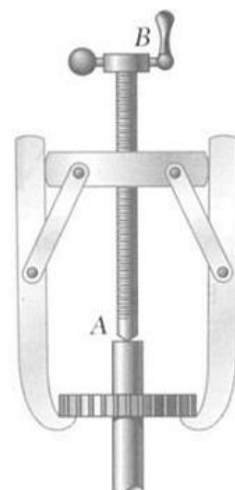


Figura P8.74

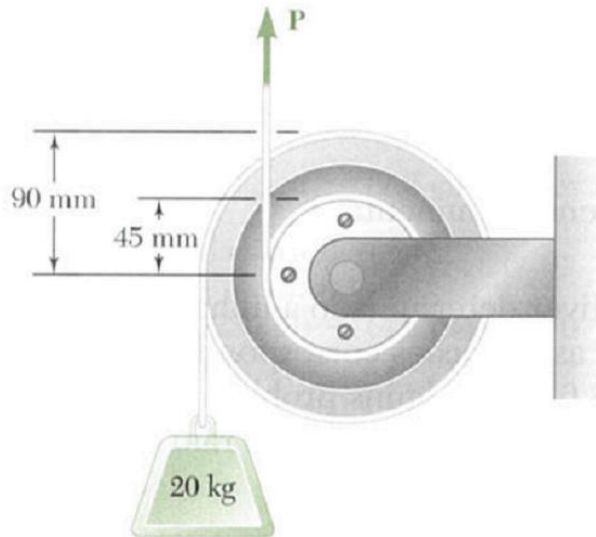


Figura P8.77 e P8.79

8.78 e 8.79 A roldana dupla mostrada na figura é fixada a um eixo de 10 mm de raio que se ajusta com folga a um mancal fixo. Sabendo que o coeficiente de atrito estático entre o eixo e o mancal pouco lubrificado é 0,40, determine a intensidade da força **P** necessária para se manter o equilíbrio.

8.101 Uma amarra é enrolada com duas voltas completas em torno de um poste de amarração. Exercendo uma força de 360 N na extremidade livre da amarra, um estivador consegue resistir a uma força de 22,5 kN na outra extremidade da amarra. Determine (a) o coeficiente de atrito estático entre a amarra e o poste, (b) o número de voltas com que a amarra deve ser enrolada em torno do poste para se resistir a uma força de 90 kN com a mesma força de 360 N.

8.102 Uma corda ABCD está amarrada em dois canos, como mostra a figura. Sabendo que o coeficiente de atrito estático é 0,25, determine (a) o menor valor da massa m para a qual o equilíbrio é possível, (b) a correspondente tração na parte BC da corda.

8.103 Uma corda ABCD está apoiada em dois canos, como mostra a figura. Sabendo que o coeficiente de atrito estático é 0,25, determine (a) o maior valor da massa m para a qual o equilíbrio é possível, (b) a correspondente tração na parte BC da corda.

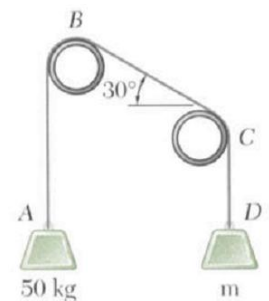


Figura P8.102 e P8.103

- 8.108** Uma correia plana é usada para transmitir um torque da polia A para a polia B. O raio de cada polia é 60 mm, e uma força de intensidade $P = 900\text{ N}$ é aplicada ao eixo da polia A, como mostra a figura. Sabendo que o coeficiente de atrito estático é 0,35 determine (a) o maior torque que pode ser transmitido, (b) o valor máximo correspondente da tração na correia.

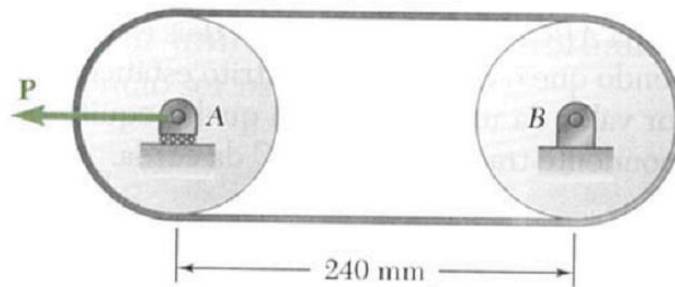


Figura P8.108

- 8.109** Resolva o Problema 8.108 considerando que a correia é lançada em forma de oito em torno das polias.

- 8.110** Na base de motor pivotante mostrada na figura, o peso W do motor de 780 N é usado para se manter tração na correia de transmissão. Sabendo que o coeficiente de atrito estático entre a correia plana e os tambores A e B é 0,40, e desprezando o peso da plataforma CD, determine o maior torque que pode ser transmitido ao tambor B quando o tambor acionador A está girando em sentido horário.

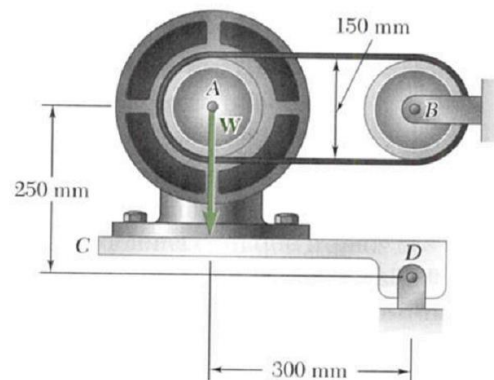


Figura P8.110

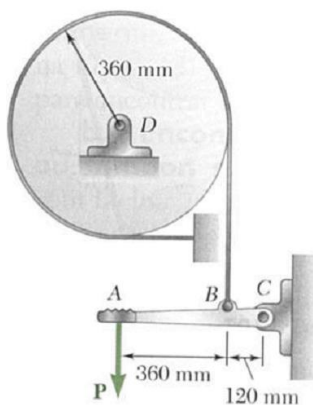


Figura P8.112

- 8.111** Resolva o Problema 8.110 considerando que o tambor A está girando em sentido anti-horário.
- 8.112** Um freio de cinta é utilizado para controlar a velocidade de um volante, conforme mostra a figura. Os coeficientes de atrito são $\mu_s = 0,30$ e $\mu_k = 0,25$. Determine a intensidade do torque que deve ser aplicado ao volante, sabendo que $P = 45\text{ N}$, e que o volante está rodando no sentido anti-horário em velocidade constante.

Respostas.

CAPÍTULO 7

- 7.3 $\mathbf{F} = 4,80 \text{ kN} \leftarrow$; $\mathbf{V} = 1,400 \text{ kN} \downarrow$;
 $\mathbf{M} = 1,380 \text{ kN} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.4 $\mathbf{F} = 3,00 \text{ kN} \leftarrow$; $\mathbf{V} = 0$; $\mathbf{M} = 0,600 \text{ kN} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.7 (Em AJ) $\mathbf{F} = 103,9 \text{ N} \nearrow$; $\mathbf{V} = 60,0 \text{ N} \nearrow$;
 $\mathbf{M} = 18,71 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.8 (Em BK) $\mathbf{F} = 60,0 \text{ N} \swarrow$; $\mathbf{V} = 103,9 \text{ N} \searrow$;
 $\mathbf{M} = 10,80 \text{ N} \cdot \text{m} \uparrow$.
- 7.13 (Em AJ) $\mathbf{F} = 194,6 \text{ N} \searrow 60^\circ$; $\mathbf{V} = 257 \text{ N} \swarrow 30^\circ$;
 $\mathbf{M} = 24,7 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.14 $45,2 \text{ N} \cdot \text{m}$ para $\theta = 82,9^\circ$.
- 7.15 (a) $\mathbf{F} = 500 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{V} = 500 \text{ N} \uparrow$; $\mathbf{M} = 300 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
 (b) $\mathbf{F} = 970 \text{ N} \uparrow$; $\mathbf{V} = 171,0 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{M} = 446 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.16 (a) $\mathbf{F} = 500 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{V} = 500 \text{ N} \uparrow$; $\mathbf{M} = 300 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
 (b) $\mathbf{F} = 933 \text{ N} \uparrow$; $\mathbf{V} = 250 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{M} = 375 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.17 (Em BJ) $\mathbf{F} = 200 \text{ N} \searrow$; $\mathbf{V} = 120,0 \text{ N} \nearrow$;
 $\mathbf{M} = 120,0 \text{ N} \cdot \text{m} \uparrow$.
- 7.18 (Em AK) $\mathbf{F} = 520 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{V} = 120,0 \text{ N} \downarrow$;
 $\mathbf{M} = 96,0 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$.
- 7.23 (On BJ) $0,289 \text{ Wr} \uparrow$.
- 7.24 (On BJ) $0,417 \text{ Wr} \uparrow$.
- 7.27 $0,1009 \text{ Wr}$ para $\theta = 57,3^\circ$.
- 7.28 $0,357 \text{ Wr}$ para $\theta = 49,3^\circ$.
- 7.29 (b) $|V|_{\text{máx}} = 2P$; $|M|_{\text{máx}} = 3Pa$.
- 7.30 (b) $|V|_{\text{máx}} = 2P/3$; $|M|_{\text{máx}} = 2PL/9$.
- 7.31 (b) $wL/4$; $3wL^2/32$.
- 7.32 (b) $wL/2$; $3wL^2/8$.
- 7.35 (b) $|V|_{\text{máx}} = 35,0 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 12,50 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.36 (b) $|V|_{\text{máx}} = 50,5 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 39,8 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.39 (b) $|V|_{\text{máx}} = 64,0 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 92,0 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.40 (b) $|V|_{\text{máx}} = 60,0 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 72,0 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.43 (b) $|V|_{\text{máx}} = 1,800 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 0,225 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.44 (b) $|V|_{\text{máx}} = 2,00 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 0,500 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.49 (a) $+400 \text{ N}$; $+160,0 \text{ N} \cdot \text{m}$. (b) -200 N ;
 $+40,0 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.54 $|V|_{\text{máx}} = 800 \text{ N}$; $|M|_{\text{máx}} = 180,0 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.55 (a) $54,5^\circ$. (b) $675 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.56 (a) $0,311 \text{ m}$. (b) $193,0 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.57 (a) $1,236$. (b) $0,1180 \text{ wa}^2$.
- 7.58 $a = 0,207 L$.
- 7.62 (a) $0,414 wL$; $0,0858 wL^2$. (b) $0,250 wL$; $0,250 wL^2$.
- 7.63 $|V|_{\text{máx}} = 2P$; $|M|_{\text{máx}} = 3Pa$.
- 7.69 $|V|_{\text{máx}} = 7,20 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 5,76 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.70 $|V|_{\text{máx}} = 720 \text{ N}$; $|M|_{\text{máx}} = 164,0 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.72 $|V|_{\text{máx}} = 60,0 \text{ kN}$; $|M|_{\text{máx}} = 72,0 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.77 (b) $9,00 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $1,700 \text{ m}$ de A.
- 7.78 (b) $26,4 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $2,05 \text{ m}$ de A.
- 7.83 (b) $40,5 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $1,800 \text{ m}$ de A.
- 7.84 (b) $60,5 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $2,20 \text{ m}$ de A.
- 7.85 (a) $V = (w_0/6L)(3x^2 - 6Lx + 2L^2)$;
 $M = (w_0/6L)(x^3 - 3Lx^2 + 2L^2x)$.
 (b) $0,0642w_0L^2$, em $x = 0,423L$.
- 7.86 (a) $V = (w_0/3L)(2x^2 - 3Lx + L^2)$;
 $M = (w_0/18L)(4x^3 - 9Lx^2 + 6L^2x - L^3)$.
 (b) $w_0L^2/72$, em $x = L/2$.

- 7.89 (a) $\mathbf{P} = 4,00 \text{ kN} \downarrow$; $\mathbf{Q} = 6,00 \text{ kN} \downarrow$.
 (b) $M_C = -900 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.90 (a) $\mathbf{P} = 2,50 \text{ kN} \downarrow$; $\mathbf{Q} = 7,50 \text{ kN} \downarrow$.
 (b) $M_C = -900 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 7.93 (a) $2,28 \text{ m}$. (b) $\mathbf{D}_x = 13,67 \text{ kN} \rightarrow$; $\mathbf{D}_y = 7,80 \text{ kN} \uparrow$.
 (c) $15,94 \text{ kN}$.
- 7.94 (a) $1,959 \text{ m}$. (b) $2,48 \text{ m}$.
- 7.97 (a) $d_B = 1,733 \text{ m}$; $d_D = 4,20 \text{ m}$. (b) $21,5 \text{ kN} \swarrow 3,8^\circ$.
- 7.98 (a) $2,8 \text{ m}$. (b) $\mathbf{A} = 32,0 \text{ kN} \searrow 38,7^\circ$; $\mathbf{E} = 25,0 \text{ kN} \rightarrow$.
- 7.103 $196,2 \text{ N}$.
- 7.104 $157,0 \text{ N}$.
- 7.107 (a) $138,1 \text{ m}$. (b) 602 N .
- 7.108 (a) $6,75 \text{ m}$. (b) $T_{AB} = 615 \text{ N}$; $T_{BC} = 600 \text{ N}$.
- 7.117 (a) $5,880 \text{ N}$. (b) $0,873 \text{ m}$.
- 7.118 (a) $6,860 \text{ N}$. (b) $31,0^\circ$.
- 7.125 $y = h[1 - \cos(\pi x/L)]$; $T_0 = w_0L^2/h\pi^2$;
 $T_{\text{máx}} = (w_0L/\pi)\sqrt{(L^2/h^2\pi^2) + 1}$.
- 7.127 (a) $26,7 \text{ m}$. (b) $70,3 \text{ kg}$.
- 7.129 (a) $164,8 \text{ m}$. (b) $4,290 \text{ N}$.
- 7.133 (a) $5,89 \text{ m}$. (b) $10,89 \text{ N} \rightarrow$.
- 7.135 (a) $30,2 \text{ m}$. (b) $56,6 \text{ kg}$.
- 7.139 $31,8 \text{ N}$.
- 7.140 $29,8 \text{ N}$.
- 7.143 $119,1 \text{ N} \rightarrow$.
- 7.144 $177,6 \text{ N} \rightarrow$.
- 7.151 $0,394 \text{ m}$ e $10,97 \text{ m}$.
- 7.152 $0,1408$.
- 7.153 (a) $0,338$. (b) $56,5^\circ$; $0,755 wL$.
- 7.154 (a) $1,500 \text{ N}$. (b) (Em ABJ) $\mathbf{F} = 1,324 \text{ N} \uparrow$;
 $\mathbf{V} = 706 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{M} = 229 \text{ N} \cdot \text{m} \uparrow$.
- 7.155 (Em BJ) $\mathbf{F} = 250 \text{ N} \searrow$; $\mathbf{V} = 120,0 \text{ N} \nearrow$;
 $\mathbf{M} = 120,0 \text{ N} \cdot \text{m} \uparrow$.
- 7.159 (b) $41,4 \text{ kN}$; $35,3 \text{ kN} \cdot \text{m}$.
- 7.164 (a) $2,770 \text{ N}$. (b) $75,14 \text{ m}$.
- 7.C3 $a = 1,923 \text{ m}$; $M_{\text{máx}} = 37,0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ em $4,64 \text{ m}$ de A.
- 7.C8 $c/L = 0,300$; $h/L = 0,5225$; $s_{AB}/L = 1,532$;
 $T_0/wL = 0,300$; $T_{\text{máx}}/wL = 0,823$.

CAPÍTULO 8

- 8.3 Em equilíbrio; $\mathbf{F} = 48,3 \text{ N} \nearrow$.
- 8.4 Bloco em movimento; $\mathbf{F} = 103,5 \text{ N} \nearrow$.
- 8.5 $225 \text{ N} \leq P \leq 479 \text{ N}$.
- 8.6 $143,0 \text{ N} \leq P \leq 483 \text{ N}$.
- 8.7 (a) $105,8 \text{ N}$. (b) $46,0^\circ$.
- 8.9 (a) 403 N . (b) 229 N .
- 8.11 (a) $353 \text{ N} \leftarrow$. (b) $196,2 \text{ N} \leftarrow$.
- 8.12 (a) $275 \text{ N} \leftarrow$. (b) $196,2 \text{ N} \leftarrow$.
- 8.17 $M = Wr\mu_s(1 + \mu_s)/(1 + \mu_s^2)$.
- 8.18 (a) $0,300 \text{ Wr}$. (b) $0,349 \text{ Wr}$.
- 8.19 $151,5 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.20 $1,473 \text{ kN}$.
- 8.21 $0,208$.
- 8.23 (a) $136,4^\circ$. (b) $0,928 \text{ W}$.
- 8.26 $0,860$.
- 8.28 (a) $112,5 \text{ N}$. (b) $8,81 \text{ mm}$.

- 8.29 $3,46 \leq \frac{L}{a} \leq 13,63$.
- 8.36 $168,4 \text{ N} \leq P \leq 308 \text{ N}$.
- 8.37 $9,38 \text{ N} \cdot \text{m} \leq M \leq 15,01 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.38 $-46,8 \text{ N} \leq P \leq 34,3 \text{ N}$.
- 8.42 (a) Sistema desliza; $P = 62,8 \text{ N}$.
(b) Sistema de roda sobre B; $P = 73,2 \text{ N}$.
- 8.43 $35,8^\circ$.
- 8.44 $20,5^\circ$.
- 8.45 $1,225 \text{ W}$.
- 8.48 $\mathbf{P} = 2.080 \text{ N} \downarrow$.
- 8.49 $\mathbf{P} = 1.966 \text{ N} \downarrow$.
- 8.53 $9,86 \text{ kN} \leftarrow$.
- 8.54 $913 \text{ N} \leftarrow$.
- 8.55 (a) $28,1^\circ$. (b) $728 \text{ N} \nearrow 14,0^\circ$.
- 8.57 $67,4 \text{ N}$.
- 8.60 (b) $283 \text{ N} \leftarrow$.
- 8.61 $0,442$.
- 8.64 $0,1103$.
- 8.65 $0,1013$.
- 8.69 $1.068 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.70 $4,18 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.76 450 N .
- 8.77 412 N .
- 8.78 344 N .
- 8.79 376 N .
- 8.80 $0,226$.
- 8.88 (a) $4,80 \text{ kN}$. (b) $1,375^\circ$.
- 8.91 $0,1670$.
- 8.96 $154,4 \text{ N}$.
- 8.99 (a) $1,288 \text{ kN}$. (b) $1,058 \text{ kN}$.
- 8.100 300 mm .
- 8.102 (a) $22,8 \text{ kg}$. (b) 291 N .
- 8.103 (a) $109,7 \text{ kg}$. (b) 828 N .
- 8.107 $35,1 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.108 (a) $27,0 \text{ N} \cdot \text{m}$. (b) 675 N .
- 8.109 (a) $39,0 \text{ N} \cdot \text{m}$. (b) 844 N .
- 8.112 $44,9 \text{ N} \cdot \text{m} \uparrow$.
- 8.116 (a) $11,66 \text{ kg}$. (b) $38,6 \text{ kg}$. (c) $34,4 \text{ kg}$.
- 8.117 (a) $9,46 \text{ kg}$. (b) $167,2 \text{ kg}$. (c) $121,0 \text{ kg}$.
- 8.122 $5,97 \text{ N}$.
- 8.123 $9,56 \text{ N}$.
- 8.126 $0,350$.
- 8.131 (a) $51,0 \text{ N} \cdot \text{m}$. (b) 875 N .
- 8.132 (a) $170,5 \text{ N}$. (b) $14,04^\circ$.
- 8.135 $6,35 \leq L/a \leq 10,81$.
- 8.138 $0,225$.
- 8.139 (a) $620 \text{ N} \leftarrow$. (b) $\mathbf{B}_x = 1.390 \text{ N} \leftarrow$; $\mathbf{B}_y = 1.050 \text{ N} \downarrow$.
- 8.142 (a) $0,238$. (b) $218 \text{ N} \downarrow$.
- 8.C1 $x = 500 \text{ mm}$; $63,3 \text{ N}$; $P_{\text{máx}} = 67,8 \text{ N}$ em $x = 355 \text{ mm}$.
- 8.C3 $\mu_A = 0,25$; $M = 0,0603 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.C4 $\theta = 30^\circ$; $1,336 \text{ N} \cdot \text{m} \leq M_A \leq 2,23 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.C6 $\theta = 20^\circ$; $10,39 \text{ N} \cdot \text{m}$.
- 8.C8 (a) $x_0 = 0,600 L$; $x_m = 0,604 L$; $\theta_1 = 5,06^\circ$.
(b) $\theta_2 = 55,4^\circ$.

CAPÍTULO 9

- 9.1 $b^3 h / 12$.
- 9.2 $3a^4 / 2$.
- 9.3 $2a^3 b / 15$.
- 9.4 $ha^3 / 5$.
- 9.6 $a^4 / 8$.
- 9.7 $2ab^3 / 7$.
- 9.9 $ab^3 / 15$.
- 9.10 $0,1056 ab^3$.
- 9.11 $ab^3 / 15$.
- 9.12 $2a^3 b / 21$.
- 9.15 $ab^3 / 10$; $b / \sqrt{5}$.
- 9.16 $3ab^3 / 35$; $b\sqrt{9/35}$.
- 9.17 $a^3 b / 6$; $a / \sqrt{3}$.
- 9.18 $3a^3 b / 35$; $b\sqrt{9/35}$.
- 9.21 $20a^4$; $1,826a$.
- 9.22 $43a^4 / 48$; $0,773a$.
- 9.23 $(\pi/2)(R_2^4 - R_1^4)$; $(\pi/4)(R_2^4 - R_1^4)$.
- 9.24 (b) Para $t/R_m = 1$, $-10,56\%$; para $t/R_m = \frac{1}{2}$, $-2,99\%$,
para $t/R_m = \frac{1}{10}$, $-0,1250\%$.
- 9.25 $64a^4 / 15$; $1,265a$.
- 9.28 $bh(12h^2 + b^2) / 48$; $\sqrt{(12h^2 + b^2) / 24}$.
- 9.31 $390 \times 10^3 \text{ mm}^4$; $21,9 \text{ mm}$.
- 9.33 $64,3 \times 10^3 \text{ mm}^4$; $8,87 \text{ mm}$.
- 9.37 $I = 9,50 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $d_2 = 60,0 \text{ mm}$.
- 9.38 $A = 6.600 \text{ mm}^2$; $\bar{I} = 3,72 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.41 $\bar{I}_x = 1,874 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{I}_y = 5,82 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.42 $\bar{I}_x = 48,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$; $\bar{I}_y = 8,35 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$.
- 9.45 (a) $80,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$. (b) $57,4 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.46 (a) $12,16 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$. (b) $9,73 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.49 $\bar{I}_x = 260 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{k}_x = 144,6 \text{ mm}$;
 $\bar{I}_y = 17,53 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{k}_y = 37,6 \text{ mm}$.
- 9.51 $\bar{I}_x = 255 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{k}_x = 134,1 \text{ mm}$;
 $\bar{I}_y = 100,0 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{k}_y = 83,9 \text{ mm}$.
- 9.53 $\bar{I}_x = 3,55 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{I}_y = 49,8 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.55 $\bar{I}_x = 745 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{I}_y = 91,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.57 $3\pi r / 16$.
- 9.58 $3\pi b / 16$.
- 9.59 $15h / 14$.
- 9.60 $4h / 7$.
- 9.63 $5a / 8$.
- 9.64 $80,0 \text{ mm}$.
- 9.67 $a^4 / 2$.
- 9.68 $a^2 b^2 / 12$.
- 9.69 $-b^2 h^2 / 8$.
- 9.71 $-1,760 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.72 $-21,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.75 $471 \cdot 10^3 \text{ mm}^4$.
- 9.78 $1,165 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.79 (a) $\bar{I}_{x'} = 0,482a^4$; $\bar{I}_{y'} = 1,482a^4$; $\bar{I}_{x'y'} = -0,589a^4$.
(b) $\bar{I}_{x'} = 1,120a^4$; $\bar{I}_{y'} = 0,843a^4$; $\bar{I}_{x'y'} = 0,760a^4$.
- 9.80 $\bar{I}_{x'} = 103,5 \times 10^6 \text{ mm}^4$; $\bar{I}_{y'} = 97,9 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$;
 $\bar{I}_{x'y'} = -38,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.
- 9.85 $20,2^\circ$; $1,754a^4$, $0,209a^4$.
- 9.86 $-17,11^\circ$; $139,1 \times 10^6 \text{ mm}^4$, $62,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.