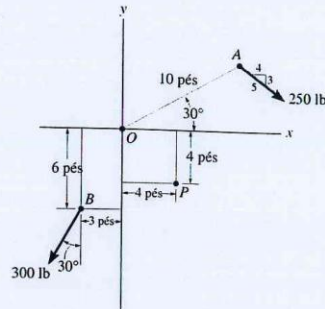


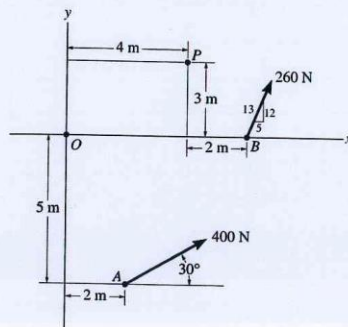
Problemas 4.6/7

*4.8. Determine a intensidade, a direção e o sentido do momento resultante das forças em relação ao ponto O .

4.9. Determine a intensidade, a direção e o sentido do momento resultante das forças em relação ao ponto P .

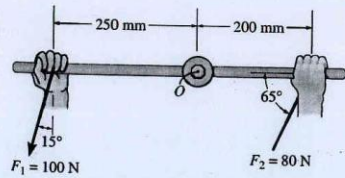


Problema 4.11



Problemas 4.8/9

4.10. A chave de boca é usada para soltar o parafuso. Determine o momento de cada força em relação ao eixo do parafuso que passa através do ponto O .



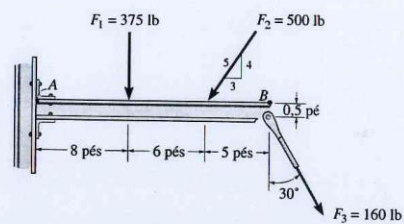
Problema 4.10

4.11. Determine a intensidade, a direção e o sentido do momento resultante das forças em relação ao ponto O .

*4.12. Determine o momento em relação ao ponto A de cada uma das três forças agindo sobre a viga.

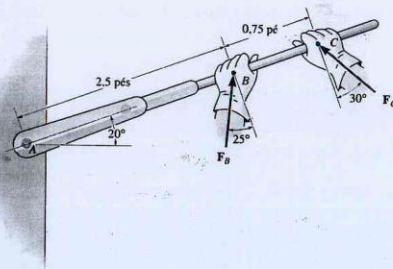
4.13. Determine o momento em relação ao ponto B de cada uma das três forças que atuam na viga.

4.14. Determine o momento de cada força em relação ao parafuso localizado em A . Considere $F_B = 40$ lb e $F_C = 50$ lb.



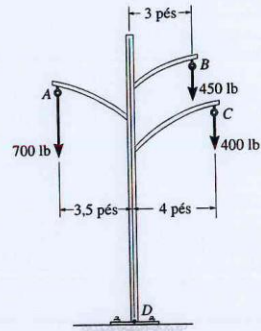
Problemas 4.12/13

4.15. Se $F_B = 30$ lb e $F_C = 45$ lb, determine o momento resultante em relação ao parafuso localizado em A .



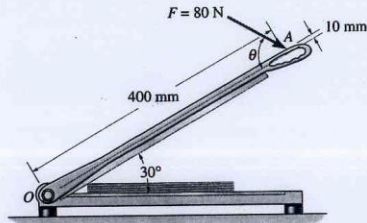
Problemas 4.14/15

*4.16. O poste de energia elétrica suporta as três linhas. Cada linha exerce uma força vertical sobre o poste devido ao próprio peso, conforme mostra a figura. Determine o momento resultante na base D provocado por todas essas forças. Supondo que seja possível que o vento ou o gelo sejam capazes de romper as linhas, determine qual ou quais linhas, quando rompidas, criariam a condição para o máximo momento em relação à base. Qual será esse momento resultante?



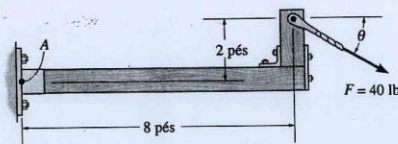
Problema 4.16

4.17. Uma força de 80 N atua sobre o cabo de um cortador de papel em A. Determine o momento criado por essa força em relação à dobradiça em O, se $\theta = 60^\circ$. Em que ângulo θ a força deve ser aplicada para que o momento criado em relação ao ponto O (no sentido horário) seja o máximo? Qual é esse máximo momento?



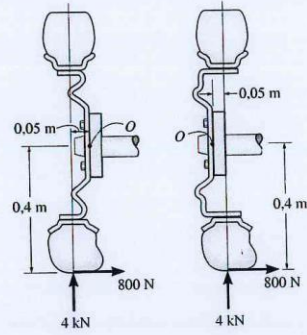
Problema 4.17

4.18. Determine a direção θ ($0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$) da força $F = 40$ lb de modo que ela crie (a) o máximo momento em relação ao ponto A e (b) o mínimo momento em relação a esse mesmo ponto. Calcule o momento em cada caso.



Problema 4.18

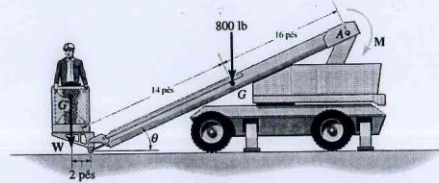
4.19. O cubo de roda na figura pode ser fixado ao eixo tanto com um afastamento negativo (para a esquerda) como com um afastamento positivo (para a direita). Se o pneu está sujeito às cargas normal e radial, como mostrado, determine o momento resultante dessas cargas em relação ao eixo no ponto O em ambos os casos.



Caso 1 Caso 2

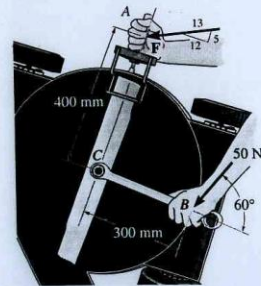
Problema 4.19

*4.20. O braço da grua tem comprimento de 30 pés, peso de 800 lb e centro de massa em G. Se o máximo momento que pode ser desenvolvido pelo motor em A é $M = 20 \times 10^3$ lb · pés, determine a máxima carga W, com centro de massa em G', que pode ser elevada. Considere $\theta = 30^\circ$.



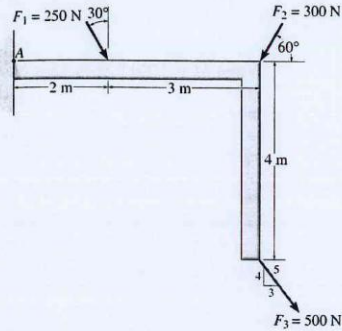
Problema 4.20

4.21. A ferramenta em A é usada para prender uma lâmina estacionária de cortador de grama, enquanto a porca é solta com uma chave. Se a força de 50 N é aplicada à chave em B na direção e no sentido mostrados na figura, determine o momento criado em relação à porca em C. Qual é a intensidade da força F em A de modo a gerar o momento oposto em relação a C?



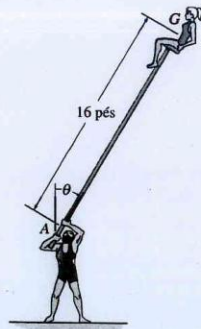
Problema 4.21

4.22. Determine o momento de cada uma das três forças em relação ao ponto A. Resolva o problema primeiro utilizando cada força como um todo e, depois, o princípio dos momentos.



Problema 4.22

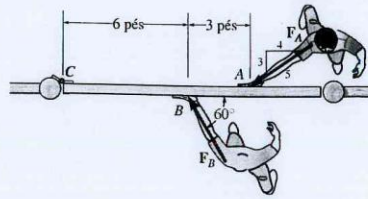
4.23. Como parte de uma manobra acrobática, um homem sustenta uma garota que pesa 120 lb e está sentada em uma cadeira no alto de um mastro. Estando o centro de gravidade da garota localizado em G e sendo de 250 lb·pés o máximo momento no sentido horário que o homem pode exercer sobre o mastro no ponto A, determine o ângulo máximo de inclinação, θ , que não permite que a garota caia, isto é, que seu momento anti-horário em relação ao ponto A não seja maior do que 250 lb·pés.



Problema 4.23

*4.24. Os dois garotos empurram o portão com forças de $F_A = 30$ lb e $F_B = 50$ lb, como mostra a figura. Determine o momento de cada força em relação a C. O portão sofrerá uma rotação no sentido horário ou anti-horário? Despreze a espessura do portão.

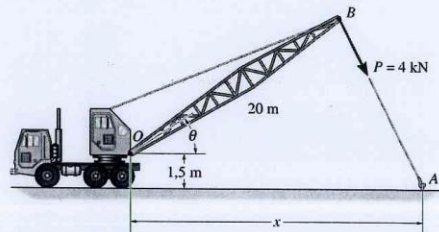
4.25. Se o garoto aplica em B uma força $F_B = 30$ lb, determine a intensidade da força F_A que ele deve aplicar em A a fim de evitar que o portão gire. Despreze a espessura do portão.



Problemas 4.24/25

4.26. O cabo do reboque exerce uma força $P = 4$ kN na extremidade do guindaste de 20 m de comprimento. Se $\theta = 30^\circ$, determine o valor de x do gancho preso em A, de forma que essa força crie um momento máximo em relação ao ponto O. Nessa condição, qual é esse momento?

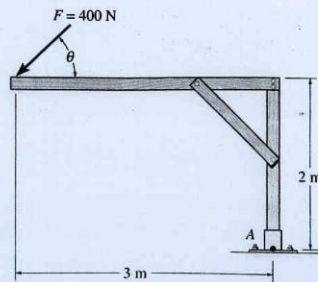
4.27. O cabo do reboque aplica uma força $P = 4$ kN na extremidade do guindaste de 20 m de comprimento. Sendo $x = 25$ m, determine a posição θ do guindaste, de modo que a força crie um momento máximo em relação ao ponto O. Qual é esse momento?



Problemas 4.26/27

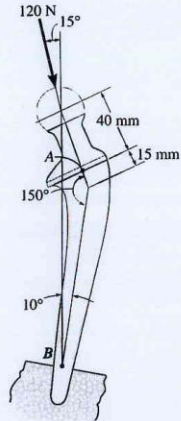
*4.28. Determine a direção θ , com $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$, da força F, de maneira que ela produza (a) o máximo momento em relação ao ponto A e (b) o mínimo momento em relação ao ponto A. Calcule o momento em cada caso.

4.29. Determine o momento da força F em relação ao ponto A como uma função de θ . Faça um gráfico do resultado com M (na ordenada) e θ (na abscissa) para $0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.



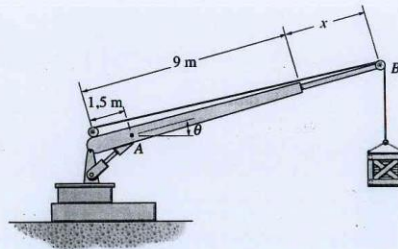
Problemas 4.28/29

4.30. A prótese do quadril está sujeita à força $F = 120\text{ N}$. Determine o momento dessa força em relação ao pescoço em A e à haste em B .



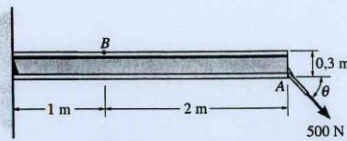
Problema 4.30

4.31. O guindaste pode ser ajustado para qualquer ângulo $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ e qualquer extensão $0 \leq x \leq 5\text{ m}$. Para uma massa suspensa de 120 kg , determine o momento desenvolvido em A como função de x e θ . Quais valores de x e θ conduzem ao máximo momento possível em A ? Calcule esse momento. Despreze as dimensões da polia em B .



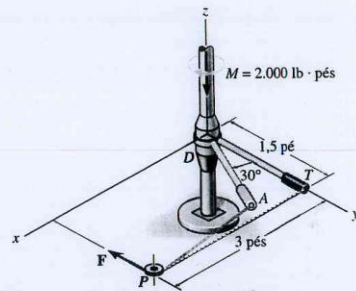
Problema 4.31

*4.32. Determine o ângulo θ para o qual a força de 500 N deve atuar em A para que o momento dessa força em relação ao ponto B seja igual a zero.



Problema 4.32

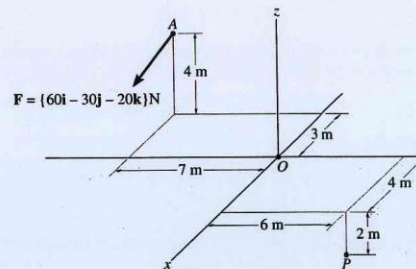
4.33. Segmentos de um tubo D para perfuração de um poço de petróleo estão ajustados por meio de uma pinça reguladora T que aperta o tubo e de um cilindro hidráulico (nó mostrado na figura), para regular a força F aplicada à pinça. Essa força atua ao longo do cabo que passa ao redor de uma pequena polia P . Estando o cabo originalmente perpendicular à pinça, como mostrado na figura, determine a intensidade da força F que deve ser aplicada de modo que o momento em relação ao tubo seja $M = 2.000\text{ lb} \cdot \text{pés}$. Com o intuito de manter esse mesmo momento, qual intensidade de F é necessária quando a pinça é ajustada em 30° , como na posição esboçada com tonalidade mais clara? Nota: o ângulo D , não é 90° nessa posição.



Problema 4.33

4.34. Determine o momento de uma força no ponto A em relação ao ponto O . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.

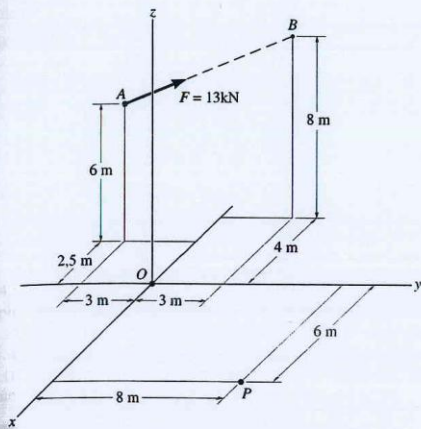
4.35. Determine o momento da força em A em relação ao ponto P . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.



Problemas 4.34/35

*4.36. Determine o momento da força F em A em relação ao ponto O . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.

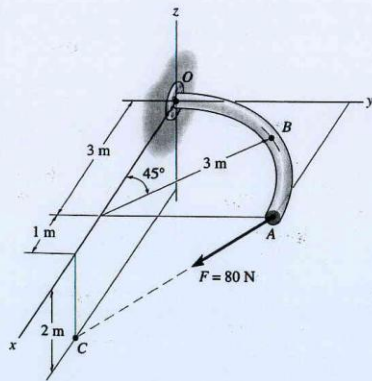
4.37. Determine o momento da força F no ponto A em relação ao ponto P . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.



Problemas 4.36/37

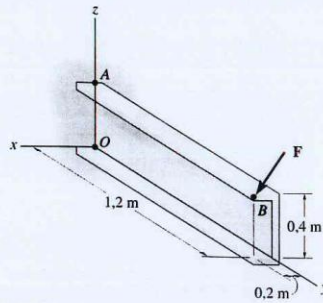
4.38. O bastão curvado se estende no plano $x-y$ e tem um raio de curvatura de 3 m. Se a força $F = 80$ N atua em sua extremidade, como é mostrado na figura, determine o momento dessa força em relação ao ponto O .

4.39. O bastão curvado se estende no plano $x-y$ e tem um raio de curvatura de 3 m. Se a força $F = 80$ N atua em sua extremidade, como é mostrado na figura, determine o momento dessa força em relação ao ponto B .



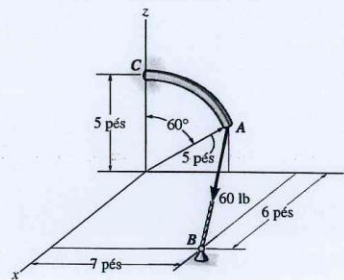
Problemas 4.38/39

*4.40. A força $F = [600i + 300j - 600k]$ N atua na extremidade da viga. Determine o momento da força em relação ao ponto A .



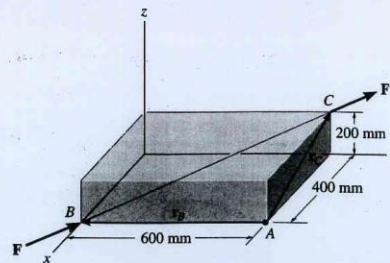
Problema 4.40

4.41. O bastão curvado tem raio de curvatura de 5 pés. Se uma força de 60 lb atua em sua extremidade, como mostrado na figura, determine o momento dessa força em relação a C .



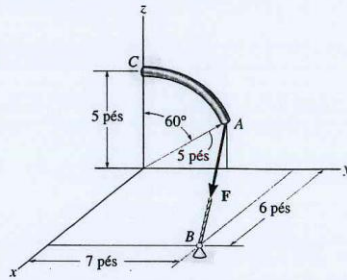
Problema 4.41

4.42. Uma força F com intensidade $F = 100$ N atua ao longo da diagonal do paralelepípedo. Determine o momento de F em relação ao ponto A , utilizando $M_A = r_B \times F$ e $M_A = r_C \times F$.



Problema 4.42

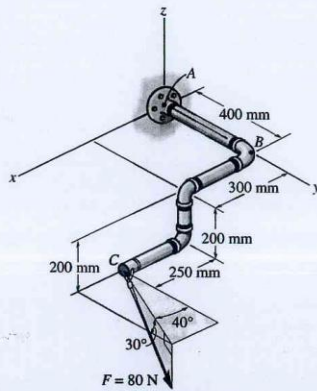
4.43. Determine a menor força F que deve ser aplicada na corda para envergar o bastão, o qual tem raio de 5 pés, até que ele quebre no suporte C . Isso requer que o ponto C sofra um momento $M = 80$ lb·pés.



Problema 4.43

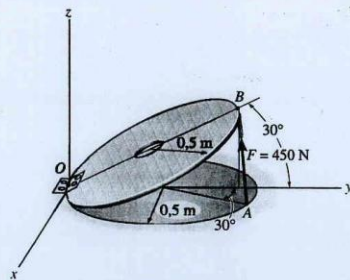
*4.44. A estrutura tubular da figura está sujeita à força de 80 N. Determine o momento dessa força em relação ao ponto A.

4.45. Agora, determine o momento dessa força em relação ao ponto B.



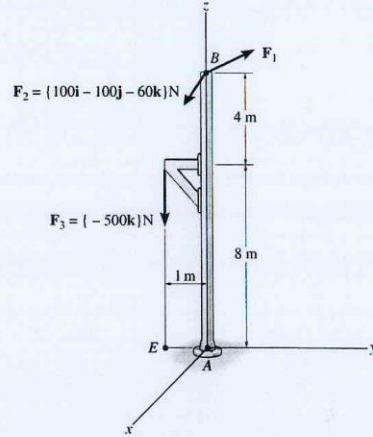
Problemas 4.44/45

4.46. A escora AB de uma comporta de 1 m de diâmetro exerce uma força de 450 N no ponto B. Determine o momento dessa força em relação ao ponto O.



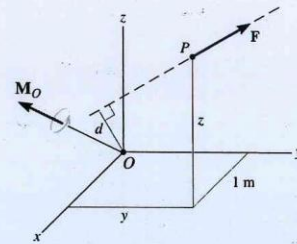
Problema 4.46

4.47. Usando a análise vetorial cartesiana, determine o momento resultante das três forças em relação à base da coluna em A, dado: $F_1 = [400i + 300j + 120k]$ N.



Problema 4.47

*4.48. Uma força $F = [6i - 2j + 1k]$ kN produz momento $M_O = [4i + 5j - 14k]$ kN·m em relação à origem das coordenadas no ponto O. Considerando que a força atua em um ponto com coordenadas $x = 1$ m, determine as demais coordenadas y e z .



Problema 4.48

4.49. A força $F = [6i + 8j + 10k]$ N dá origem a um momento em relação ao ponto O de $M_O = [-14i + 8j + 2k]$ N. Considerando que a força atua em um ponto com coordenada x igual a 1 m, determine as coordenadas y e z desse ponto. Além disso, considere que $M_O = Fd$ e encontre a distância perpendicular d do ponto O até a linha de ação da força.

$$\begin{aligned} M_{AB} &= M_{AB} \mathbf{u}_B = (-53,67 \text{ N} \cdot \text{m})(0,894\mathbf{i} + 0,447\mathbf{j}) \\ &= \{-48,0\mathbf{i} - 24\mathbf{j}\} \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

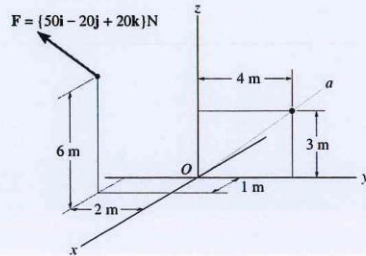
Resposta

O resultado é mostrado na Figura 4.24b.

Note que, se o eixo AB fosse definido por um vetor unitário orientado de B em direção a A , na formulação acima seria necessário utilizar $-\mathbf{u}_B$. Isso conduziria a $M_{AB} = +53,67 \text{ N} \cdot \text{m}$. Conseqüentemente, $M_{AB} = M_{AB} (-\mathbf{u}_B)$ encontrando-se de novo o resultado acima.

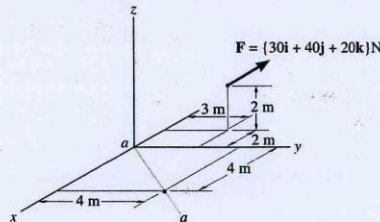
PROBLEMAS

4.51. Determine o momento da força F em relação ao eixo Oa . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.



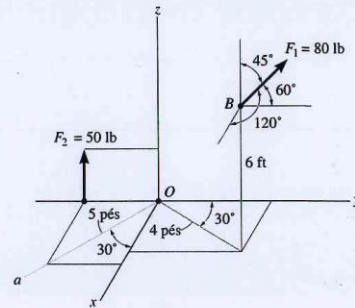
Problema 4.51

*4.52. Determine o momento da força F em relação ao eixo aa . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.



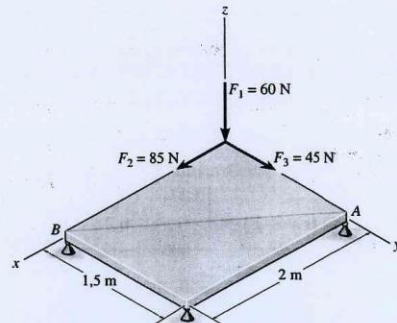
Problema 4.52

4.53. Determine o momento resultante de duas forças em relação ao eixo Oa . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.



Problema 4.53

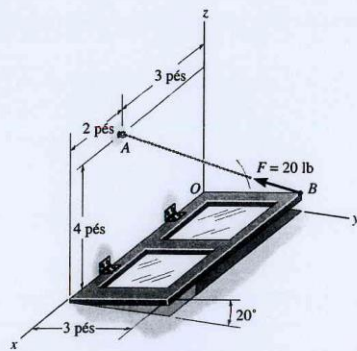
4.54. Determine a intensidade do momento de cada um das três forças em relação ao eixo AB . Resolva o problema (a) na forma de vetor cartesiano e (b) na forma escalar.



Problema 4.54

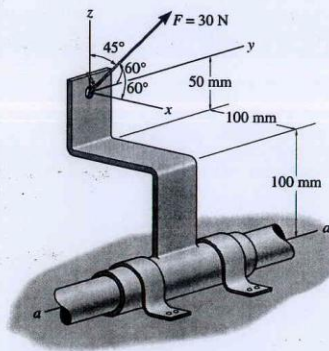
4.55. A corrente AB exerce uma força de 20 lb na porta e B . Determine a intensidade do momento dessa força ao longo do eixo x da porta.

4.55. A corrente AB exerce uma força de 20 lb na porta e B . Determine a intensidade do momento dessa força ao longo do eixo x da porta.



Problema 4.55

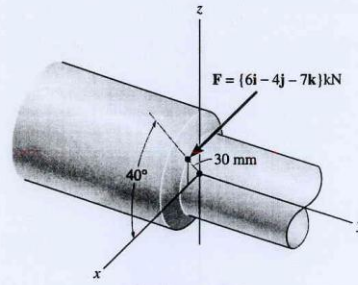
*4.56. A força $F = 30 \text{ N}$ atua no suporte, como mostrado na figura. Determine o momento da força em relação ao eixo $a-a$ do tubo. Determine também os ângulos diretores coordenados a fim de produzir o máximo momento em relação ao eixo $a-a$. Qual é o valor desse momento?



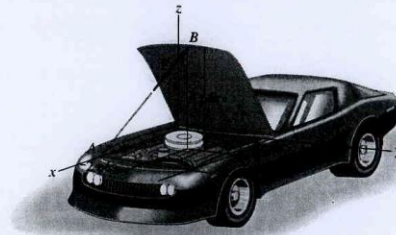
Problema 4.56

4.57. A ferramenta cortante em um torno mecânico exerce uma força F sobre o tarugo na direção e no sentido mostrados. Determine o momento dessa força em relação ao eixo y do tarugo.

4.58. O capô do automóvel é sustentado pela haste de suporte AB , que aplica uma força $F = 24 \text{ lb}$ no capô. Determine o momento dessa força em relação ao eixo de articulação y .



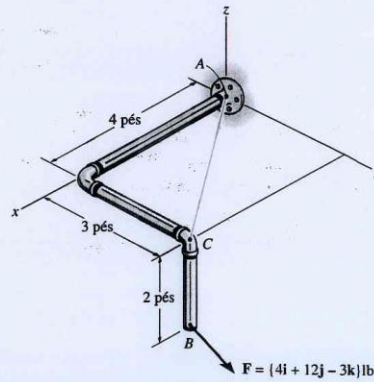
Problema 4.57



Problema 4.58

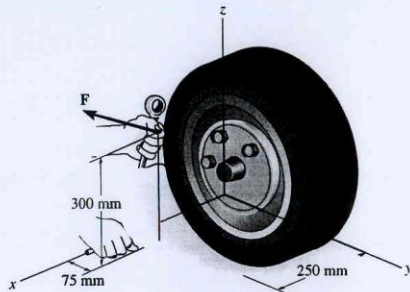
4.59. Determine a intensidade dos momentos da força F em relação aos eixos x, y, z . Resolva o problema usando (a) a forma de vetores cartesianos e (b) a forma escalar.

*4.60. Determine o momento da força F em relação a um eixo que se estende entre A e C . Expresse o resultado como um vetor cartesiano.



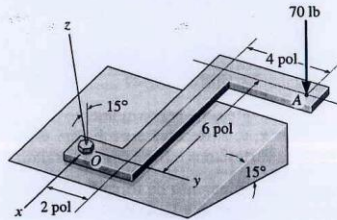
Problemas 4.59/60

4.61. A chave cachimbo e uma chave de suporte são usadas em combinação para remover o parafuso do cubo da roda. Sendo $F = \{4i - 12j + 2k\}$ N a força aplicada na extremidade da chave de suporte, determine a intensidade do momento dessa força em relação ao eixo x que efetivamente solta o parafuso.



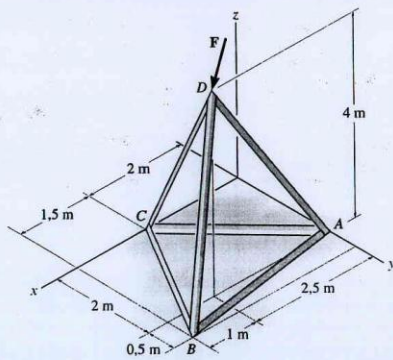
Problema 4.61

4.62. Uma força de 70 lb atua verticalmente no suporte em forma de 'Z'. Determine o valor do momento dessa força em relação ao eixo do parafuso (eixo z).



Problema 4.62

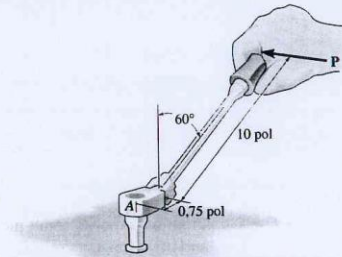
4.63. Determine a intensidade do momento da força $F = \{50i - 20j - 80k\}$ N em torno da linha de base CA do tripé.



Problema 4.63

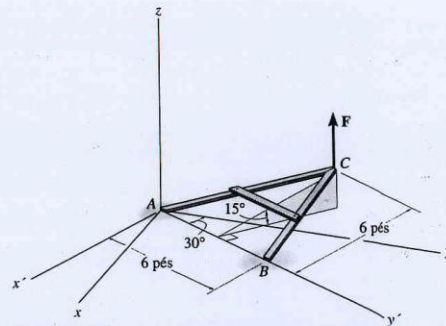
*4.64. A chave de catraca com cabeça flexível está submetida a uma força $P = 16$ lb, aplicada perpendicularmente ao cabo da chave, como mostra a figura. Determine o momento ou o torque que é transferido ao longo do eixo vertical do parafuso em A .

4.65. Se um torque ou momento de 80 lb·pol é solicitado para afrouxar o parafuso em A , determine a força P que deve ser aplicada perpendicularmente ao cabo da chave de catraca com cabeça flexível.



Problemas 4.64/65

4.66. A estrutura em forma de A está sendo içada por uma força vertical $F = 80$ lb. Determine o momento dessa força em relação ao eixo y quando a estrutura encontra-se na posição mostrada.



Problema 4.66

4.67. Uma força horizontal $F = \{-50i\}$ N é aplicada perpendicularmente ao cabo da chave inglesa. Determine o momento que essa força exerce ao longo do eixo OA (eixo z) da estrutura de tubos. Tanto a estrutura de tubos quanto a chave, em $OABC$, estão no plano $y-z$. Dica: empregue a análise escalar.

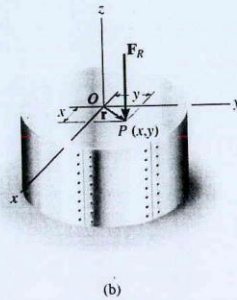


Figura 4.46

$$-650y = 1.600 - 848,5 \quad (2)$$

Resolvendo essas equações, determinamos as coordenadas do ponto P.

$$x = 2,39 \text{ pés} \quad y = -1,16 \text{ pés} \quad \text{Resposta}$$

O sinal negativo indica que assumir uma posição +y para F_R , como mostra a Figura 4.46b, foi incorreto.

É possível também estabelecer as equações 1 e 2 diretamente somando os momentos em relação aos eixos y e x. Utilizando a regra da mão direita, tem-se:

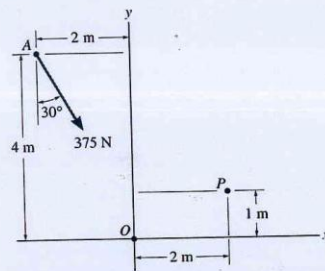
$$M_{R_y} = \Sigma M_y; \quad 650x = 300 \text{ lb} (8 \text{ pés}) - 150 \text{ lb} (8 \text{ sen } 45^\circ \text{ pés})$$

$$M_{R_x} = \Sigma M_x; \quad -650y = 200 \text{ lb} (8 \text{ pés}) - 150 \text{ lb} (8 \text{ cos } 45^\circ \text{ pés})$$

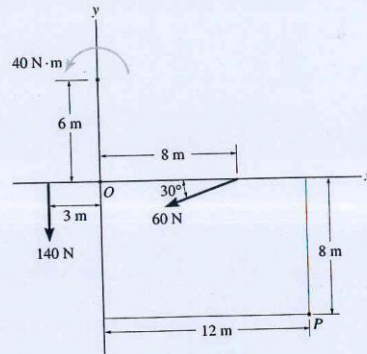
PROBLEMAS

4.98. Substitua a força em A por uma força e um momento equivalentes no ponto O.

4.99. Substitua a força em A por uma força e um momento equivalentes no ponto P.



Problemas 4.98/99



Problemas 4.100/101

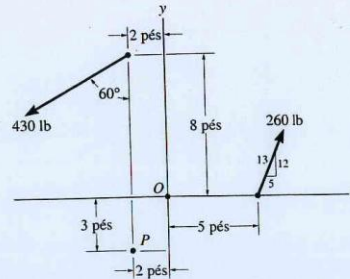
*4.100. Substitua o sistema de forças e momentos por uma força e momento equivalentes ao sistema, atuantes no ponto O.

4.101. Substitua o sistema de forças e momentos por uma força e momento equivalentes ao sistema, atuantes no ponto P.

4.102. Substitua o sistema de forças por uma força e um momento equivalentes no ponto O.

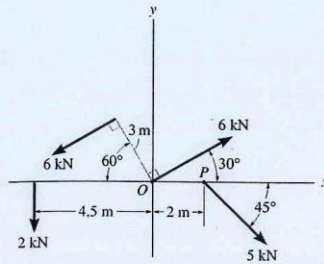
4.103. Substitua o sistema de forças por uma força e um momento equivalentes no ponto P.

*4.104. Substitua o sistema de forças e binários por uma força e momento equivalentes ao sistema, atuantes no ponto O.



Problemas 4.102/103

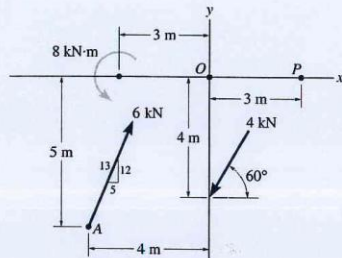
4.105. Substitua o sistema de forças e binários por uma força e momento equivalentes ao sistema, atuantes no ponto P .



Problemas 4.104/105

4.106. Substitua o sistema de forças e binários por uma força e momento equivalentes no ponto O .

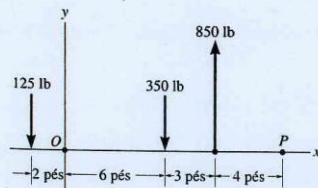
4.107. Substitua o sistema de forças e binários por uma força e momento equivalentes no ponto P .



Problemas 4.106/107

*4.108. Substitua o sistema de forças por uma única força resultante e especifique seu ponto de aplicação, medido ao longo do eixo x a partir do ponto O .

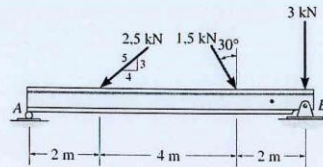
4.109. Substitua o sistema de forças por uma única força resultante e especifique seu ponto de aplicação, medido ao longo do eixo x a partir do ponto P .



Problemas 4.108/109

4.110. Substitua o sistema de forças que atua sobre a viga por uma força e momento equivalentes no ponto A .

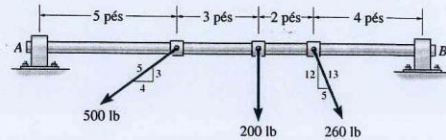
4.111. Substitua o sistema de forças que atua sobre a viga por uma força e momento equivalentes no ponto B .



Problemas 4.110/111

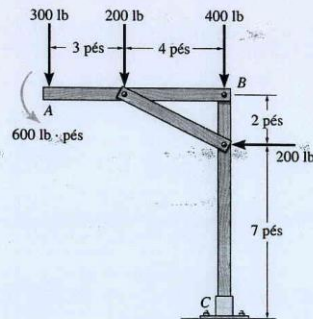
*4.112. Substitua as três forças atuantes no cano por uma única força resultante. Especifique onde a força atua, tomando a extremidade A como referência.

4.113. Substitua as três forças atuantes no cano por uma única força resultante. Especifique onde a força atua, tomando a extremidade B como referência.



Problemas 4.112/113

4.114. Substitua as cargas na estrutura por uma única força resultante. Especifique onde sua linha de ação intercepta o elemento AB , medido a partir de A .



Problema 4.114

4.115. Substitua as cargas atuantes na viga por uma única força resultante. Especifique em que ponto a força atua sobre a viga, tomando como referência a extremidade A .