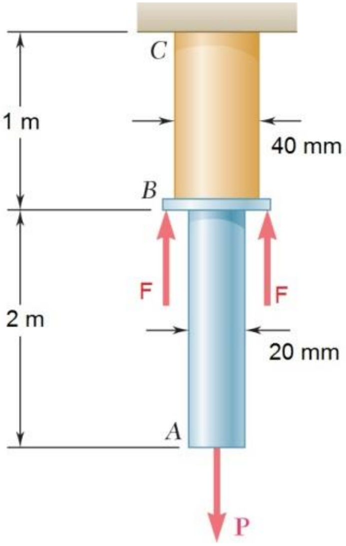
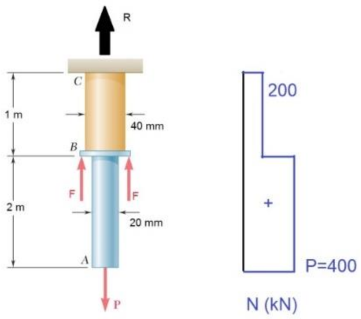
São Paulo, maio de 2021.

1. A barra abaixo é formada por dois materiais, a parte AB é de aço com E = 200 GPa e diâmetro de 20 mm. A parte BC é de cobre com E = 20 GPa e diâmetro de 40 mm. As forças estão aplicadas conforme desenho, onde em B estão simétricas com respeito ao eixo. Considere F = 100 kN e P =400 kN. Obtenha o deslocamento axial do ponto A e B.



Resposta:

a.1 Reações: $\sum F_y = 0 : \rightarrow R + 200 - 400 = 0 \;\; \rightarrow R = 200 \;\; kN \;\; (\uparrow)$ a.2 Diagrama de N



a.3 Cálculo de δ_B

E_{cobre} = 20 GPa = 20. 10^6 kPa

$\delta_B = \delta_{CB}$

$$\delta_B = \left[\frac{200 \;.\; 1{,}0}{20 \;.\; 10^6 \;.\; \pi.0{,}020^2}\right] = 8.10^{-3} m = 8 \;\; mm$$

a.4 Cálculo de δ_B

E_{cobre} = 20 GPa = 20. 10^6 kPa; E_{aco} = 200 GPa = 200. 10^6 kPa

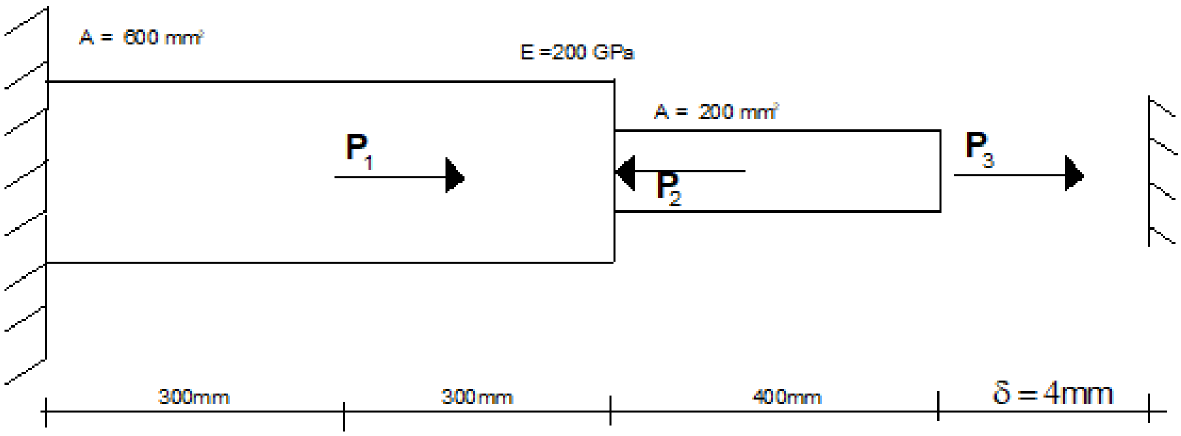
$\delta_A = \delta_{CB} + \delta_{BA}$

$$\delta_A = \left[\frac{200 \;.\; 1{,}0}{20 \;.\; 10^6 \;.\; \pi.0{,}020^2}\right] + \left[\frac{400 \;.\; 2{,}0}{200 \;.\; 10^6 \;.\; \pi.0{,}010^2}\right] = 20{,}7 \;\; mm$$

2. Determine:

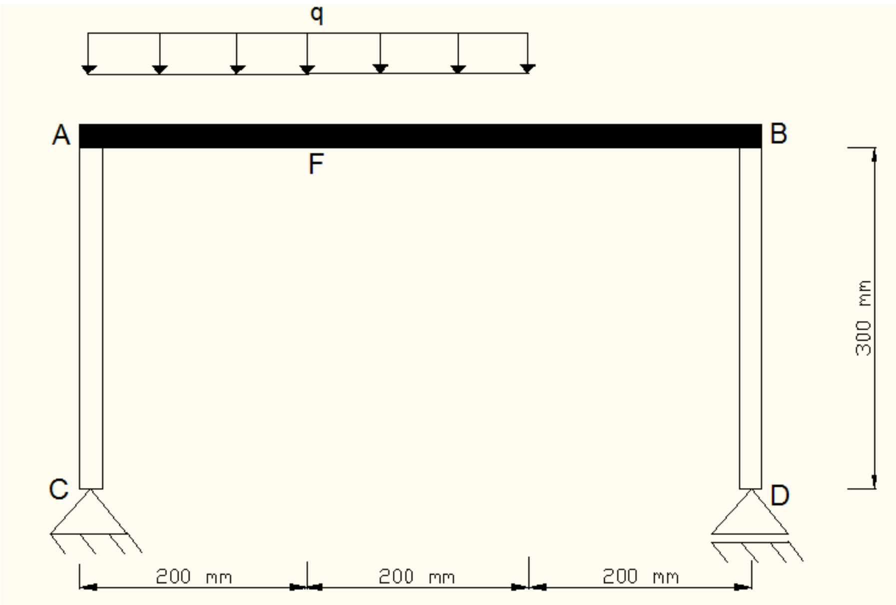
(a) O deslocamento axial da barra de aço da figura sob a ação das forças indicadas na figura. Adote P_1 = 500 kN, P_2 = 300 kN e P_3 = 200 kN.

(b) Qual o máximo valor da força $\mathbf{P_1}$ de modo que a barra fique na iminência de encostar ao anteparo rígido.

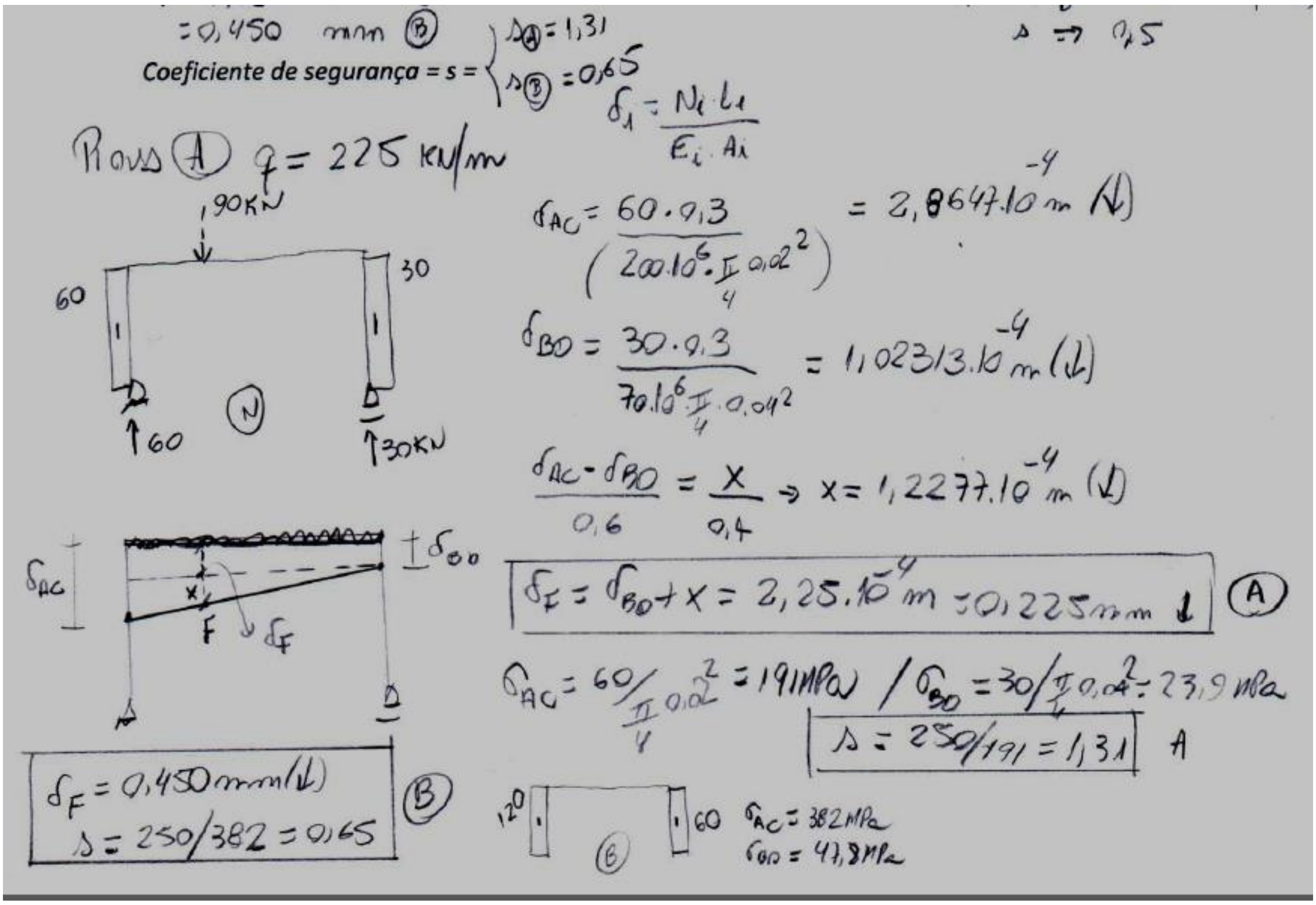


Respostas: δ = *mm* (b) P_1 = kN

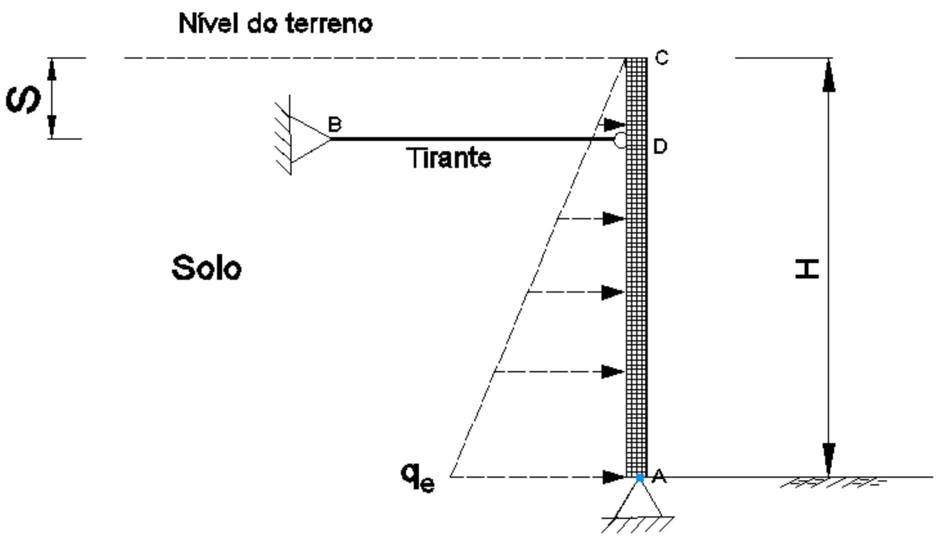
3. Uma viga rígida AB está apoiada nos dois postes curtos mostrados na figura a seguir. AC é feito de aço e tem diâmetro de 20 mm, e BD é feito de alumínio e tem diâmetro de 40 mm. Determine o deslocamento vertical do ponto F da viga rígida, localizado a 200 mm de A, para a carga distribuída atuante. Obtenha também o coeficiente de segurança da estrutura. Dados: q = 225 kN/m; $E_{aço}$ = 200 GPa; $E_{alumínio}$ = 70 GPa; $(\sigma_{adm})_{Aço} = 250\ MPa$; $(\sigma_{adm})_{Alumínio} = 414\ MPa$



Resposta: Prova A.

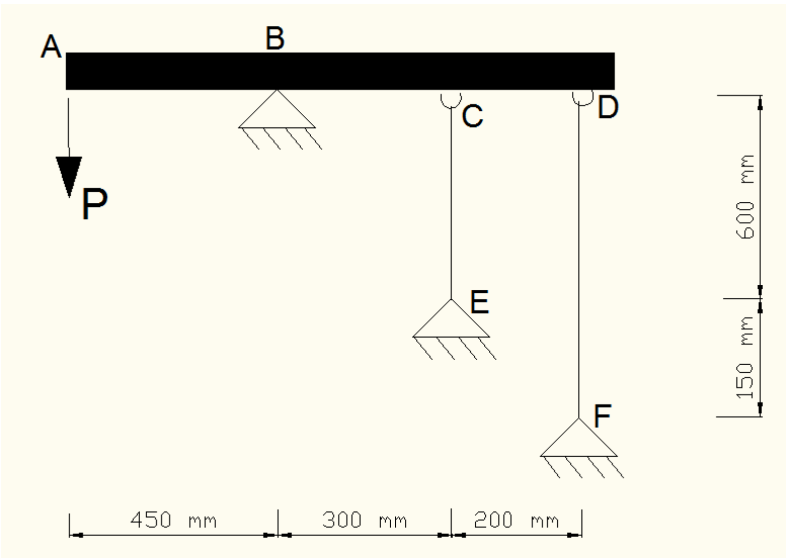


4. A barra rígida AC representa um muro de contenção de terra. Ela está apoiada em A e conectada ao tirante flexível BD em D. Esse tirante possui comprimento de 4 metros e módulo de elasticidade longitudinal igual a 200 GPa. O solo exerce uma carga no muro conforme indicado no desenho e seu valor máximo é dado pela relação $q_e = \gamma_{solo} \cdot H \cdot b \cdot k_0$, onde γ_{solo} é o peso específico do solo, H a altura do muro, b sua largura e k_0 o coeficiente de empuxo ativo. Determinar o mínimo valor do diâmetro do tirante, em mm, de modo que a inclinação máxima do muro seja de 1° (um grau). Para o problema, considere: γ_{solo} = 22 kN/m^3, H = 10 m, b = 1 m, k_0 = 0,5 e S = 1 m.



Resposta: Área >25,94 mm^2 ; Diâmetro = 5,75 mm

5. As barras cilíndricas CE e DF têm, respectivamente, diâmetros de 10 mm e 15 mm e são de alumínio. Elas estão ligadas à barra rígida ABCD. Determine o máximo valor admissível de P para que as tensões desenvolvidas nessas barras não sejam superiores à tensão admissível do alumínio e nem que o deslocamento vertical do ponto A exceda 1,25 mm. Com esse valor obtido máximo de P, calcule o coeficiente de segurança da estrutura. Dados: E_{al} = 70 GPa; $\bar{\sigma}_{al} = 200\ MPa$



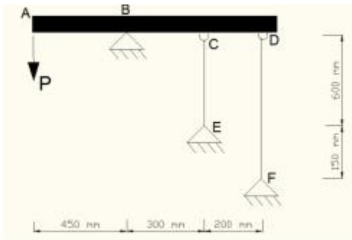
Resposta:

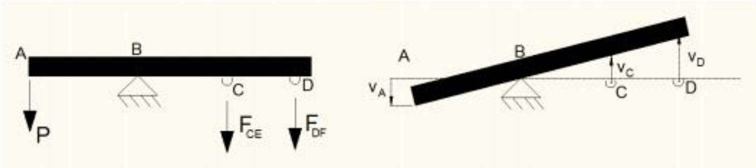
Por semelhança de triângulo:

$$\frac{v_A}{0{,}15}=\frac{v_C}{0{,}3}=\frac{v_D-v_C}{0{,}2}\rightarrow 1{,}6667.v_C=v_D \qquad (1)$$

A equação de equilíbrio do problema fica:

$\sum M_B=0$: 0,45. P = 0,3 F_{CE} +0,5. F_{DF} (2)





Por semelhança de triângulo:

$$\frac{v_A}{0{,}15}=\frac{v_C}{0{,}3}=\frac{v_D-v_C}{0{,}2}\rightarrow 1{,}6667.v_C=v_D \qquad (1)$$

Onde v_A, v_C e v_E são as variações dos comprimentos dos cabos AB, CD e EF, respectivamente.

A equação de equilíbrio do problema fica:

$\sum M_B=0$: 0,45. P = 0,3 F_{CE} +0,5. F_{DF} (2)

As variações v_C e v_D são relacionadas com os esforços normais por:

$$1{,}6667.\frac{F_{CE}\cdot 0{,}6}{E\cdot 0{,}25.\pi.0{,}01^2}=\frac{F_{DF}\cdot 0{,}75}{E\cdot 0{,}25.\pi.0{,}015^2}\rightarrow F_{CE}=0{,}3333.F_{DF} \qquad (3)$$

Resolvendo simultaneamente (2) e (3), obtem-se os esforços nos cabos:

$\boxed{F_{CE}=0{,}25.P}$ $\boxed{F_{DF}=0{,}75.P}$

Verificando deslocamento em A máximo:

$$v_A=\frac{0{,}45}{0{,}3}v_C=\frac{0{,}15.0{,}25.P.0{,}6}{70E6.\pi.0{,}25.0{,}01^2}\le 1{,}25E-3\rightarrow P\le 30{,}54\ kN$$

(PROVA A)

$$v_A=\frac{0{,}45}{0{,}3}v_C=\frac{0{,}15.0{,}25.P.0{,}6}{70E6.\pi.0{,}25.0{,}01^2}\le 0{,}5E-3\rightarrow P\le 12{,}2\ kN$$

(PROVA B)

Obtendo coeficiente de segurança da estrutura:

$s=\min(s_i)$

$$\sigma_{CE}=\frac{30{,}5.0{,}25}{0{,}25.\pi.0{,}01^2}=97{,}08\ MPa\rightarrow s_1=200/97{,}08=2{,}06$$

$$\sigma_{DF}=\frac{30{,}5.0{,}75}{0{,}25.\pi.0{,}015^2}=129{,}4\ MPa\rightarrow s_1=200/129{,}4=1{,}54$$

$\boxed{s=1{,}54}$

(PROVA A)

$$\sigma_{CE}=\frac{12{,}2.0{,}25}{0{,}25.\pi.0{,}01^2}=38{,}8\ MPa\rightarrow s_1=200/38{,}8=5{,}15$$

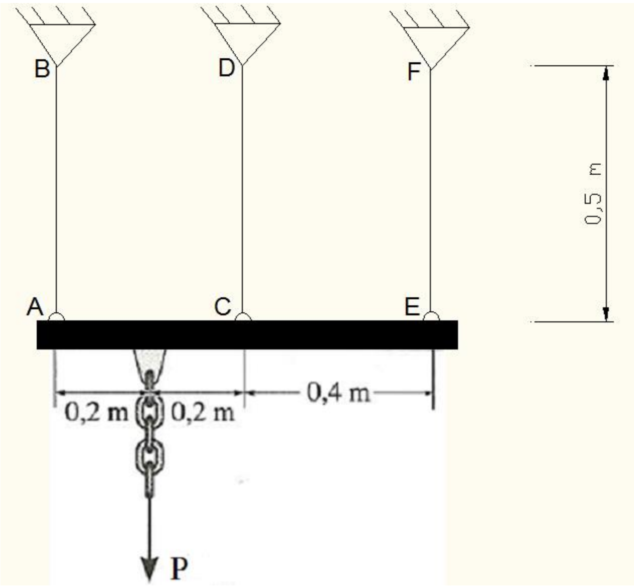
$$\sigma_{DF}=\frac{12{,}2.0{,}75}{0{,}25.\pi.0{,}015^2}=51{,}8\ MPa\rightarrow s_2=200/51{,}8=3{,}86$$

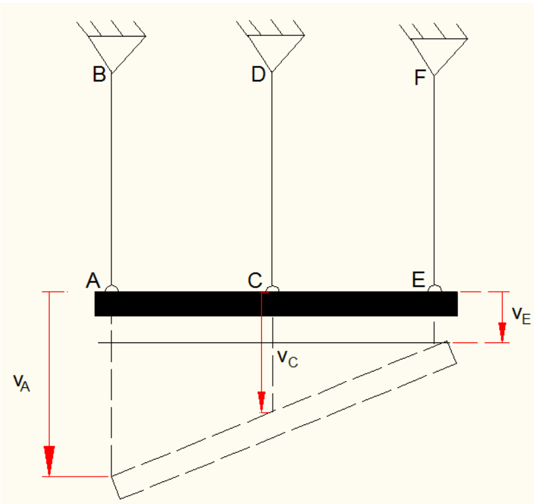
$\boxed{s=3{,}86}$

(PROVA B)

6. Os três cabos de aço de mesmo material mostrados na figura são acoplados a um elemento *rígido* por pinos. Obtenha a força máxima P admissível de modo que nenhum dos três cabos tenha tensão superior à tensão admissível de $\overline{\sigma}$ = 350 MPa. Em seguida, com esse valor de P calculado, obtenha o deslocamento vertical do ponto E (v_E). Dados: Cabos AB e EF têm área da seção transversal de 25 mm^2, e CD tem área da seção transversal de 15mm^2.
E = 20 GPa. Não obstante, apresente clara e ordenadamente todos os cálculos efetuados para a resolução.

Dica: Com a aplicação da carga P, a barra rígida ACE desloca verticalmente para baixo e gira no sentido anti-horário. Obter uma equação de compatibilidade que relacione os deslocamentos verticais dos pontos A, C e E e, logo, as variações dos comprimentos dos cabos.





Por semelhança de triângulo:

$$\frac{v_A - v_E}{0{,}8} = \frac{v_C - v_E}{0{,}4} \rightarrow v_A + v_E = 2.v_C \qquad (1)$$

Onde v_A, v_C e v_E são as variações dos comprimentos dos cabos AB, CD e EF, respectivamente.

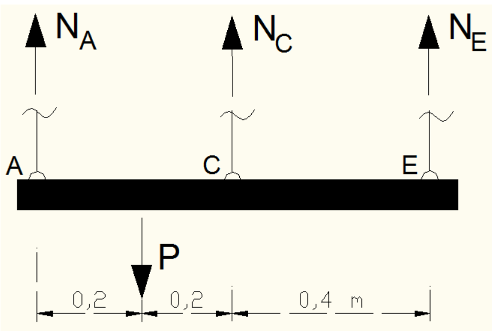
As equações de equilíbrio do problema ficam:

$$\sum F_y = 0: N_A + N_C + N_E = P \qquad (2)$$

$$\sum M_E = 0: 0{,}8.\ N_A + 0{,}4.\ N_C = 0{,}6.P \qquad (3)$$

As variações v_A, v_C e v_E são relacionadas com os esforços normais por:

$$v_A = \frac{N_A \cdot L_{AB}}{E \cdot A_{AB}};\ v_C = \frac{N_C \cdot L_{CD}}{E \cdot A_{CD}};\ v_E = \frac{N_E \cdot L_{EF}}{E \cdot A_{EF}} \qquad (4)$$



Substituindo as relações (4) em (1):

$N_A + N_E = (10/3)\ N_C$ (5)

Resolvendo simultaneamente (2),(3) e (5), obtem-se os esforços nos cabos:

$$\boxed{N_A = \frac{33}{52}P = 0{,}6346.P} \quad \boxed{N_C = \frac{3}{13}P = 0{,}2308.P}$$

$$\boxed{N_E = \frac{7}{52}P = 0{,}1346.P}$$

Análise de tensões nos cabos:

Maior tensão entre cabo AB e EF é o do cabo AB:

$$\sigma_A = \frac{N_A}{A_{AB}} = \frac{\frac{33}{52}P}{25.10^{-6}} \leq 350.10^3 (kN/m^2) \rightarrow P \leq 13{,}79\ \ kN$$

Cabo CD: $\sigma_C = \dfrac{N_C}{A_{CD}} = \dfrac{\frac{3}{13}P}{15.10^{-6}} \leq 350.10^3 (kN/m^2) \rightarrow P \leq 22{,}75\ \ kN$

$$\boxed{P_{adm} = 13{,}79\ \ kN}$$ **(Prova A)**

$$\boxed{P_{adm} = 17{,}73\ \ kN}$$ **(Prova B, $\overline{\sigma}$ = 450 MPa)**

Deslocamento vertical do ponto E

$$v_E = \frac{N_E \cdot L_{EF}}{E \cdot A_{EF}} = \boxed{\frac{(0{,}1346.13{,}79)\cdot 0{,}5}{(20.10^6)\cdot 25.10^{-6}} = 1{,}86.10^{-3}\,m = 1{,}86\ \ mm}$$ (Prova A)

$$v_E = \frac{N_E \cdot L_{EF}}{E \cdot A_{EF}} = \boxed{\frac{(0{,}1346.17{,}73)\cdot 0{,}5}{(20.10^6)\cdot 25.10^{-6}} = 2{,}39.10^{-3}\,m = 2{,}39\ \ mm}$$ (Prova B)

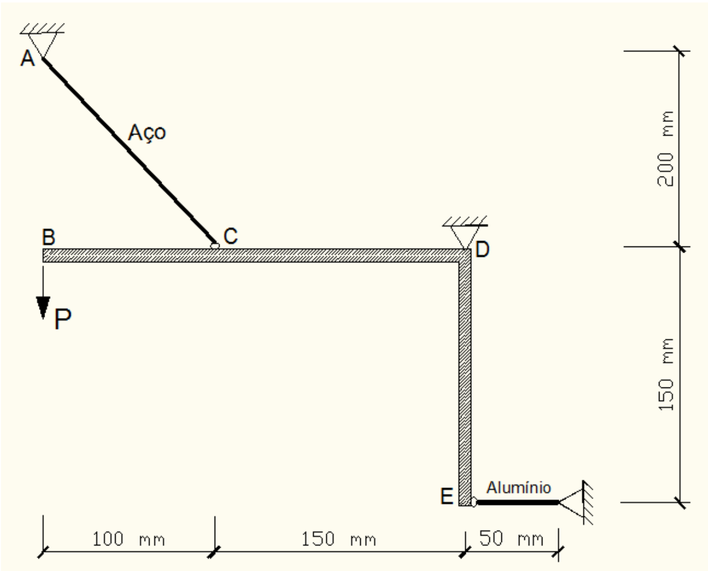
7. Considere **a barra BDE rígida** apoiada em D e que em C está preso um arame de aço e em E uma barra de alumínio, conforme desenho abaixo. Determine a força máxima P admissível, considerando as seguintes restrições:

a) $(\sigma_{adm})_{aço}$ = 350 MPa (tração/compressão)

b) $(\sigma_{adm})_{Alumínio}$ = 400 MPa (tração/compressão)

c) rotação máxima admissível em torno de D seja de 2.10^{-3} rad.

$A_{aço}$ = 22,5 mm^2;$A_{Alumínio}$ = 40,0 mm^2 (áreas das seções transversais); $E_{aço}$ = 200 GPa; $E_{Alumínio}$ = 70 GPa.



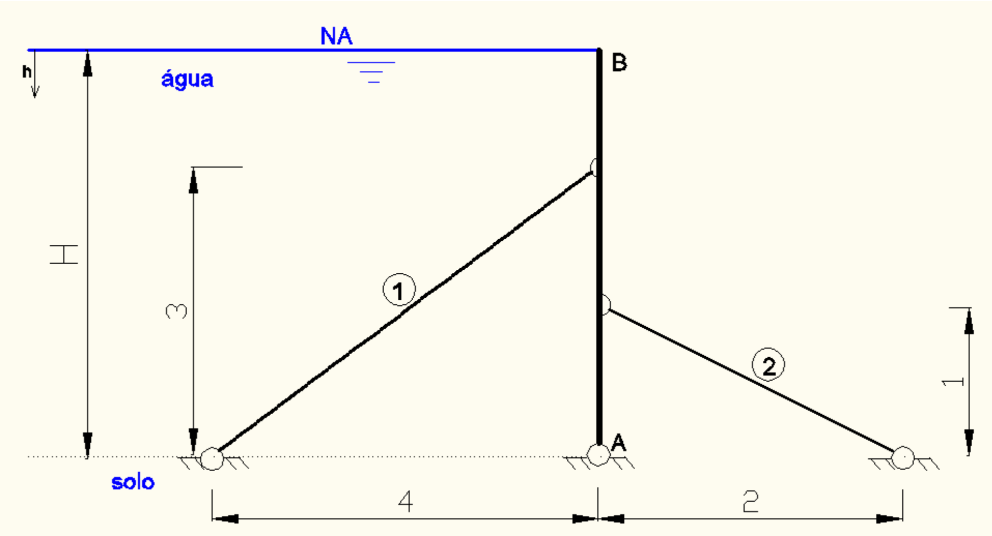
Resposta: P = 12,36 kN

8. **A barra rígida AB** é a comporta de uma barragem de largura (L) unitária e altura H que está apoiada em seu fundo em A e recebe a carga hidrostática no lado indicado. As barras flexíveis 1 e 2 estão ligadas a comporta e são do mesmo material. Considere EA = 1.10^4 kN, as dimensões em metro e o peso específico da água (γ_{agua}) igual a 10 kN/m^3. Obtenha:

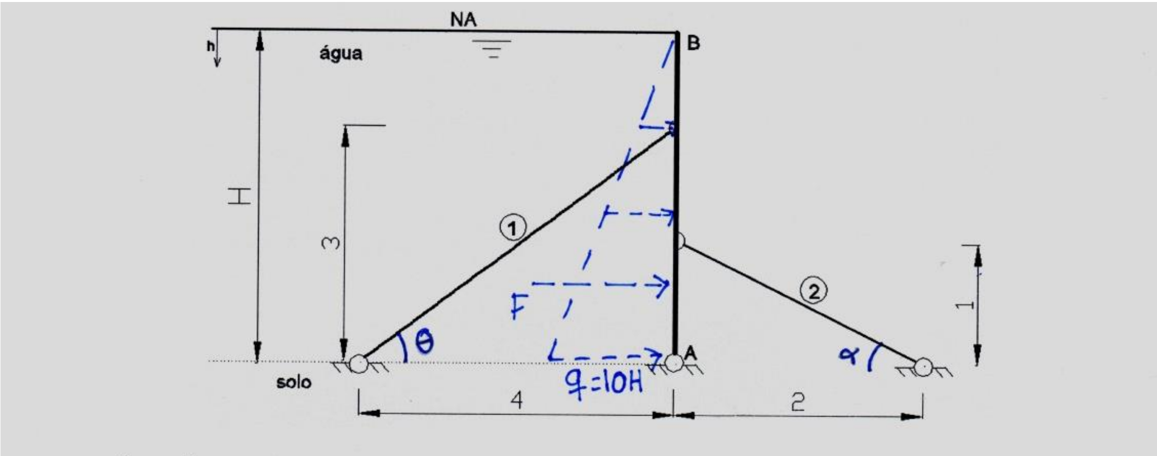
a) Os esforços normais nas barras (1) e (2) em termos de H;

b) Obtenha o maior valor de H para que o giro da comporta seja no máximo de 1° (um grau).

Escreva as respostas no quadro indicado com sinal adequado. Dica: q(h) = γ_{agua} *h*L (kN/m)

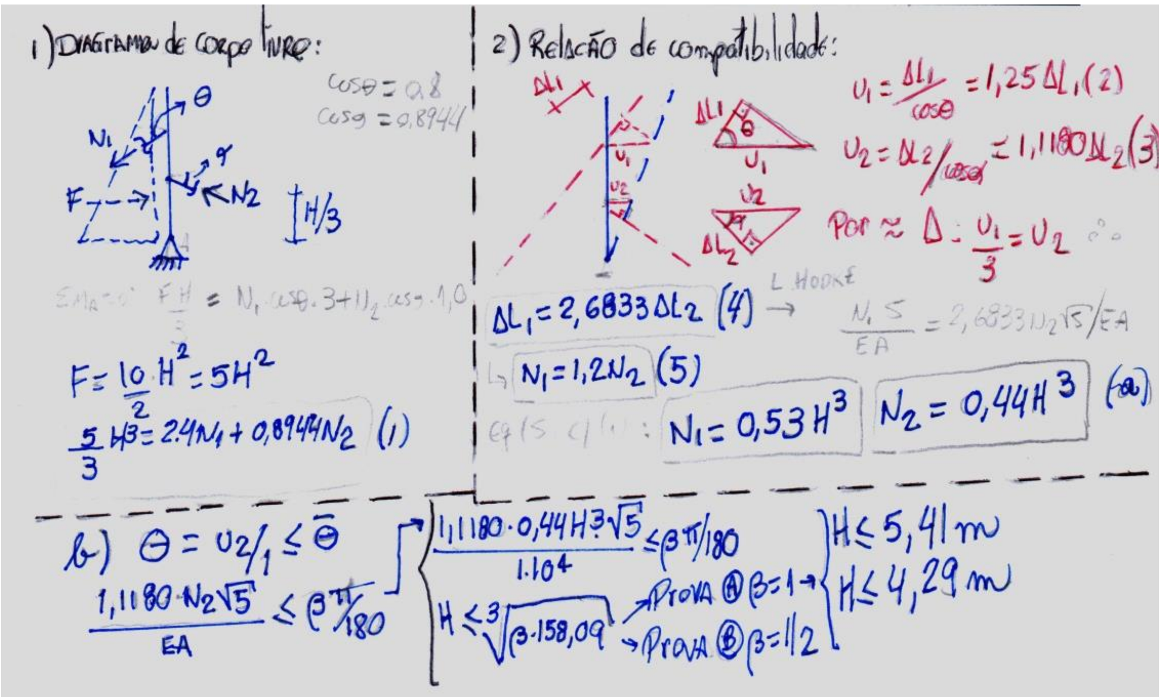


Resposta:

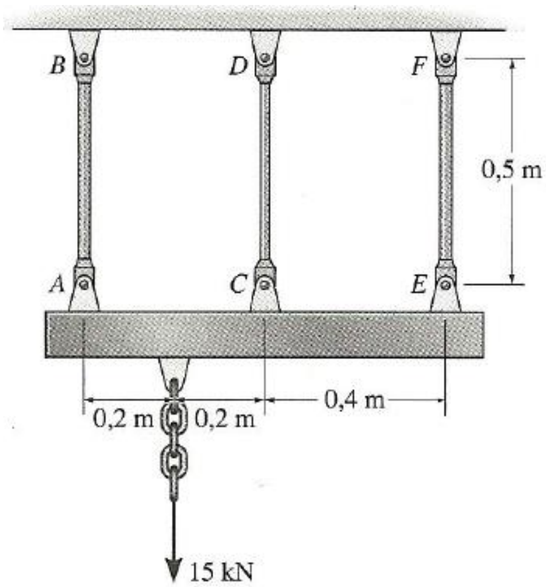


Resposta:

a) N_1 = 0,53 · H^3	*N_2 =* 0,44 · H^3	*(kN)*	*b) H =* 5,41 / 4,29 *(m)*

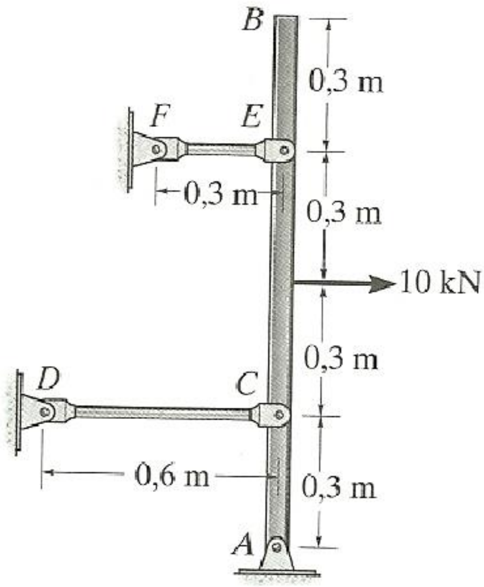


9. (Hibbeler RC) Os três cabos de aço de mesmo material mostrados na figura são acoplados a um elemento *rígido* por pinos. Supondo que a carga aplicada ao elemento seja de 15 kN, determinar a força desenvolvida em cada cabo. Cada um dos cabos AB e EF tem área da seção transversal de 25 mm^2, e o cabo CD tem área da seção transversal de 15mm^2.

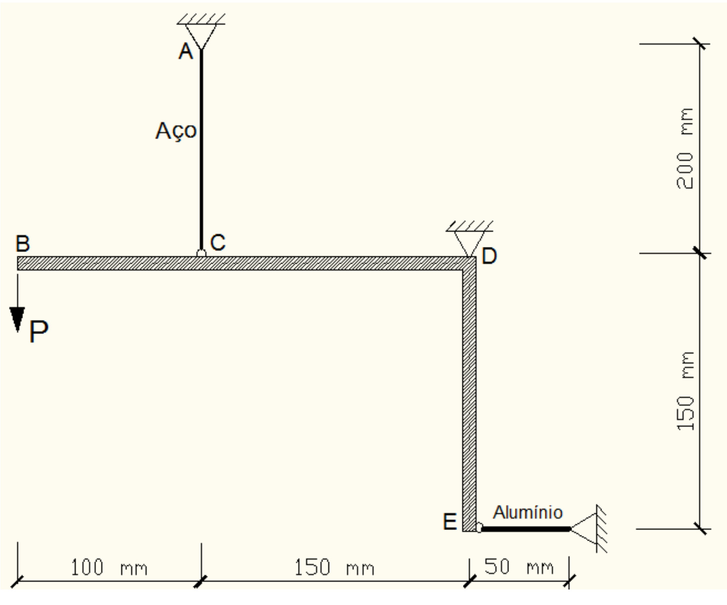


Resposta: F_{AB} = 9,52 kN; F_{CD} = 3,46 kN; F_{EF} = 2,02 kN

10. A barra rígida inicialmente vertical esta apoiada em A e as barras horizontais de alumínio de diâmetro de 5mm e módulo de elasticidade de 70 GPa estão apoiadas em D e F. Determine as reações para a força aplicada conforme indicado e o deslocamento horizontal de B.

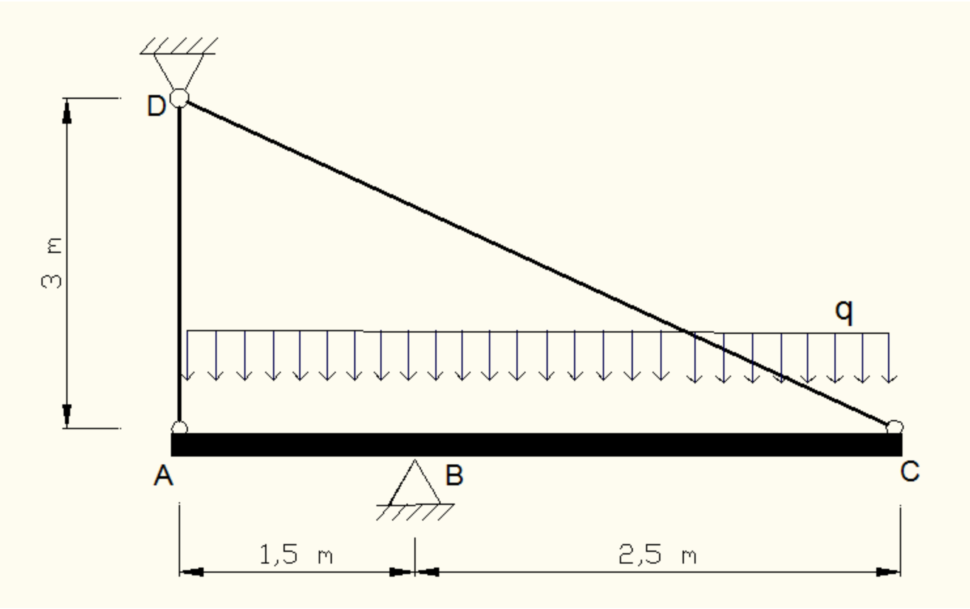


11. O elo rígido é suportado por um pino fixo em D, um arame de aço AC (com 200mm de comprimento sem deformação e área da seção transversal de 22,5mm^2), e por um pequeno bloco de alumínio (com 50mm de comprimento sem carga e área da seção transversal de 40mm^2). Supondo que o elo seja submetido à carga mostrada, determinar sua rotação em torno do pino D. Dar a resposta em radianos.
Dados: $E_{aço}$ = 200 GPa, E_{al} = 70 GPa, P = 707 N.

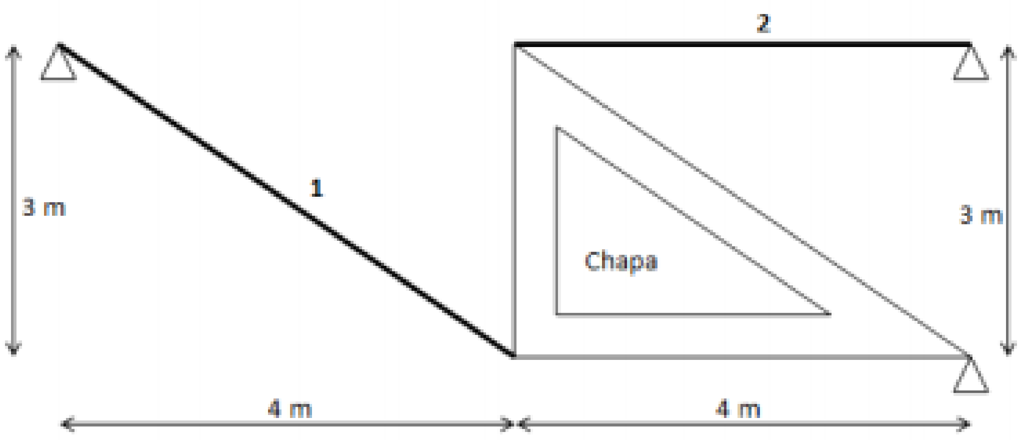


Resposta: θ_D =

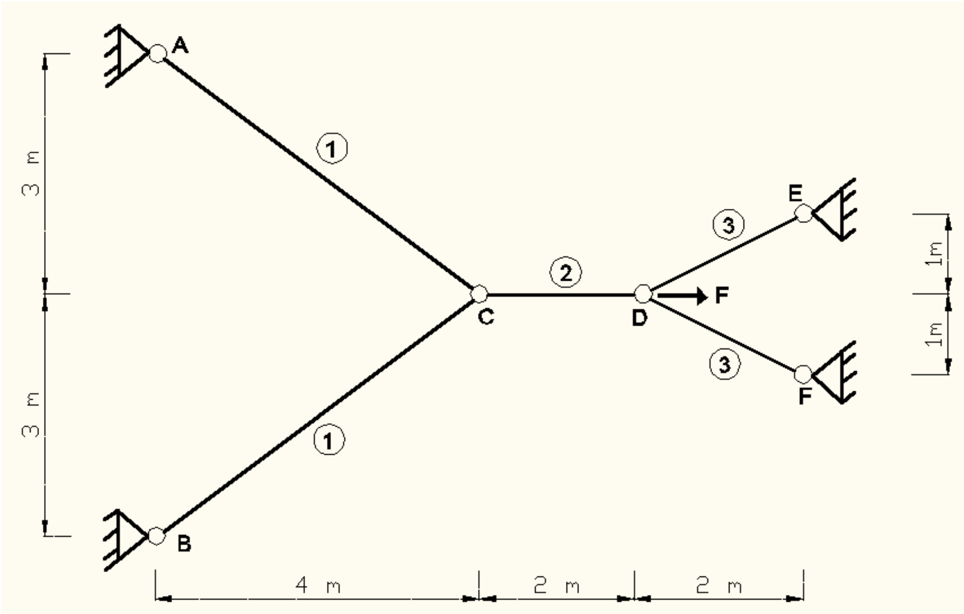
12. A barra AC é rígida e está apoiada em B e ligada pelas barras flexíveis AD e CD que são do mesmo material e com a mesma seção transversal. Determine a máxima carga distribuída (q_{max}) de modo que a barra rígida AC tenha, no máximo, uma rotação de 0,5°. Dado das barras flexíveis: EA = 1.10^4 kN.



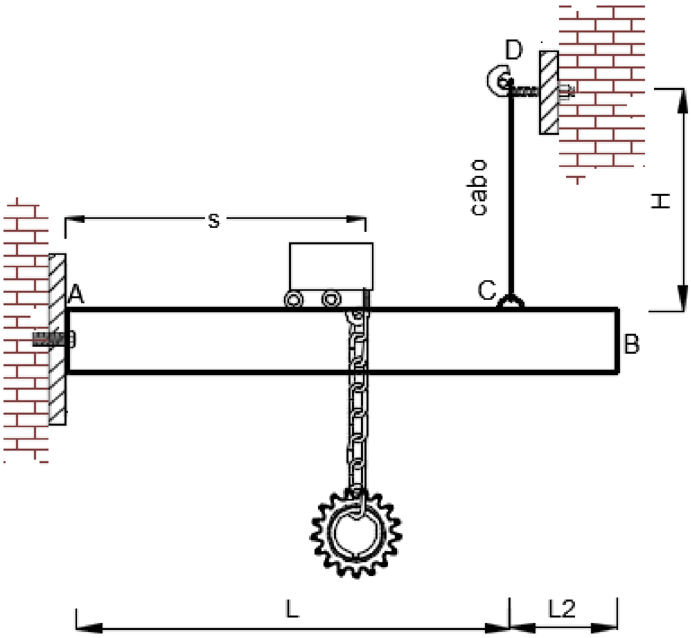
13. (H. Britto) A chapa triangular da figura é rígida. As barras 1 e 2 são constituídas do mesmo material, para o qual são conhecidos: $E = 10^3\ MPa$ (módulo de Young) e $\bar{\sigma} = 40\ MPa$ (tensão normal admissível). Tais barras têm a mesma seção transversal, de área A. Pede-se o valor de A. Dados: F = 100 kN; EA = 1.10^4 kN.



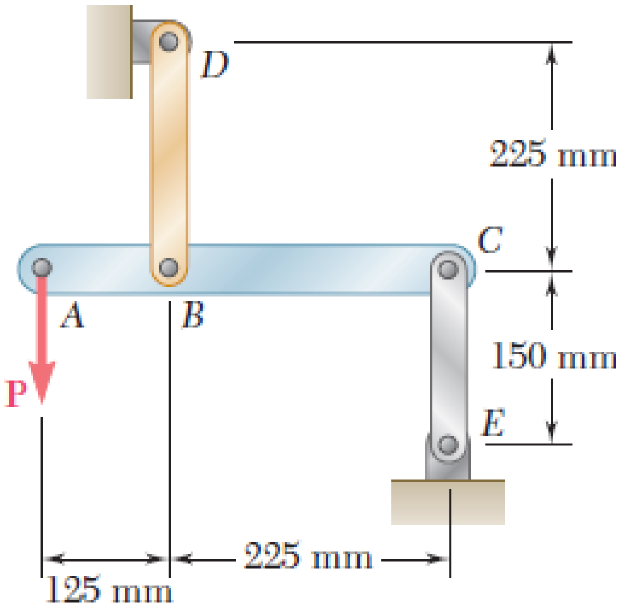
14. (H. Britto) Para a treliça a seguir, obter os esforços normais das barras (1), (2) e (3).
Dica: A treliça é hiperestática, tem que aplicar processo de Williot nos pontos C e D. As barras (1) e (2) estão sendo tracionadas e a barra (3) está comprimida.
Indicar as respostas no quadro indicado.



15. A **barra rígida AB** está apoiada em A e pelo cabo flexível CD. Sobre a barra AB tem um veículo que transporta uma corrente e uma roda dentada com peso total de 100 kN. Determine a distância máxima (***s***) com relação ao apoio A que o veículo pode estar localizado sobre a barra de modo que o maior deslocamento vertical do ponto B seja de 5 cm no máximo e que a tensão no cabo não supere a admissível de 200 MPa. Adote: L = 20 m, L2 = 4 m, H = 5 m, diâmetro do cabo = 20 mm, E_{cabo} = 20 GPa.



16. A barra BD é feita de bronze (E = 105 GPa) com seção transversal de 240 mm^2. A barra CE é feita de alumínio (E = 72 GPa) e sua seção transversal é de 300 mm^2. Sabendo que a **barra ABC é rígida**, determine a máxima força P que pode ser aplicada se o deslocamento vertical em A não pode exceder 0,35 mm.

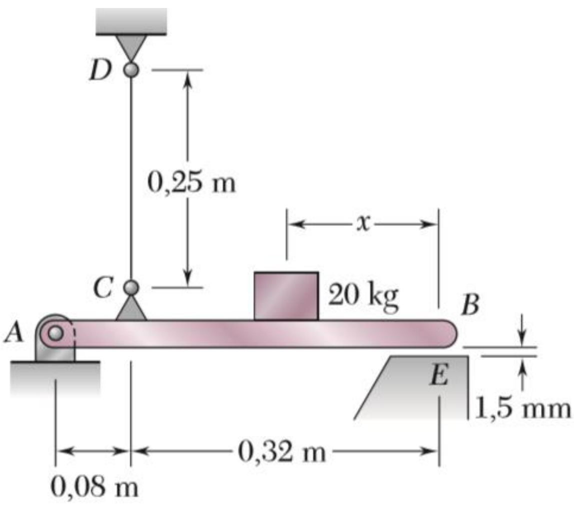


Resposta:

$P = 14.7381 \times 10^3$ N $\qquad$ $P = 14.74$ kN

17. (Beer J.)

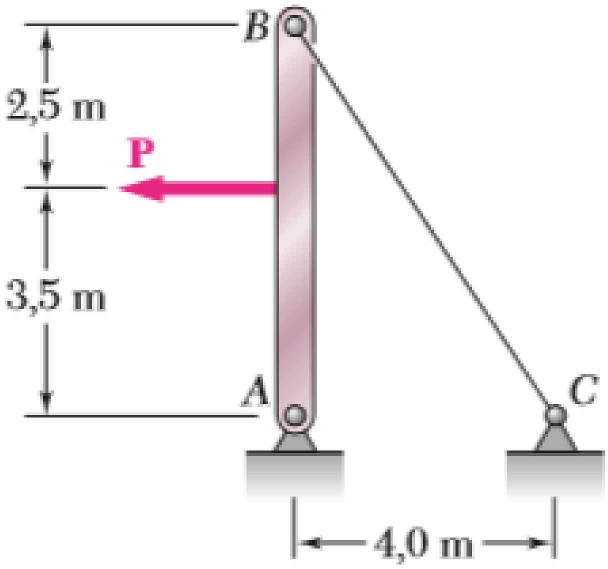
O comprimento do fio de aço *CD* de 2 mm de diâmetro foi ajustado de modo que, sem nenhuma força aplicada, existe um espaço de 1,5 mm entre a extremidade *B* da barra rígida *ACB* e um ponto de contato *E*. Sabendo que *E* = 200 GPa, determine onde deve ser colocado o bloco de 20 kg na barra rígida para provocar o contato entre *B* e *E*.



Resposta: x = 92,6 mm (g = 9,81m/s^2)

18. (Beer J.)

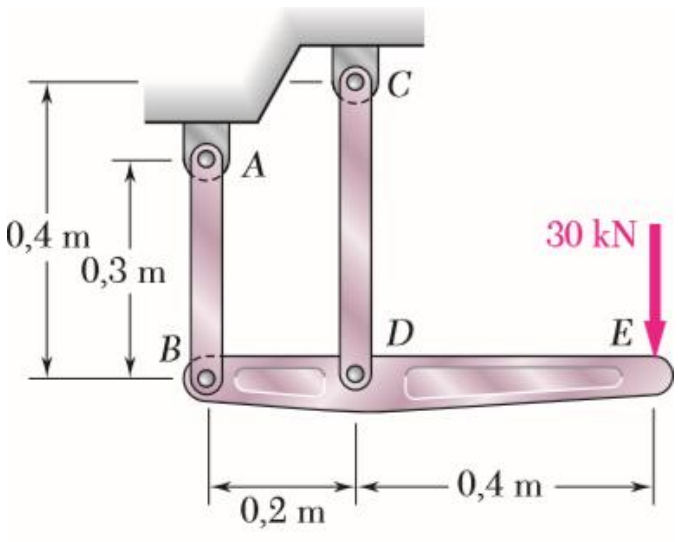
O cabo *BC* de 4 mm de diâmetro é feito de um aço com $E = 200$ GPa. Sabendo que a máxima tensão no cabo não pode exceder 190 MPa e que a deformação do cabo não deve exceder 6 mm, determine a máxima força **P** que pode ser aplicada conforme mostra a figura.



Resposta: P = 1989 N

19. (Beer J.)

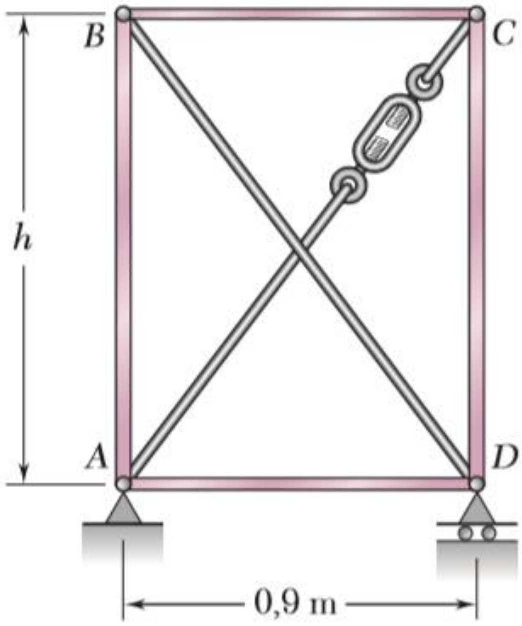
A barra rígida *BDE* é suspensa por duas barras *AB* e *CD*. A barra *AB* é de alumínio ($E = 70$ GPa) e tem uma seção transversal com área de 500 mm²; a barra *CD* é de aço ($E = 200$ GPa) e tem uma seção transversal com área de 600 mm². Para a força de 30 kN mostrada na figura, determine os deslocamentos dos pontos (*a*) *B*, (*b*) *D* e (*c*) *E*.



Resposta: (a) 0,514 mm; (b) 0,300 mm; (c) 1,928 mm

20. (Beer J.)

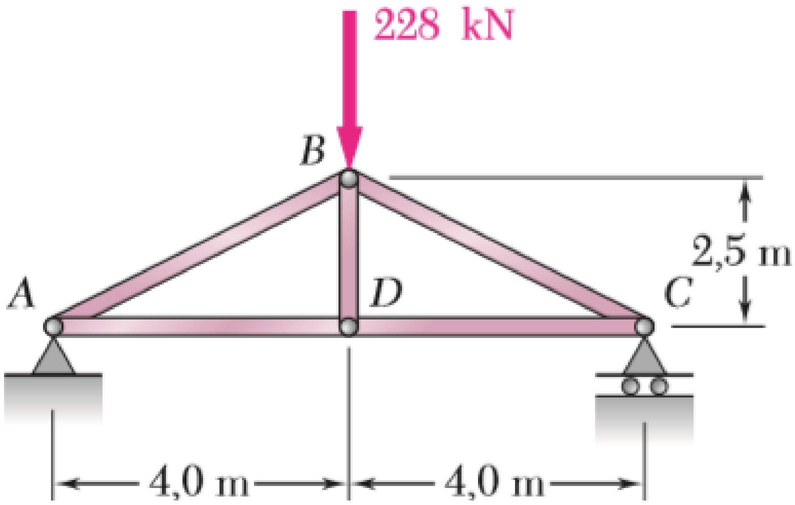
Os elementos *AB* e *CD* são barras de aço de 28,6 mm de diâmetro, e os elementos *BC* e *AD* são barras de aço de 22,2 mm de diâmetro. Quando o tensor é esticado, o elemento diagonal *AC* é posto sob tração. Sabendo que E = 200 GPa e h = 1 219 mm, determine a maior tração admissível em *AC* de modo que as deformações nos elementos *AB* e *CD* não excedam 1 mm.



Resposta: P = 131 kN

21. (Beer J.)

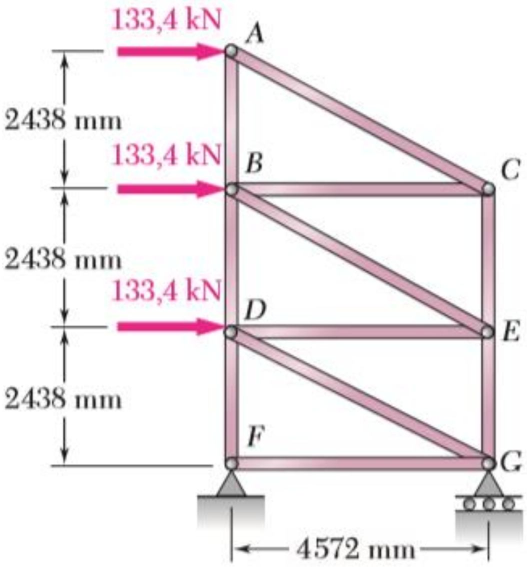
Para a treliça de aço (E = 200 GPa) e o carregamento mostrado, determine as deformações dos componentes *AB* e *AD*, sabendo que suas áreas de seção transversal são, respectivamente, 2 400 mm² e 1 800 mm².



Resposta: (a) -2,11mm; (b) 2,03 mm;

22. (Beer J.)

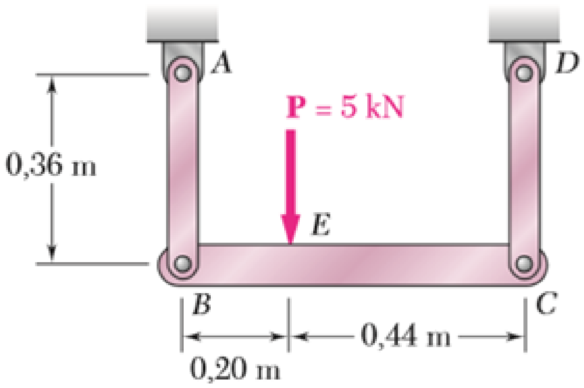
Para a treliça de aço (E = 200 GPa) e os carregamentos mostrados, determine as deformações dos componentes BD e DE, sabendo que suas áreas de seção transversal são, respectivamente, 1290 mm² e 1935 mm².



Resposta:

23. (Beer J.)

Cada uma das barras AB e CD é feita de alumínio (E = 75 GPa) e tem uma seção transversal com área de 125 mm². Sabendo que elas suportam a barra rígida BC, determine o deslocamento do ponto E.



Resposta: 0,1095 mm

24. (Beer J.)

Uma barra de alumínio de 1,5 m de comprimento não deve se alongar mais que 1 mm e a tensão normal não deve exceder 40 MPa quando a barra está submetida a uma força axial de 3 kN. Sabendo que $E = 70$ GPa, determine o diâmetro necessário para a barra.

25. (Beer J.)

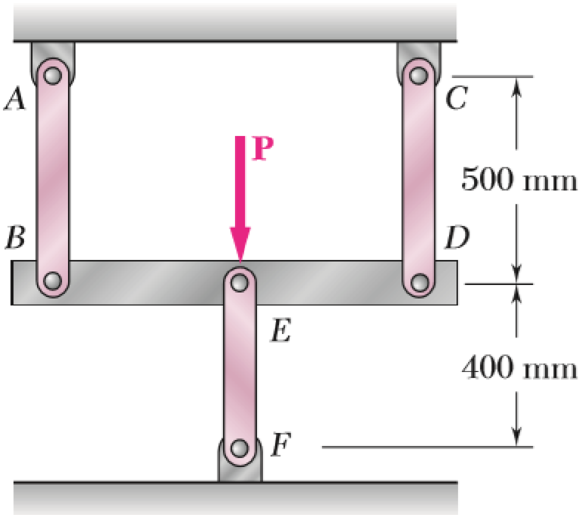
Uma barra de controle feita de alumínio alonga-se 2,032 mm quando uma força de tração de 2224 N lhe é aplicada. Sabendo que $\sigma_{adm} = 151{,}7$ MPa e $E = 69{,}6$ GPa, determine o menor diâmetro e o menor comprimento que poderão ser adotados para essa barra.

26. (Beer J.)

Uma barra de alumínio quadrada não deve se alongar mais de 1,4 mm quando submetida a uma força de tração. Sabendo que $E = 70$ GPa e que a resistência à tração admissível é 120 MPa, determine (*a*) o comprimento máximo admissível para a barra e (*b*) as dimensões necessárias para a seção transversal se a força de tração for de 28 kN.

27. (Beer J.)

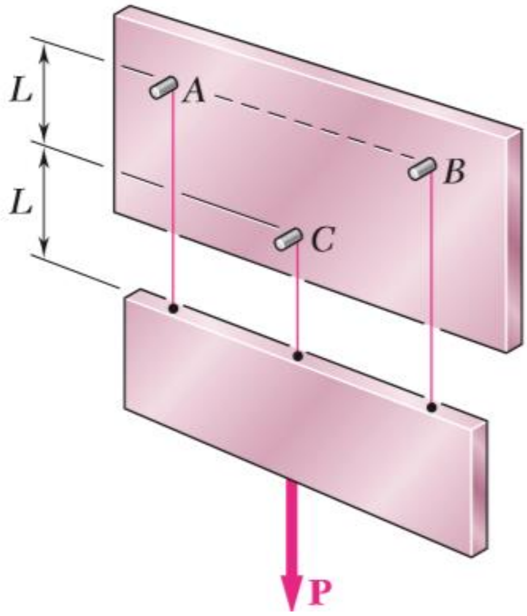
Três barras de aço ($E = 200$ GPa) suportam uma carga **P** de 36 kN. Cada uma das barras *AB* e *CD* tem uma área de seção transversal de 200 mm² e a barra *EF* tem uma área de seção transversal de 625 mm². Desprezando a deformação da barra BED, determine (*a*) a variação do comprimento da barra *EF* e (*b*) a tensão em cada barra.



Resposta: (a) 0,0762 mm; (b) $\sigma_{AB} = 30{,}5$ MPa e $\sigma_{EF} = 38{,}1$ MPa

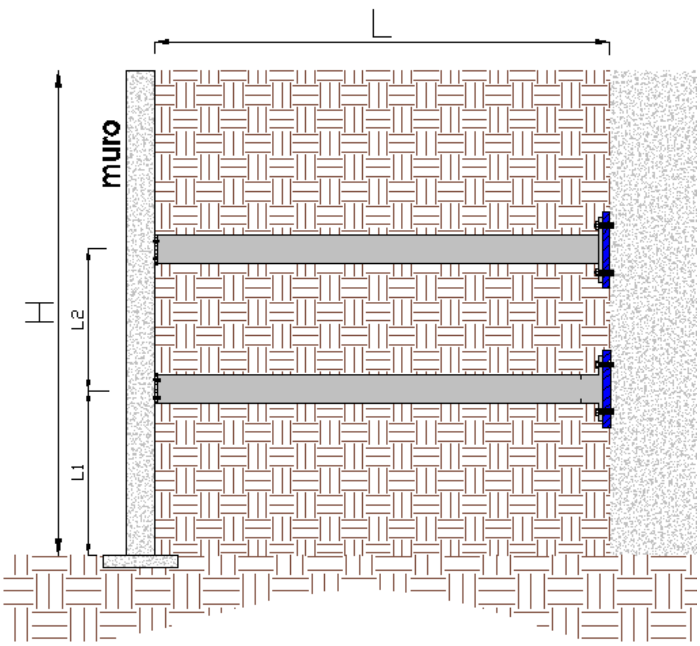
28. (Beer J.)

Três fios são utilizados para suspender a placa mostrada. Os fios A e B com diâmetro 3,175 mm são de alumínio e C é um fio de aço com diâmetro de 2,117 mm. Sabendo que a tensão admissível para o alumínio (E = 71,7 GPa) é 96,5 MPa e para o aço (E = 200 GPa) é 124,1 MPa, determine a máxima carga **P** que pode ser aplicada. Considere a mesma distância entre os fios.



Resposta: $F_A = P/(3{,}4802)$; $F_B = P/(1{,}8064)$; P = 0,789 kN

29. O muro de contenção de altura H e largura b está apoiado no solo e preso pelos tirantes horizontais de comprimento L, conforme indicação da figura. Ele está sujeito a ação do empuxo do solo que tem peso especifico de γ_{solo}. Sabe-se que a carga que o solo aplica no muro é linear, dada por: $q_e = \gamma_{solo} \cdot H \cdot b \cdot k_0$, com k_0 sendo o coeficiente de empuxo ativo. Considere muro rígido e que os tirantes tenham módulo de elasticidade de valor E, e área da seção transversal igual a A. Escreva os esforços normais dos tirantes e a inclinação do muro em termos dos parâmetros indicados.

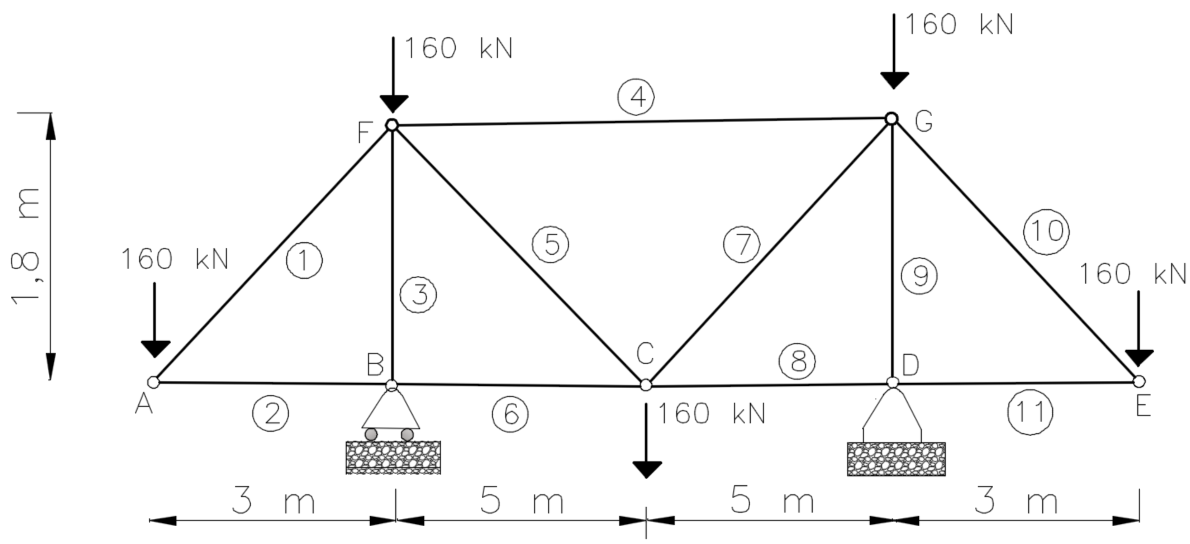


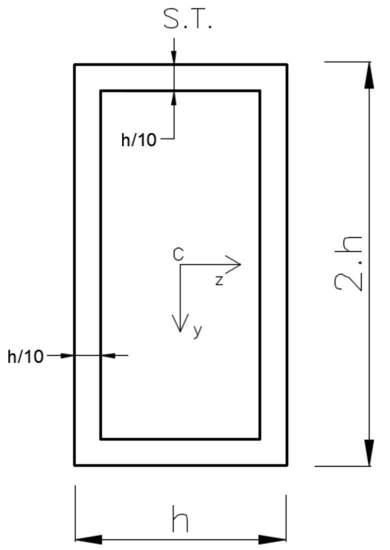
30. A ponte foi construída em estruturas de treliça, conforme figura. Considere a seção transversal vazada indicada e as tensões admissíveis do material empregado são de 300 MPa e 200 MPa, respectivamente, para tração e compressão. Obtenha:

a) O menor valor admissível de *h* para as barras da treliça. Adote um único *h* para todas as barras e obtenha o volume total de material (V_a);

b) Minimizando o consumo de material, usando *h* diferentes para cada barra, que atenda a condição admissível em cada barra. Obtenha o menor volume de material (V_b)

c) Indique a razão entre os consumos de volume dos itens (a) e (b), ou seja: V_a/V_b.



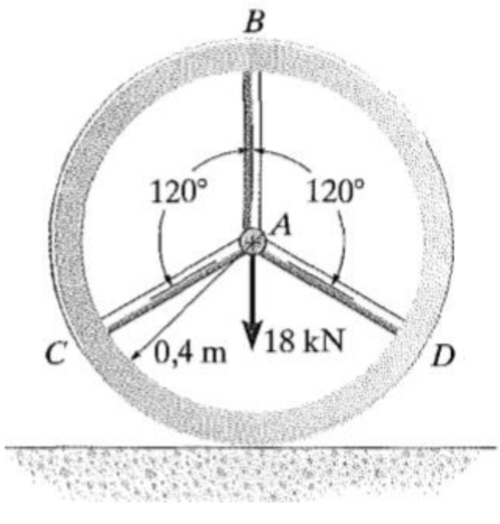


Seção transversal das barras

Resposta:

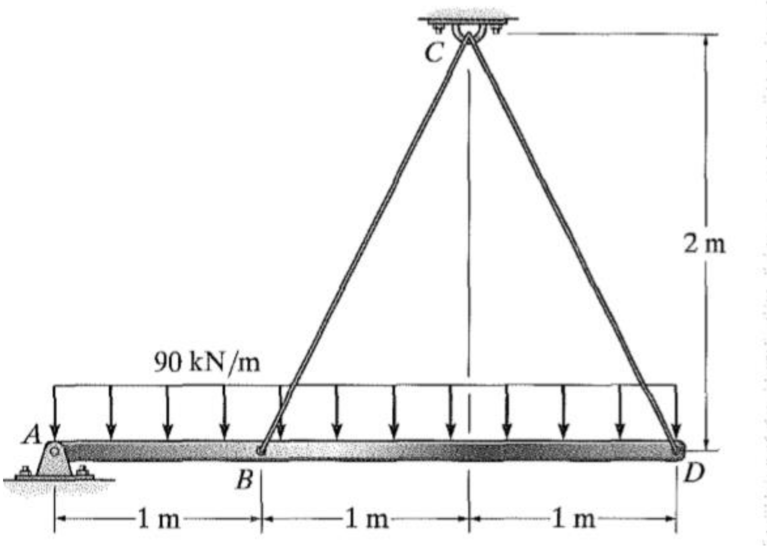
31. (Hibbeler RC)

A roda está sujeita à força de 18 kN transmitida pelo eixo. Determine a força em cada um dos três raios. Considere que o aro é rígido, que os raios são feitos do mesmo material e que cada um tem a mesma área de seção transversal.



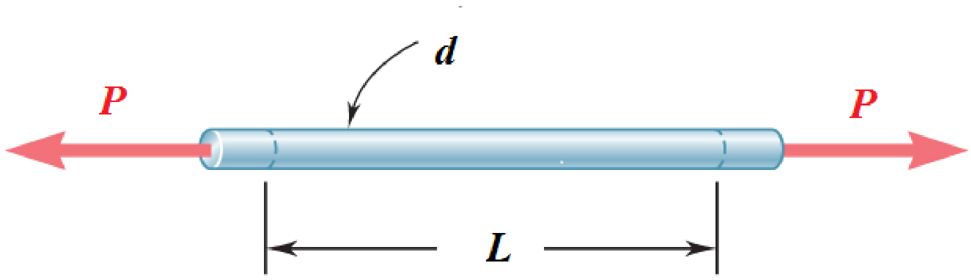
Resposta: F_{AB} = 12 kN (T); $F_{AC} = F_{AD}$ = 6 kN (C)

32. (Hibbeler RC). A posição original da barra rígida é horizontal e ela é sustentada por dois cabos com área de seção transversal de 36 mm^2 cada e E = 200 GPa. Determine a leve rotação da barra quando uma caga uniforme é aplicada.

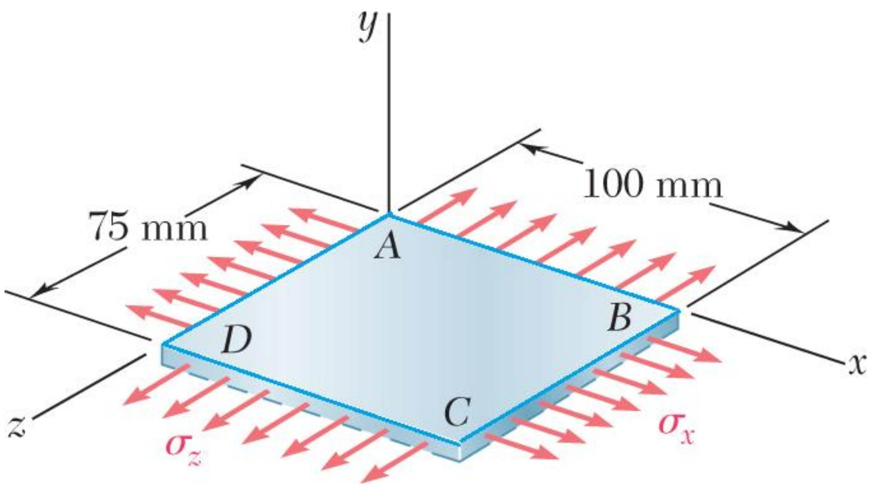


Resposta: $\Delta\theta = 0{,}180°$

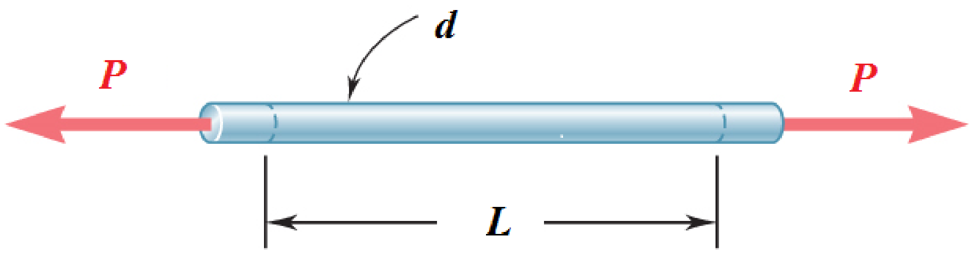
33. No ensaio de tração padrão, a barra de aço de diâmetro *d* = 25 mm está sujeita a força P = 1000 kN. Sabe-se que seu coeficiente de Poisson (ν) é 0,3 e E = 200 GPa. Determine (i) o alongamento da barra em um comprimento de referência L = 200 mm e (ii) a variação do diâmetro *d*.



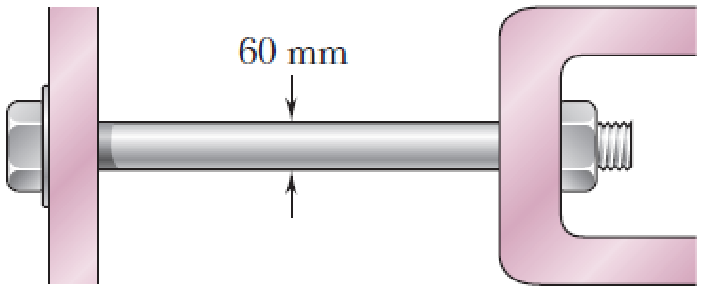
34. Uma fábrica usa uma estrutura inflada por ar e está sujeita a um carregamento biaxial que resulta em tensões normais σ_x = 120 MPa e σ_z = 160 MPa. Sabe-se que as propriedades do material são E = 87 GPa e ν = 0,34. Determine as variações de comprimento de (*i*) lado AB, (*ii*) lado BC e (*iii*) da diagonal AC.



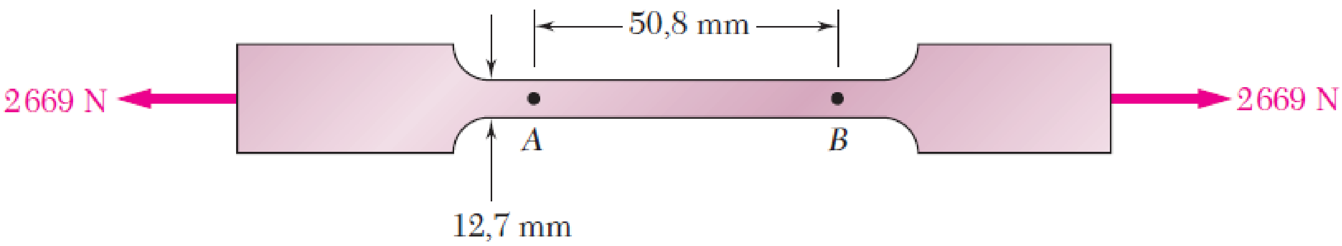
35. Um procedimento clássico de se obter as propriedades mecânicas do material é mediante o ensaio de tração padrão. Seja então um corpo de prova de uma barra formada por um polímero onde L = 120 mm, diâmetro *d* = 15 mm, e aplica-se uma carga de P = 3,5 kN. Para esse comprimento de referência L, mede-se nesse ensaio um alongamento de 11 mm no seu comprimento axial e um encurtamento diametral de 0,62 mm. Determine nesse ensaio o coeficiente de Poisson (ν) os módulos de elasticidade longitudinal e transversal.



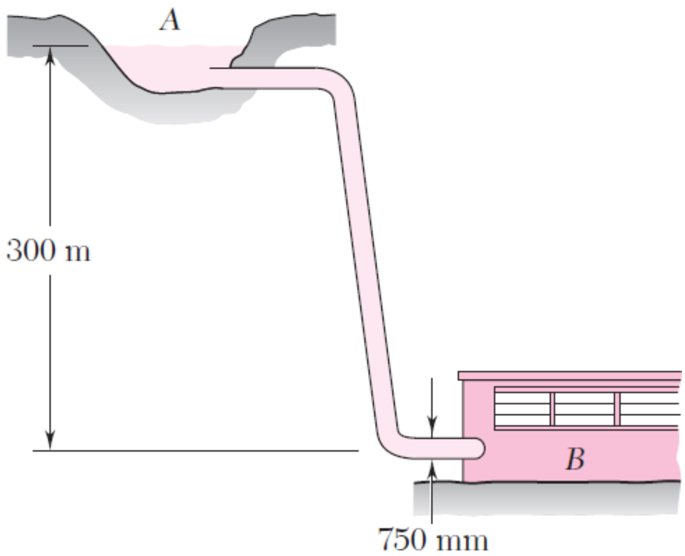
36. (Beer J.) A variação no diâmetro de um grande parafuso de aço é cuidadosamente medida enquanto a porca é apertada. Sabendo que *E*= 200 GPa e ν= 0,29, determine a força interna no parafuso, quando se observa que o diâmetro diminuiu em 13μmm.



37. (Beer J.) Uma força de tração de 2 669 N é aplicada a um corpo de prova feito de placa de aço plana de 1,588 mm (*E* = 200 GPa, ν = 0,30). Determine a variação resultante (*a*) no comprimento de referência de 50,8 mm, (*b*) na largura da parte *AB* do corpo de prova, (*c*) na espessura da parte *AB* e (*d*) na área da seção transversal da parte *AB*.



38. (Beer J.) Uma adutora de aço tem um diâmetro externo de 750 mm, uma espessura de parede de 12 mm, e conecta um reservatório em *A* com uma estação geradora de energia em *B*. Sabendo que a densidade da água é de 1000 kg/m^3, determine a tensão normal máxima na adutora sob condições estáticas. (Adote g = 9,81 m/s^2)



39. (Beer J.) Uma adutora de aço tem um diâmetro externo de 750 mm e conecta um reservatório em *A* com uma estação geradora de energia em *B*. Sabendo que a densidade da água é de 1000 kg/m^3 e que a tensão normal admissível no aço é de 85 MPa, determine a menor espessura de parede que pode ser usada para a adutora. (Adote g = 9,81 m/s^2)