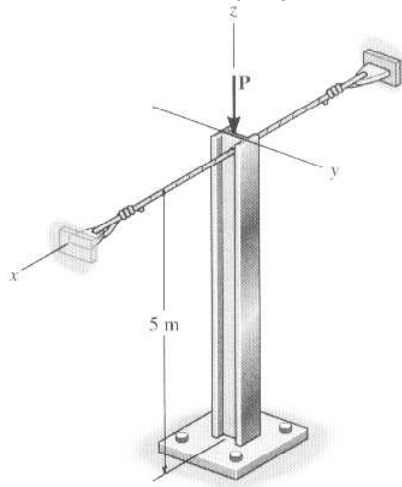


Lista 1

1. A coluna de alumínio mostrada na figura é engastada em sua base e fixada em seu topo por meios de cabos de forma a impedir seu movimento ao longo do eixo x. Determinar a maior carga de compressão que se pode aplicar no topo da barra para que o coeficiente de segurança a flambagem seja igual a 3.



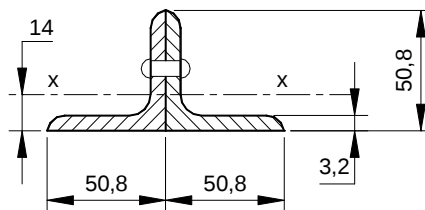
$$E = 70 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 215 \text{ MPa}$$

$$A = 7500 \text{ mm}^2$$

$$I_x = 61,3 \times 10^6 \text{ mm}^4 \quad I_y = 23,2 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Resposta – P = 141 kN

2. Duas cantoneiras de aço com 51 x 51 x 3 mm, com 2,75m de comprimento devem ser usadas como uma coluna de extremidades simplesmente apoiadas. Determinar a máxima carga de compressão que esta coluna pode suportar quando se deseja que o coeficiente de segurança seja 2 em relação a flambagem, nas seguintes situações:
- As duas cantoneiras não são unidas e cada uma atua como membro independente
 - As duas cantoneiras são unidas como mostra a figura, para atuar como um único membro.

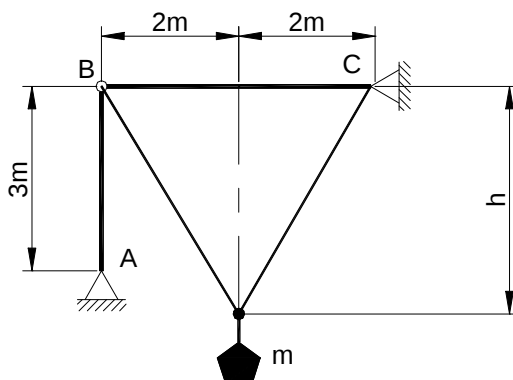


Resposta

a. P = 16,8 kN

b. P = 41,4 kN

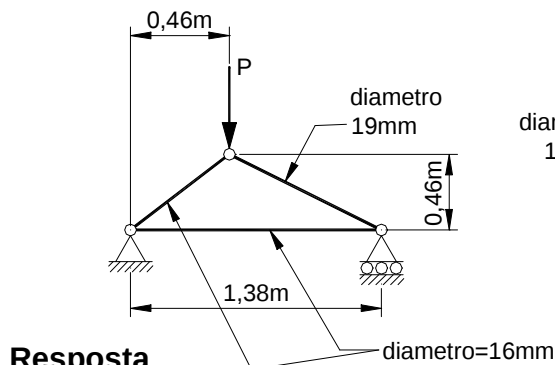
3. As barras AB e BC da figura são tubos de alumínio com 8mm de espessura e diâmetro externo de 100mm. Sabendo-se que a massa **m** aplicada no ponto D é igual a 900kg, determinar a máxima altura **h** para que o coeficiente de segurança seja igual a 4,3.



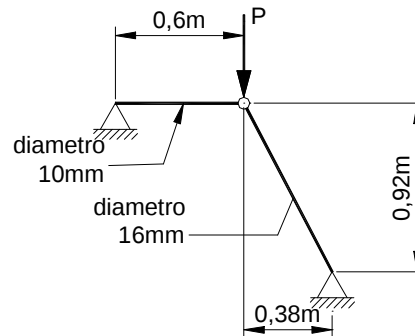
Resposta h = 3,56 m

Lista 1

4. Determinar, para as estruturas abaixo, o máximo valor da carga P que se pode aplicar para que o coeficiente de segurança seja igual a 3, quando se sabe que as barras são feitas de aço de baixo carbono (ABNT-1020). Considerar a flambagem apenas no plano da estrutura.



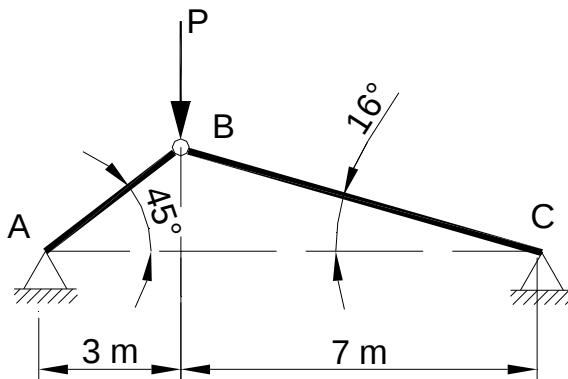
Resposta
 $P=5,2\text{kN}$



Resposta
 $P=1,96\text{kN}$

5. A treliça da figura é constituída por barras circulares de 100 mm de diâmetro. Determine, com segurança igual a 2, a máxima carga P que se pode aplicar na estrutura.

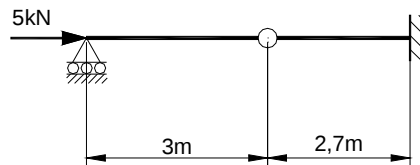
$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa} \quad \alpha = 1,1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$



Resposta
 $P_{\text{máx}}=185 \text{ kN}$

6. A barra da figura deve ser construída com um material que possui as características apresentadas abaixo e deve possuir seção quadrada. Determinar, com segurança igual a 1,5 qual o tamanho do lado desta seção.

$$E = 300 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa} \quad I_y = I_z = \frac{a^4}{12}$$



Resposta
a = 26 mm

7. As barras de uma treliça são construídas com cantoneiras de abas iguais. A pior situação de carga ocorre em uma barra de dois metros de comprimento onde a força de compressão é igual a 20kN. Determinar o perfil que devemos usar para esta situação para que a segurança a flambagem seja igual a 4.

$$E = 200\text{GPa} \quad \sigma_e = 240\text{MPa} \quad \sigma_p = 200\text{MPa}.$$

Resposta - Perfil L51x51x9,5

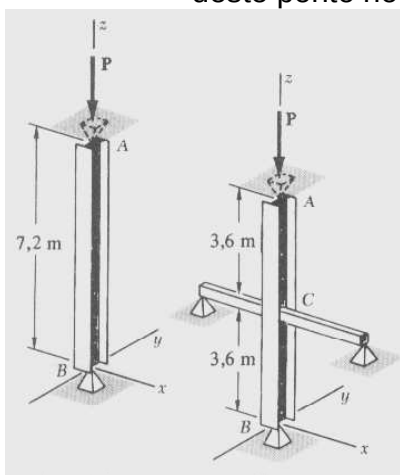
8. Uma barra de seção circular com 30 mm de diâmetro é mantida entre paredes indeslocáveis. Determinar qual a variação de temperatura que causa nas seções da barra a tensão necessária para a flambagem.

$$E = 200\text{GPa} \quad \sigma_e = 240\text{MPa} \quad \sigma_p = 200\text{MPa} \quad \alpha = 1,1 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$$

Resposta - 100 °C.

9. A coluna AB da figura é feita com um perfil laminado W 250 x 58 cujas propriedades são fornecidas abaixo. Determinar com segurança 1,9 a máxima carga P que se pode aplicar quando:

- O comprimento de flambagem é 7,2m em todas as direções
- Um travamento é colocado no ponto médio C para evitar o movimento deste ponto no plano xz.



$$A = 7420 \text{ mm}^2 \quad i_x = 108,5 \text{ mm} \quad i_y = 50,3 \text{ mm}$$

$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 250 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa}$$

Resposta

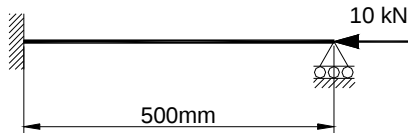
a P= 373 kN

b P= 835 kN

Lista 1

10. Uma barra de 500mm de comprimento deve suportar uma força de compressão igual a 10kN, como mostra a figura abaixo. Determinar, com segurança 2, qual deve ser o diâmetro da barra.

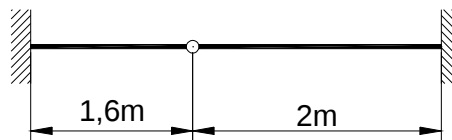
$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa}$$



Resposta
d = 10 mm
 (usando aproximação pela parábola)

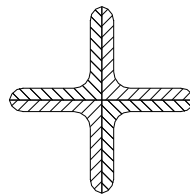
11. As barras de seção circular são montadas como mostra a figura abaixo. Determinar qual o diâmetro que devem ter estas barras para que, com segurança igual a 3 seja possível aquecer o conjunto de 60 °C.

$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa} \quad \alpha = 1,1 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$



12. Quatro cantoneiras de 76x76x6 mm de liga de alumínio, com 2m de comprimento, montadas de maneira que a seção transversal fique da forma mostrada na figura, constituem uma coluna. Usando coeficiente de segurança igual a 2, determinar a maior carga admissível a flambagem.

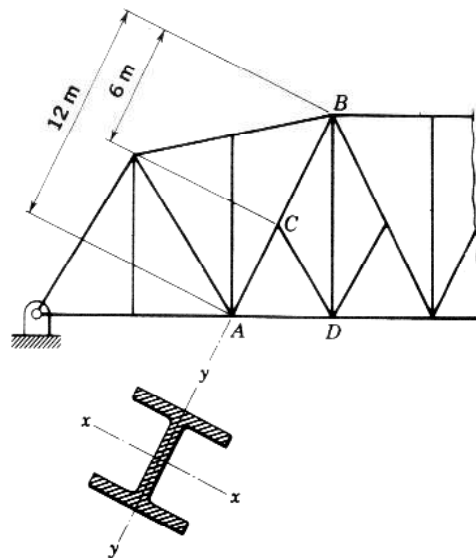
$$E = 70 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 215 \text{ MPa}$$



Resposta
P = 319 kN.

13. Um membro comprimido da treliça da figura é um perfil I de aço 254x67 com o eixo x-x no plano da treliça. Esta barra é contínua de A até B. Determine a maior carga permitida na barra com coeficiente de segurança igual a 2.

$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa}$$

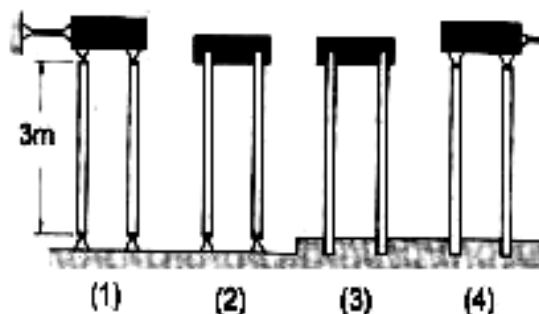


14. Uma barra de aço tem seção transversal circular com 50mm de diâmetro. Ela é articulada nas extremidades e está sujeita a compressão axial. Sabendo-se que o limite de proporcionalidade é 300MPa e que o módulo de elasticidade do material é 206GPa, determinar o comprimento mínimo que a barra pode ter para que seja válida a equação de Eüler. Determinar, também, o valor da carga de flambagem correspondente a esse comprimento?

Resposta

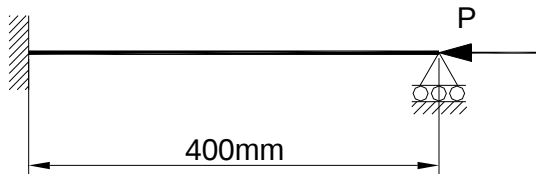
$$l = 1030 \text{ mm} \quad P = 6 \times 10^5 \text{ kN.}$$

15. Determinar a temperatura de aquecimento que promove a flambagem de uma barra de aço bi-rotulada com 10m de comprimento e 25mm de diâmetro (coeficiente de dilatação térmica = $10,8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, módulo de elasticidade = 206 GPa).
16. Um bloco rígido de massa m pode ser suportado por das colunas das quatro maneiras indicadas na figura. Cada coluna é constituída de um tubo de alumínio com parede de 4mm de espessura e diâmetro externo de 36mm. Usando um coeficiente de segurança igual a 2,5 e $E=70\text{GPa}$, determinar a carga admissível para cada condição de apoio.



17. A barra da figura é feita com aço ST37 e possui seção transversal circular com diâmetro igual a 50 mm. Determinar, com segurança igual a 3, qual a máxima carga de compressão que pode ser aplicada na barra.

$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa}$$



Resposta

$$P = 156 \text{ kN}$$

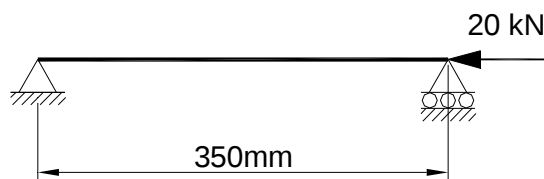
(usando aproximação pela parábola)

$$P = 181 \text{ kN}$$

(usando aproximação por Tetmajer)

18. A barra da figura possui seção transversal retangular com relação entre a altura e a largura igual a 1,5. Determinar, com segurança igual a 2, as dimensões da seção.

$$E = 70 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 140 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 100 \text{ MPa}$$



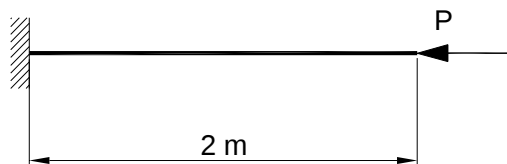
Resposta

$$h = 384 \text{ mm}$$

(usando aproximação pela parábola)

19. A barra da figura é feita com aço ST37 e possui seção transversal retangular de largura igual a 50 mm e altura igual a 80 mm. Determinar qual a carga de compressão P que causa flambagem na barra.

$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa}$$

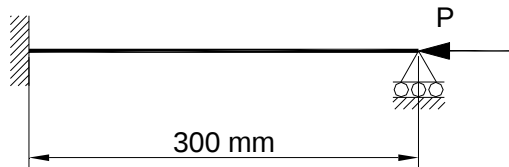


Resposta

$$P = 102 \text{ kN}$$

20. A barra da figura é feita com aço ST37 e possui seção transversal circular com diâmetro igual a 12 mm. Determinar, com segurança igual a 2, qual a máxima carga de compressão que pode ser aplicada na barra.

$$E = 200 \text{ GPa} \quad \sigma_e = 240 \text{ MPa} \quad \sigma_p = 200 \text{ MPa}$$



Resposta

$$P = 12,4 \text{ kN}$$

(usando aproximação pela parábola)

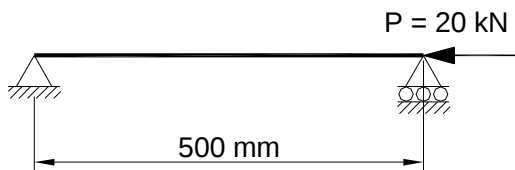
$$P = 12,5 \text{ kN}$$

(usando aproximação por Tetmajer)

21. A barra da figura deve ser construída com uma seção transversal retangular cuja relação entre a altura e a base é igual a 1,5. Sabe-se que o material desta barra é alumínio, cujo λ_{lim} é igual a 66. Determinar as dimensões da seção transversal, quando se deseja aplicar com segurança igual a 2, uma força de compressão de 20 kN.

$$E = 70 \text{ GPa}.$$

OBS - Se necessário usar aproximação de Tetmajer.



Resposta

$$B = 18 \text{ mm}$$

$$H = 27 \text{ mm}$$