

Seção 7 (Flexão) - Exemplos dados em aula

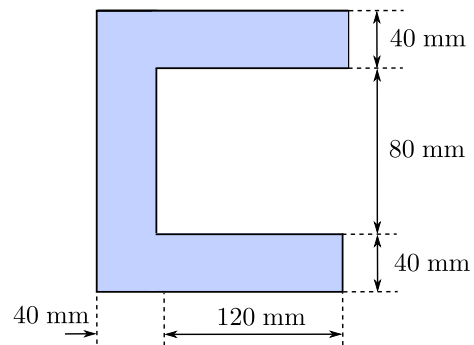
Prof. Marcos S. Lenzi

May 24, 2016

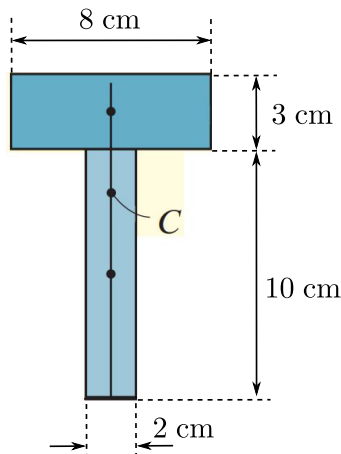
Exemplo 7.1 - Considere uma barra de aço com seção transversal retangular conforme mostrado abaixo submetida a dois momentos fletores iguais e opostos. Determine a intensidade do momento fletor de tal modo que não cause escoamento na barra ($\sigma_{esc} = 200$ MPa). [Resposta: $I_{EN} = 36 \times 10^{-8} \text{ m}^4$; $M = 2976 \text{ N.m}$]



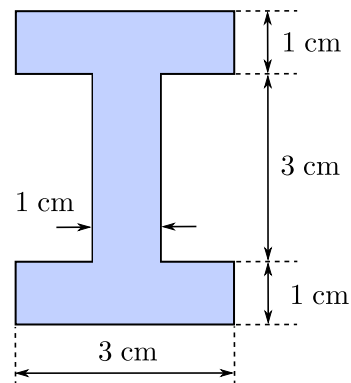
Exemplo 7.3 - Determine a posição do centróide do perfil C. [Resposta: $C(\bar{z}, \bar{y}) = C(68 \text{ mm}, 0)$ considerando o eixo z horizontal inicial na face esquerda do perfil e passando pelo eixo de simetria, eixo y vertical apoiado na face esquerda do perfil]



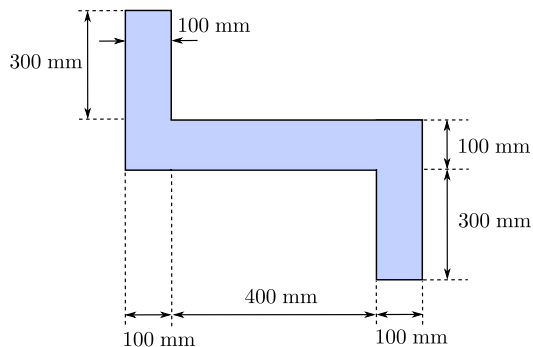
Exemplo 7.2 - Determine a posição do centróide do perfil T. [Resposta: $C(\bar{z}, \bar{y}) = C(0, 8.55 \text{ cm})$ considerando o eixo z na linha inferior do perfil e o eixo y vertical passando no eixo de simetria do perfil]



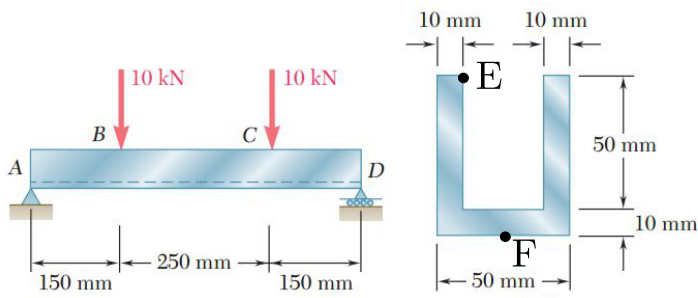
Exemplo 7.4 - Determine o momento de inércia de área do perfil I abaixo em torno do eixo neutro horizontal (que passa pelo centróide). [Resposta: $I_{EN} = 26.75 \text{ cm}^4$]



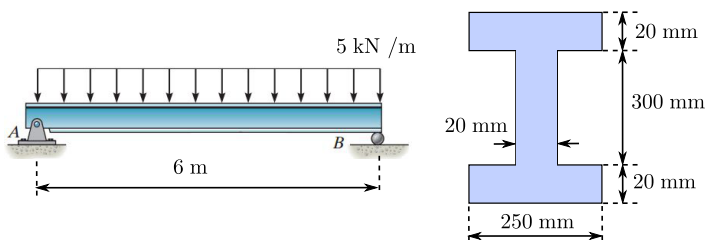
Exemplo 7.5 - Determine o momento de inércia de área do perfil abaixo em torno do eixo neutro horizontal (que passa pelo centróide). [Resposta: $I_{EN} = 2.9 \times 10^9 \text{ mm}^4$]



Exemplo 7.6 - Determine a máxima tensão normal nos pontos E e F indicados na figura abaixo. [Resposta: $\sigma_E = 102.439 \text{ MPa}$ (compressão); $\sigma_F = 73.142 \text{ MPa}$ (tração)]

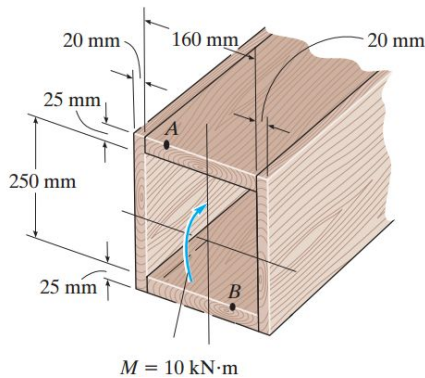


Exemplo 7.7 - Determine a máxima tensão normal desenvolvida na viga. [Resposta: $I_{EN} = 3.013 \times 10^{-4} \text{ m}^4$; $\sigma_{\text{máx}} = 12.69 \text{ MPa}$]

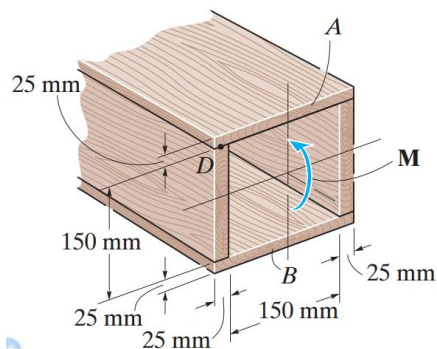


Seção 7 (Flexão) - Lista de exercícios

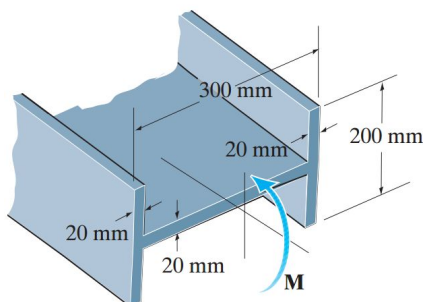
Exercício 7.1 - Uma viga é construída de quatro peças de madeira coladas. Se o momento atuando na seção transversal é 10 kN.m, determine as tensões normais nos pontos A e B indicados na figura abaixo. [Resposta: $\sigma_A = 6.21$ MPa (compressão); $\sigma_B = 5.17$ MPa (tração)]



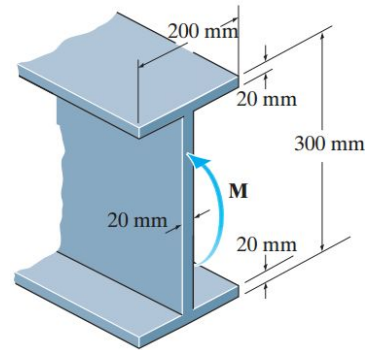
Exercício 7.2 - Determine o momento M que deve ser aplicado na seção transversal da viga para que seja criada uma tensão compressiva no ponto D de $\sigma_D = 30$ MPa. [Resposta: $M = 36.5$ kN.m]



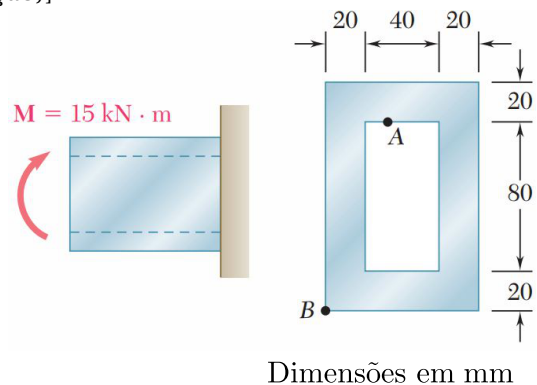
Exercício 7.3 - Se a viga está sujeita a um momento fletor de $M = 20$ kN.m, determine a máxima tensão na viga. [Resposta: $I_{EN} = 26.84 \times 10^{-6}$ m⁴; $\sigma_{m\acute{a}x} = 74.5$ MPa]



Exercício 7.4 - Se a viga está sujeita a um momento fletor de $M = 50$ kN.m, determine a máxima tensão na viga. [Resposta: $I_{EN} = 0.18636 \times 10^{-3}$ m⁴; $\sigma_{m\acute{a}x} = 40.2$ MPa]

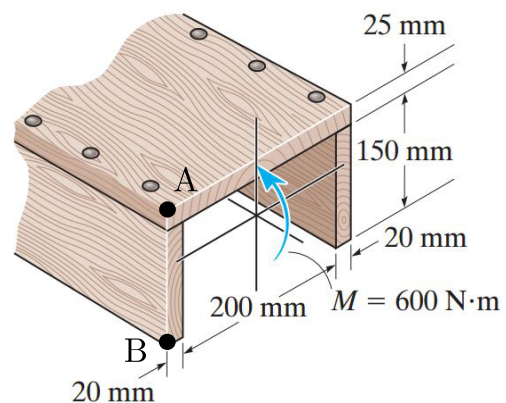


Exercício 7.5 - Determine as tensões normais nos pontos A e B indicados na figura abaixo. [Resposta: $\sigma_A = 61.14$ MPa (compressão); $\sigma_B = 91.71$ MPa (tração)]

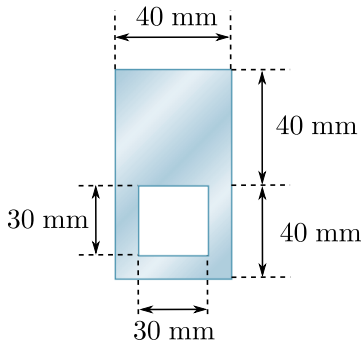


Dimensões em mm

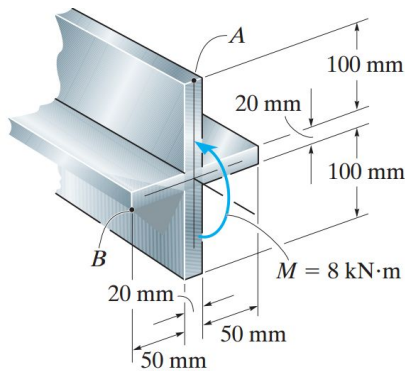
Exercício 7.6 - Se o momento agindo na seção transversal da viga é $M = 600$ N.m, determine as tensões normais nos pontos A e B indicados na figura abaixo. [Resposta: $\sigma_A = 0.9774$ MPa (compressão); $\sigma_B = 2.0633$ MPa (tração)]



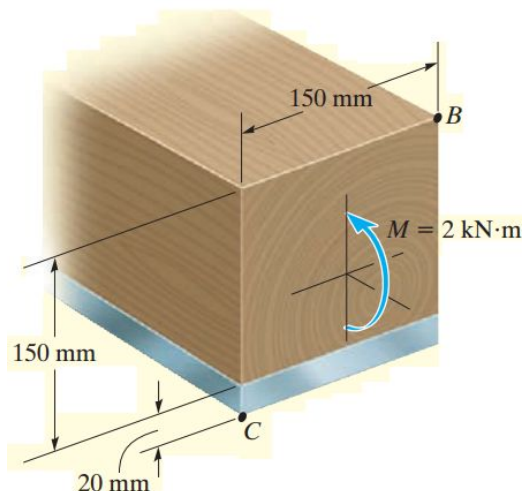
Exercício 7.7 - Para a viga mostrada na figura, determine o maior momento fletor que pode ser aplicado se as tensões admissíveis à tração e à compressão valem, respectivamente, 120 MPa e 150 MPa. [Resposta: $M = 330 \text{ N.m}$]



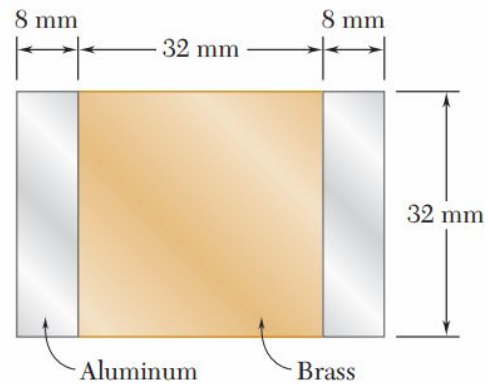
Exercício 7.8 - Considere uma viga de alumínio está sujeita a um momento fletor de $M = 8 \text{ kN.m}$. Determine a máxima tensão normal devido a flexão pura desenvolvida na viga. [Resposta: $I_{EN} = 17.8133 \times 10^{-6} \text{ m}^4$; $\sigma_{\text{máx}} = 49.4 \text{ MPa}$]



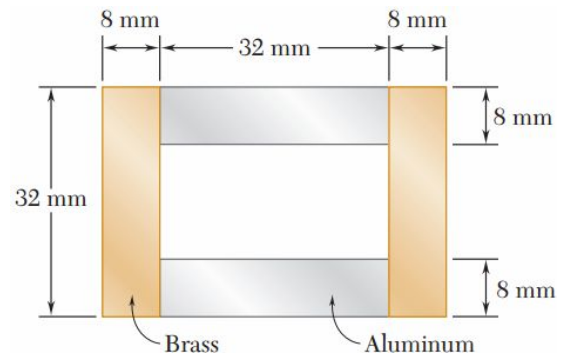
Exercício 7.9 - Considere uma viga composta de madeira ($E_m = 12 \text{ GPa}$) e aço ($E_{\text{aço}} = 200 \text{ GPa}$), na porção inferior. Determine as tensões normais desenvolvidas nos pontos B e C da viga. [Resposta: $I_{EN} = 9.36 \times 10^{-6} \text{ m}^4$; $\sigma_B = -1.71 \text{ MPa}$, $\sigma_C = 7.77 \text{ MPa}$]



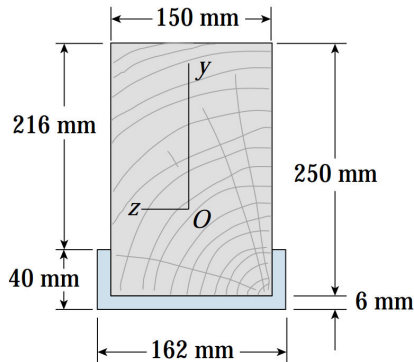
Exercício 7.10 - Considere uma viga composta de alumínio e bronze coladas com seção transversal conforme mostrado abaixo. Sabendo que os módulos de elasticidade de cada material são $E_{\text{al}} = 70 \text{ GPa}$ e $E_{\text{br}} = 105$, e que as tensões normais admissíveis são $\sigma_{\text{adm,al}} = 100 \text{ MPa}$ e $\sigma_{\text{adm,br}} = 160 \text{ MPa}$, determine o máximo momento fletor permitido sobre o eixo horizontal do perfil. [Resposta: Considerando a homogeneização em termos do bronze ($n = 0.666$), $I_{EN} = 1.16508 \times 10^{-7} \text{ m}^4$, $M = 1092.27 \text{ N.m}$; Considerando a homogeneização em termos do alumínio ($n = 1.5$), $I_{EN} = 1.747626 \times 10^{-7} \text{ m}^4$, $M = 1092.27 \text{ N.m}$]



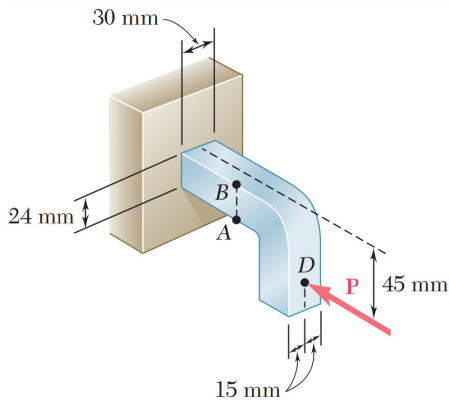
Exercício 7.11 - Considere uma viga composta de alumínio e bronze coladas com seção transversal conforme mostrado abaixo. Sabendo que os módulos de elasticidade de cada material são $E_{\text{al}} = 70 \text{ GPa}$ e $E_{\text{br}} = 105$, e que as tensões normais admissíveis são $\sigma_{\text{adm,al}} = 100 \text{ MPa}$ e $\sigma_{\text{adm,br}} = 160 \text{ MPa}$, determine o máximo momento fletor permitido sobre o eixo horizontal do perfil. [Resposta: Considerando a homogeneização em termos do bronze ($n = 0.666$), $I_{EN} = 9.466311 \times 10^{-8} \text{ m}^4$, $M = 887.47 \text{ N.m}$; Considerando a homogeneização em termos do alumínio ($n = 1.5$), $I_{EN} = 1.41995 \times 10^{-7} \text{ m}^4$, $M = 887.47 \text{ N.m}$]



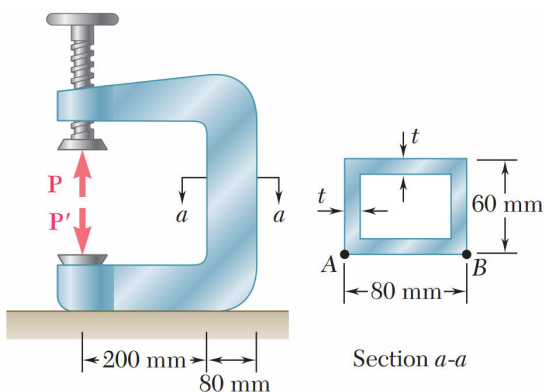
Exercício 7.12 - Uma viga de madeira com seção transversal 150 mm × 250 mm é reforçada por um canal de alumínio. Se as tensões normais admissíveis na madeira e no alumínio são 8 MPa e 38 MPa, respectivamente, e se os módulos de elasticidade longitudinais possuem razão 1 : 6, qual é o máximo momento fletor admissível na viga [Resposta: Considerando a homogeneização em termos do alumínio ($n = \frac{1}{6}$), $\bar{y} = 108.92$ mm (em relação à base do canal); $I_{EN} = 4.9558 \times 10^{-5}$ m⁴; $M_{adm} = 16.17$ kN.m]



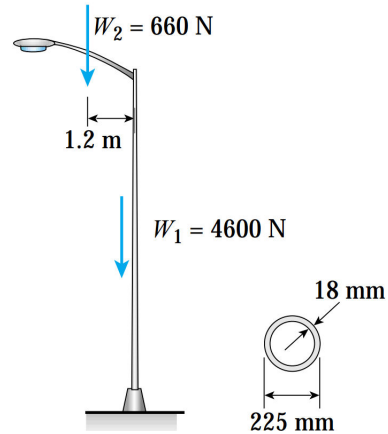
Exercício 7.13 - Sabendo que a magnitude da força horizontal **P**, aplicada no ponto **D**, é 8 kN, determine as tensões normais nos pontos **A** e **B**. [Resposta: $\sigma_A = 102.78$ MPa (C); $\sigma_B = 80.56$ MPa (T)]



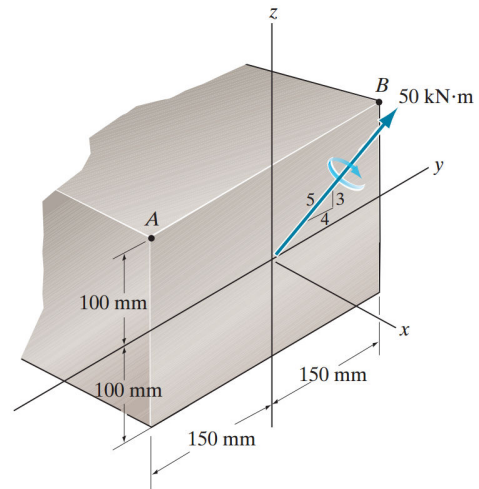
Exercício 7.14 - A porção vertical da morsa abaixo possui seção transversal retangular vazada com espessura $t = 10$ mm. Sabendo que a força exercida por uma amostra na morsa é $P = 20$ kN, determine as tensões normais nos pontos **A** e **B**. [Resposta: $I_{EN} = 1.84 \times 10^{-6}$ m⁴; $\sigma_A = 112.68$ MPa (T); $\sigma_B = 96.01$ MPa (C)]



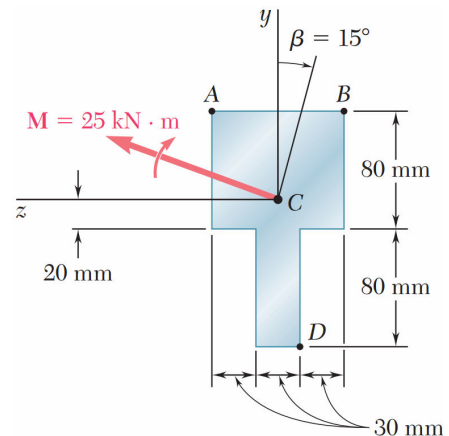
Exercício 7.15 - Um poste de luz de alumínio possui um peso de 4600 N e suporta uma haste com peso $W_2 = 660$ N. O centro de gravidade da haste está a 1.2 m do eixo longitudinal do poste. Determine a máxima tensão normal de tração e compressão no poste (na base) devido às forças peso. [Resposta: $\sigma_{tração} = 960$ kPa; $\sigma_{compressão} = -1860$ kPa]



Exercício 7.16 - Determine as tensões normais desenvolvidas nos pontos **A** e **B**. Qual é a orientação do eixo neutro? [Resposta: $\sigma_A = 30$ MPa (T); $\sigma_B = 10$ MPa (T); $\theta = 71.6^\circ$]



Exercício 7.17 - Determine as tensões normais desenvolvidas nos pontos **A**, **B** e **C**. [Resposta: $\sigma_A = -29.3$ MPa; $\sigma_B = -144.8$ MPa; $\sigma_C = -125.9$ MPa]



Exercício 7.18 - Determine as tensões normais desenvolvidas nos pontos A e B , e a orientação do eixo neutro. Note que a localização do coordenada \bar{y} do centroíde C deve ser determinada. [Resposta: $\bar{y} = 57.4$ mm; $\sigma_A = 1.30$ MPa (C); $\sigma_B = 0.587$ MPa (T); $\phi = -3.74^\circ$ a partir do eixo positivo z]

