	CONCURSO ITA 2025 EDITAL: 01/ITA/2025 CARGO: PROFESSOR

PERFIL: MS-08

CADERNO DE QUESTÕES

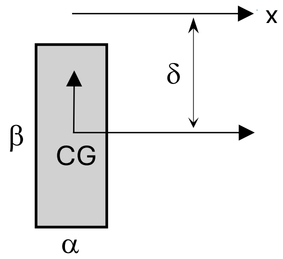
1. Esta prova tem duração de **4 (quatro) horas**.
2. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta ou azul, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar ou equipamento eletrônico.**
3. Você recebeu este **caderno de questões e um caderno de respostas** que deverão ser devolvidos ao final do exame.
4. O caderno de questões é composto por **8 (oito) questões dissertativas**. **Cada questão vale 1,25.**
5. As **questões dissertativas devem ser respondidas exclusivamente no caderno de respostas**. Responda sequencialmente as questões, usando caneta preta ou azul.
6. **É obrigatória a devolução do caderno de questões e do caderno de respostas**, sob pena de desclassificação do candidato.
7. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar**.

Para resolver todas as questões, considere que:

- o material obedece a Lei de Hook, com módulo de Young E e coeficiente de Poisson ν.
- o momento de inércia de área de uma seção transversal retangular é dado por:

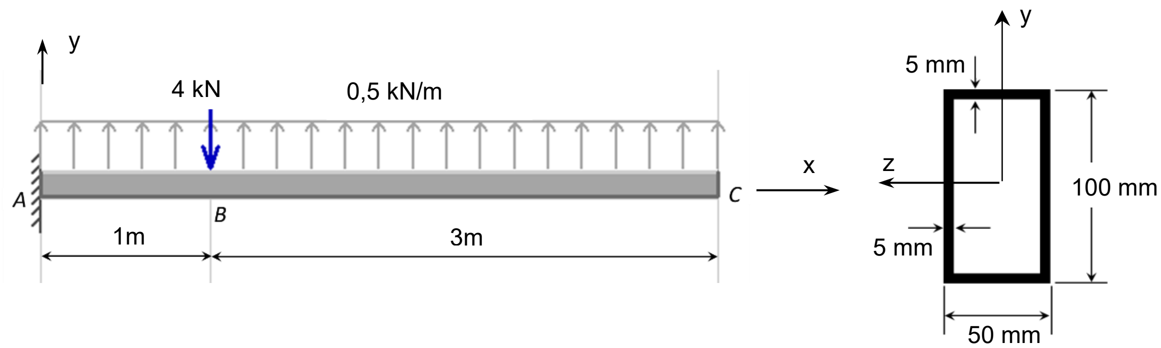
$I_{xx} = \alpha\beta^3/12 + (\alpha\beta)\delta^2$

onde CG = centroide

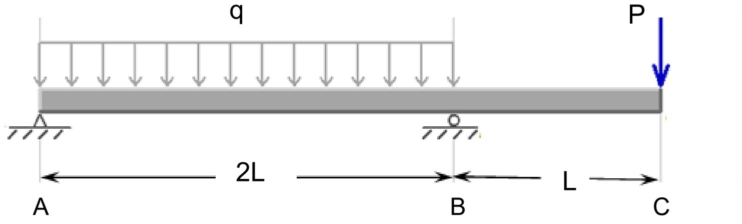


QUESTÃO 1. Uma viga engastada-livre ABC submetida ao carregamento mostrado na figura abaixo possui seção transversal de geometria mostrada ao lado da viga. Para esta viga, pedem-se:

a) os diagramas de esforço cortante e de momento fletor e
b) a tensão normal máxima, indicando onde ocorre (posição na viga e na seção transversal).



QUESTÃO 2. Seja a equação da Linha Elástica y(x) de Euler Bernoulli: $EIy''(x)=M(x)$, onde M(x) é a distribuição de momento e y''(x) é a segunda derivada de y(x) em relação à coordenada x, localizada na Linha Neutra. A viga ABC, de comprimento total 3L, possui carga uniformemente distribuída de valor conhecido q no trecho AB. Obtenha o valor da carga concentrada P a ser aplicada na extremidade C que torna nula a inclinação da linha elástica da viga em A.



QUESTÃO 3. Uma barra reta de seção transversal circular e de comprimento L = 100 mm é formada por um núcleo de aço (diâmetro d_1 = 20 mm) envolvido por uma camada de alumínio (diâmetro externo d_2 = 30 mm). As duas partes estão coladas estruturalmente, de forma que não há escorregamento entre elas. A barra está engastada em uma extremidade e submetida a um torque T = 120 N.m na extremidade livre. Sabendo-se que o ângulo de torção sofrido por uma barra de comprimento L, rigidez GJ, sujeita a um torque puro T, é dado por $\theta = TL/(GJ)$, determine:

a) a distribuição do torque entre os dois materiais (T_1 e T_2) e
b) o ângulo de rotação na extremidade livre (em radianos)

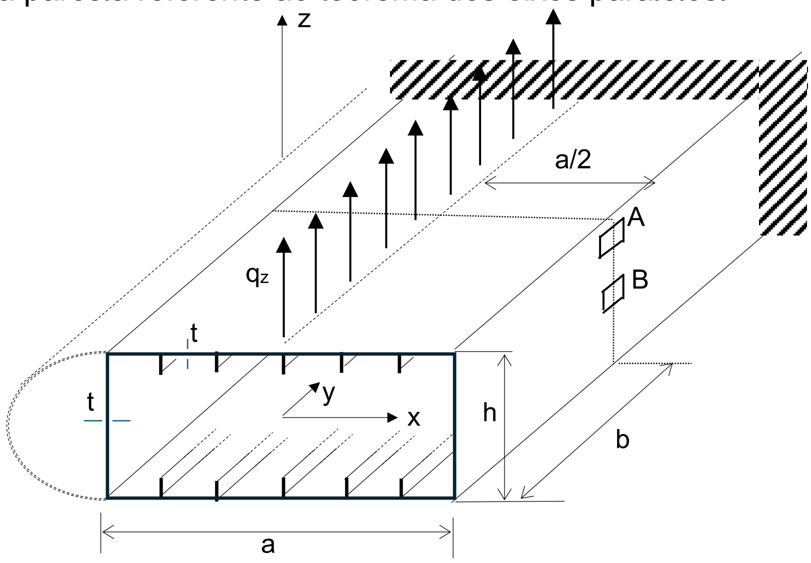
Dados fornecidos:

Módulo de cisalhamento do aço: G_1 = 80 GPa
Módulo de cisalhamento do alumínio: G_2 = 20 GPa
Momento polar de inércia do núcleo de aço: $J_1 = 16\times10^3$ mm^4
Momento polar de inércia da camada de alumínio: $J_2 = 32\times10^3$ mm^4
Comprimento da barra: L = 100 mm = 0,1 m

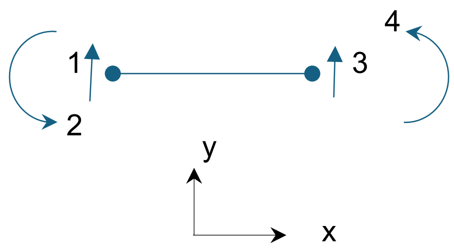
QUESTÃO 4. A figura abaixo representa a estrutura principal de uma asa, de seção transversal constante. Admita que seja aproximadamente o retângulo abaixo, formado por paredes finas de espessura constante t, com 5 reforçadores no revestimento inferior, e 5 no superior, igualmente espaçados. Cada reforçador possui área de seção transversal A_{ref}. O sistema de coordenadas está colocado na extremidade livre da viga, no centroide da seção transversal em destaque. Os pontos A e B, localizados na longarina traseira, distam b da extremidade livre da viga. As coordenadas destes pontos são: A(a/2 ; b ; h/2), B(a/2 ; b ; 0). A viga está sujeita a um carregamento uniformemente distribuído q_z na direção z, aplicado ao longo de seu eixo de simetria. Em função exclusivamente de a, b, h, t, q_z e A_{ref}, pedem-se:

a) tensões normais nos pontos A e B;
b) uma aproximação simples das tensões de cisalhamento nos pontos A e B (justifique sua aproximação) e
c) desenhos dos estados de tensões dos pontos A e B, deixando claros seus sentidos e direções reais.

OBS: Para o cálculo do momento de inércia da estrutura principal da asa, considere os reforçadores muito pequenos em relação às dimensões externas da viga, de forma que podem ser desprezados os seus momentos de inércia em torno de seus próprios centros de gravidade. Considere também desprezível a contribuição dos revestimentos em relação aos seus próprios centroides, ou seja, considere apenas a parcela referente ao teorema dos eixos paralelos.



Para os dois problemas a seguir (QUESTÕES 5 e 6), a serem resolvidos pelo Método de Elementos Finitos, considere as matrizes de rigidez K e de rigidez geométrica $\mathrm{K_G}$ de uma barra de comprimento L, sob flexão em torno do eixo z, de acordo com os graus de liberdade indicados na figura abaixo:



$$\mathrm{K} = \frac{\mathrm{EI}}{\mathrm{L}^3}\begin{bmatrix} 12 & 6\mathrm{L} & -12 & 6\mathrm{L} \\ 6\mathrm{L} & 4\mathrm{L}^2 & -6\mathrm{L} & 2\mathrm{L}^2 \\ -12 & -6\mathrm{L} & 12 & -6\mathrm{L} \\ 6\mathrm{L} & 2\mathrm{L}^2 & -6\mathrm{L} & 4\mathrm{L}^2 \end{bmatrix}$$

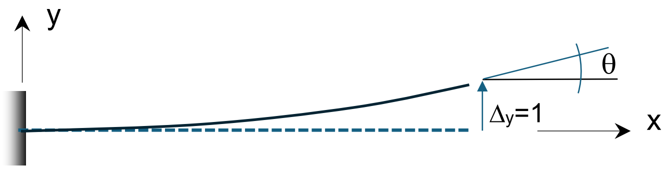
$$\mathrm{K_G} = \frac{\mathrm{P}}{30\mathrm{L}}\begin{bmatrix} 36 & 3\mathrm{L} & -36 & 3\mathrm{L} \\ 3\mathrm{L} & 4\mathrm{L}^2 & -3\mathrm{L} & -\mathrm{L}^2 \\ -36 & -3\mathrm{L} & 36 & -3\mathrm{L} \\ 3\mathrm{L} & -\mathrm{L}^2 & -3\mathrm{L} & 4\mathrm{L}^2 \end{bmatrix}$$

e considere também a matriz de rigidez da barra de seção transversal de área A, sobre esforços axiais:

$$\mathrm{K} = \frac{\mathrm{EA}}{\mathrm{L}}\begin{bmatrix} +1 & -1 \\ -1 & +1 \end{bmatrix}$$

QUESTÃO 5. Seja uma viga cantiléver, reta, de comprimento inicial L = 10, EI = 100, EA =50, ν = 0,33. A viga está sujeita a um deslocamento imposto na extremidade livre de Δ_y=1, conforme figura abaixo. OBS: os valores aqui fornecidos são adimensionais, para simplificar as contas. Com um único elemento finito de viga:

a) obtenha o ângulo de rotação θ da extremidade livre da viga.
b) Este ângulo a ser obtido no item (a) é exato, em relação à teoria de viga de Euler-Bernoulli? Justifique.
c) Este ângulo a ser obtido no item (a) é exato, em relação à teoria de viga de Timoshenko? Justifique.



QUESTÃO 6. A mesma barra do problema anterior está agora sob carga axial de compressão, conforme figura abaixo. Usando um único elemento finito de barra:

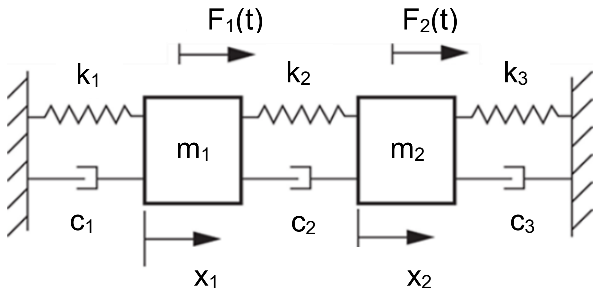
a) forneça a equação polinomial cuja solução fornece a carga crítica de flambagem P_{cr}.
b) Desenhe um esboço da viga deformada após perder a estabilidade com a carga P_{cr}.
c) A solução a ser encontrada no item (a) é exata em relação à carga de flambagem de Euler? Justifique.

Considere que, na bifurcação do equilíbrio, temos $\mathbf{K.q} - \mathbf{K_G.q} = \mathbf{0}$, onde $\mathbf{q}$ é o vetor de deslocamentos nodais generalizados.

QUESTÃO 7. Para o sistema dinâmico de dois graus de liberdade mostrado:

a) forneça as equações diferenciais de movimento do sistema. Escreva as equações na forma matricial;

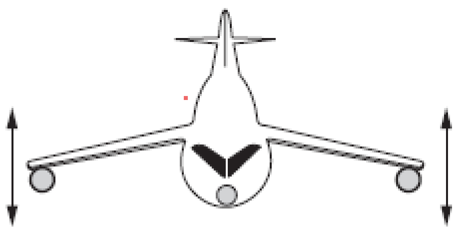
b) considere agora que o sistema não possui amortecimento. Assuma os seguintes valores para os parâmetros de rigidez e inércia do sistema: m_1 = 30 kg, m_2 = 5 kg, k_1 = 180 N/m, k_2 = 30 N/m, k_3 = 0 N/m. Com estes valores, obtenha as frequências naturais e os modos de vibração do sistema.



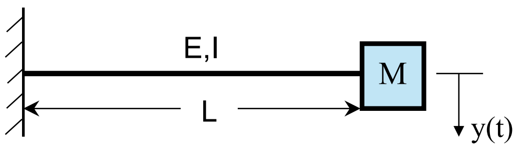
QUESTÃO 8. Considere uma asa de avião com um tanque de combustível montado em sua extremidade livre como esquematizado na figura (a) abaixo. A vibração em flexão da asa pode ser modelada de forma simplificada como um sistema de um grau de liberdade (pequenos deslocamentos verticais y(t) da ponta da asa em torno da posição de equilíbrio estático), conforme mostrado na figura (b) abaixo. O tanque tem uma massa M=15 kg quando está vazio e M=240 kg quando está cheio. Os demais parâmetros físicos estimados da viga são: I = $5{,}0\times10^{-5}$ m^4, E = $8{,}0 \times 10^9$ N/m^2 ; L = 2 m.

a) Calcule o intervalo de variação da primeira frequência natural de vibração em flexão da asa, à medida que o avião gasta o combustível do tanque.

b) Neste modelo muito simplificado, o efeito da massa da estrutura da asa não foi incluído, o que pode resultar em erros consideráveis nas estimativas. Melhore o modelo, considerando que a estrutura da asa tem uma massa total de 100 kg, distribuída uniformemente ao longo da envergadura, e refaça as estimativas das frequências naturais nas duas condições limite (tanque cheio e tanque vazio). Comente seus resultados.



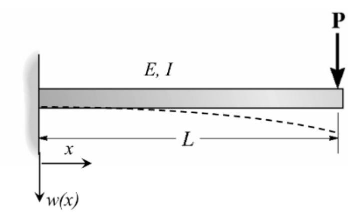
(a)



(b)

Fórmulas úteis:

- Equação da linha elástica para viga engastada-livre com carga vertical concentrada na extremidade



$$w(x) = \frac{Px^2}{6EI}(3L - x)$$

- Primeira frequência natural de flexão de viga engastada-livre uniforme, de seção transversal constante, massa total m e comprimento L:

$$\omega_1 \cong 3{,}5\sqrt{\frac{EI}{mL^3}} \cong \sqrt{\frac{3EI}{(0{,}24)\, mL^3}}$$

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO