Politécnica UFRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA POLITÉCNICA

CONCURSO DE PROVAS E TÍTULOS DO MAGISTÉRIO SUPERIOR

EDITAL N° 377 DE 25/05/2022, PUBLICADO NO DOU N° 102 DE 31/05/2022

DEPARTAMENTO DE ESTRUTURAS – SETOR DE MECÂNICA DOS SÓLIDOS – VAGA MC-024

QUESTÕES - PROVA ESCRITA

Conforme o Inciso III do Artigo 35 da Resolução n° 15/2020 do CONSUNI, seguem as questões da Prova Escrita:

1. **(PONTO 7)**

Considere a viga composta de uma matriz de resina com cabos de aço em seu interior, conforme mostrado na figura 1. O ensaio de tração da resina também é indicado na figura 1, assim como a disposição dos fios de aço na seção transversal da viga.

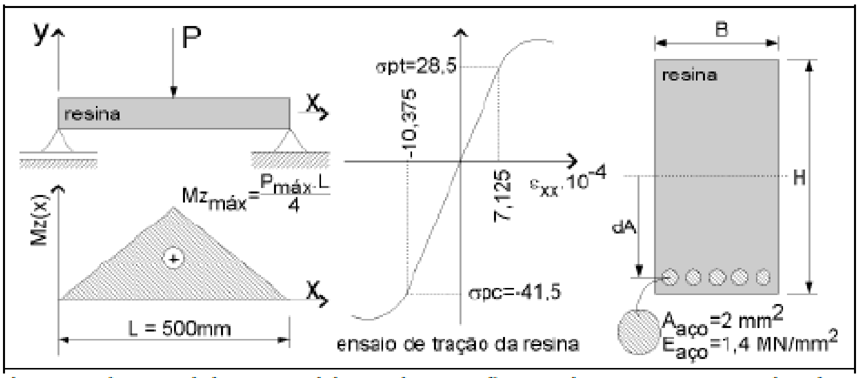


Figura 1 – Viga de múltiplos materiais, ensaio de tração da resina e cabos de aço no interior.

O objetivo do projeto é fazer com que haja um aproveitamento máximo das propriedades mecânicas da resina. Deseja-se que, quando ocorrer o carregamento máximo, a resina esteja simultaneamente sujeita à sua máxima tensão de compressão na parte superior (41,5 N/mm²), e à sua máxima tensão de tração na parte inferior (28,5 N/mm²).

Pode-se ajustar a posição da linha neutra para que essas duas tensões ocorram na resina, como mostrado na figura 2. Por meio da introdução de fios de aço pode-se levantar ou abaixar a posição da linha neutra.

Dados: **H** = 70 mm, **B** = 30 mm e **dA** = 32 mm, qual o número de fios de aço a serem adicionados para que esse requisito de projeto seja satisfeito? Nesta situação, qual a carga $\mathbf{P_{máx}}$ que a viga pode suportar, e quais são as tensões máximas atuantes no aço?

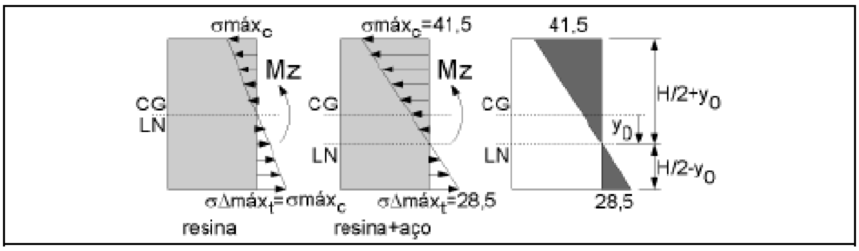
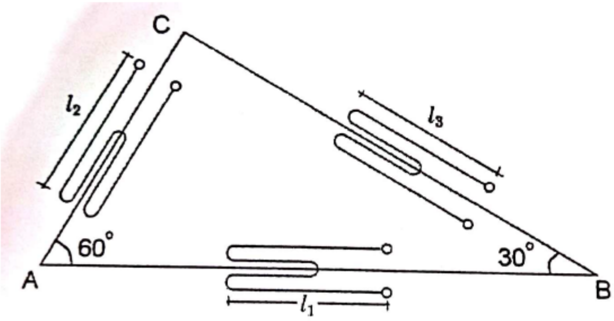


Figura 2 – Posição da linha neutra para que as tensões atuem simultaneamente.

2. **(PONTO 8)**

Mediu-se em torno de um ponto de um corpo, conforme mostra a figura, os comprimentos $l_1 = 5,0$ cm, na direção de AB, $l_2 = 3,0$ cm na direção de AC e $l_3 = 5,0$ cm na direção de BC. Após terem sido feitas estas medidas, este corpo foi submetido a ação de cargas, constatando-se que os segmentos l_1 e l_2 sofreram alongamentos de 0,02 mm e 0,03 mm respectivamente, enquanto o segmento l_3 sofreu um encurtamento de 0,03 mm. Considerando-se E = 70 GPa, coeficiente de Poisson = 0,30 e a tensão de escoamento do material como 120 MPa verificar se este ponto é estável segundo os critérios de Tresca e Von-Mises.



FORMULÁRIO

$$\begin{cases} \varepsilon_{x'x'} = \dfrac{\varepsilon_{xx} + \varepsilon_{yy}}{2} + \dfrac{\varepsilon_{xx} - \varepsilon_{yy}}{2} \cos 2\theta + \varepsilon_{xy} \operatorname{sen} 2\theta \\ \varepsilon_{x'y'} = \dfrac{\varepsilon_{yy} - \varepsilon_{xx}}{2} \operatorname{sen} 2\theta + \varepsilon_{xy} \cos 2\theta \end{cases}$$

- Critério de Tresca:

$$\begin{aligned} \sigma_g = |\sigma_1 - \sigma_3| &= \sqrt{(\sigma_{xx} - \sigma_{yy})^2 + 4\tau_{xy}^2} \\ &= \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \bar{\sigma}_e \end{aligned}$$

- Critério de von-Mises:

$$\begin{aligned} \sigma_g &= \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2} \\ &= \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 - \sigma_{xx}\sigma_{yy} + 3\tau_{xy}^2} \\ &= \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq \bar{\sigma}_e \end{aligned}$$

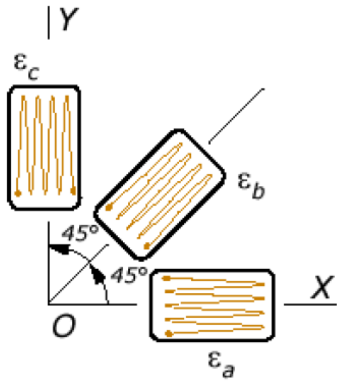
CONTINUA FORMULÁRIO

$$\left\{\begin{array}{c}\epsilon_{xx}\\ \epsilon_{yy}\\ \gamma_{xy}\end{array}\right\} = \frac{1}{E}\left[\begin{array}{ccc}1 & -\nu & 0\\ -\nu & 1 & 0\\ 0 & 0 & 2(1+\nu)\end{array}\right]\left\{\begin{array}{c}\sigma_{xx}\\ \sigma_{yy}\\ \tau_{xy}\end{array}\right\}$$

$$\left\{\begin{array}{c}\sigma_{xx}\\ \sigma_{yy}\\ \tau_{xy}\end{array}\right\} = \frac{E}{(1-\nu^2)}\left[\begin{array}{ccc}1 & \nu & 0\\ \nu & 1 & 0\\ 0 & 0 & \frac{(1-\nu)}{2}\end{array}\right]\left\{\begin{array}{c}\epsilon_{xx}\\ \epsilon_{yy}\\ \gamma_{xy}\end{array}\right\}$$

Equações constitutivas no Estado Plano de Tensão

3. **(PONTO 8)**



Um dispositivo medidor de deformação do tipo roseta retangular está conectado a uma estrutura de aço tensionada. As deformações medidas pelo dispositivo são $\varepsilon_a = \varepsilon_{0^0} = -0.000220$, $\varepsilon_b = \varepsilon_{45^0} = +0.000120$ e $\varepsilon_c = \varepsilon_{90^0} = +0.000220$, respectivamente. Considerando o módulo de elasticidade $E =$ 200 GPa e o coeficiente de Poisson $\nu = 0.3$, pede-se determinar

as deformações no sistema de coordenadas xy,

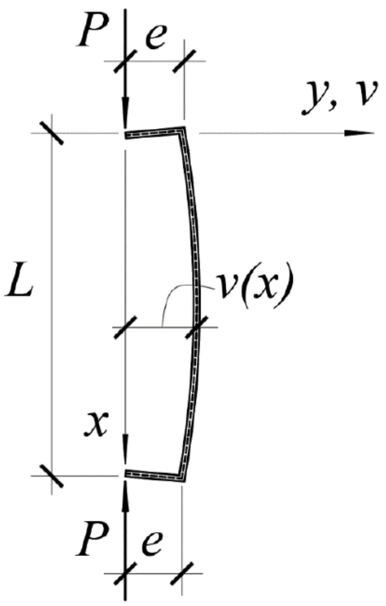
as deformações principais,

as direções das deformações principais,

as tensões principais, e

as direções das tensões principais.

4. **(PONTO 11)**



Considere a coluna excentricamente comprimida da figura ee a teoria clássica das vigas. P é a força normal e e é o valor das excentricidades em ambas extremidades. A origem do sistema de coordenadas xy é definida no ponto de aplicação da força na extremidade superior. A posição da deformada elástica na direção y é representada por $v(x)$. O comprimento da coluna é L, o módulo de elasticidade do material é E e o momento de inércia da seção transversal da coluna é I.

Pede-se

estabelecer a equação diferencial da deformada $v(x)$ e a forma geral da solução,

determinar as constantes a partir de condições de contorno,

apresentar a expressão final da deformada $v(x)$, e

determinar a excentricidade $v(L/2)$, em $x = L/2$.

Sugestões: Podem ser adotadas outras convenções de sinais, mas considerando o momento fletor como $M = -\int_A \sigma y \, dA$ tem-se $d^2v/dx^2 = M/EI$ e $M(0) = M(L) = -Pe$.