

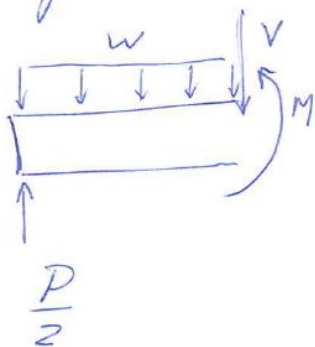
PROCESSO SELETIVO – 05/2022

Área de Conhecimento: Projetos Mecânicos

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 1:

a) Carga Distribuída: $\frac{\text{Peso Total}}{\text{Comprimento}} = w(x)$



$$V - \frac{P}{2} = - \int_0^x w dx$$

$$\therefore \boxed{V = -wx + \frac{P}{2}}$$

$$M = \int_0^x V dx$$

$$\boxed{M = -\frac{wx^2}{2} + \frac{P}{2}x} \quad \leftarrow$$

b) Se $\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{M(x)}{EI}$ então,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} \cdot EI = -\frac{wx^2}{2} + \frac{P}{2}x$$

$$d^2 y \cdot EI = \left(-\frac{wx^2}{2} + \frac{P}{2}x \right) dx^2$$

$$\text{ou} \quad \frac{d}{dx} \left[\frac{dy}{dx} \right] \cdot EI = \left(-\frac{wx^2}{2} + \frac{P}{2}x \right)$$

$$\therefore \frac{dy}{dx} \cdot EI = \int -\frac{wx^2}{2} + \frac{P}{2}x$$

$$\frac{d^4 y}{dx^4} \cdot EI = -\frac{wx^3}{6} + \frac{Px^2}{4} + C_1$$

integrando novamente:

$$EI \cdot y = \int \left(-\frac{wx^3}{6} + \frac{Px^2}{4} + C_1 \right) dx$$

$$\therefore EI \cdot y = -\frac{wx^4}{24} + \frac{Px^3}{12} + C_1 x + C_2$$

$$y = \frac{1}{EI} \left(-\frac{wx^4}{24} + \frac{Px^3}{12} + C_1 x + C_2 \right)$$

condições de contorno:

$$y=0 \text{ p/ } x=0 \Rightarrow \boxed{C_2=0}$$

$$y=0 \text{ p/ } x=L \Rightarrow 0 = -\frac{WL^4}{24} + \frac{PL^3}{12} + C_1 L$$

$$\text{como } W = \frac{P}{L}$$

$$0 = \underbrace{-\frac{PL^3}{24} + \frac{PL^3}{12}}_{\frac{PL^3}{24}} + C_1 L \quad \left. \vphantom{0 = -\frac{PL^3}{24} + \frac{PL^3}{12} + C_1 L} \right\} C_1 L = -\frac{PL^3}{24}$$

$$\boxed{C_1 = -\frac{PL^2}{24}}$$

$$y = \frac{1}{EI} \left(-\frac{wx^4}{24} + \frac{Px^3}{12} + \left(-\frac{PL^2}{24} \right) x \right)$$

c)
$$w = \frac{4000 \cdot 9,8}{20} = 1960 \frac{N}{m}$$

Se a flecha deve ser $10 \text{ cm} = 0,10 \text{ m}$
isto ocorre para $x = \frac{L}{2} = 10 \text{ metros}$

assim, temos:

$$EI = \frac{1}{0,10} \left[\underbrace{-\frac{1960 \cdot 10^4}{24}}_{2877} + \underbrace{\frac{39200 \cdot 10^3}{12}}_{326 \cdot 10^6} - \underbrace{\frac{39200 \cdot 20^2 \cdot 10}{24}}_{6,53 \cdot 10^6} \right]$$

$$\boxed{EI = 40,83 \cdot 10^6 \text{ (N.m}^2\text{)}}$$

Membros da Banca:

Fernanda Perazzolo Disconzi

Rogério Simões

Luiz Antônio Alves

Fernanda Perazzolo Disconzi (presidente da banca)

PROCESSO SELETIVO – 05/2022

Área de Conhecimento: Projetos Mecânicos

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 2:

Questão 2.

a) $\mu = \frac{d_f}{2} = \frac{44,45}{2} \approx 22,23 \text{ mm}$

$c_{\min} = \frac{d_{b(\min)} - d_f(\max)}{2}$

$c_{\min} = \frac{44,53 - 44,45}{2} = 0,04 \text{ mm}$

Uma vez que $\frac{l'}{d} = \frac{1}{2}$, $l' = \frac{d}{2} = 22,23 \text{ mm}$

Portanto a pressão causada pela carga será

$P = \frac{W}{4\pi l'} = \frac{4}{4(0,02223)^2} = 2024 \text{ kPa}$

O número de Sommerfeld pode ser expresso como

$S = \left(\frac{\pi}{c} \right)^2 \frac{\mu N}{P}$

$S = \left(\frac{22,23}{0,04} \right)^2 \frac{\mu}{2024} \frac{50}{10^6} \approx 7,63 \mu$

$S = 7,63 \mu$

É necessário agora encontrar a temperatura média da película, para isso será utilizado o método tabular.

a estimativa da viscosidade² é realizada utilizando a Tabela 1.

$$\mu = \mu_0 \exp\left[\frac{b}{(T+95)}\right] ; T \text{ em } ^\circ\text{F}$$

Para uma estimativa inicial de 77°C ($170,6^\circ\text{F}$),

$$\mu = 6,89(10^{-3}) 0,013 \exp\left[\frac{1271,6}{(170,6+95)}\right]$$

$$\mu = 0,01124 \text{ Pa}\cdot\text{s}$$

Logo,

$$S = 7,63 \mu = 0,0858$$

Na figura 1, $\frac{f \cdot \mu}{C} \approx 3,3$;

Na figura 2, $\epsilon = 0,8$;

Portanto,

$$\Delta T_F = \frac{978(10^6) (f \cdot \mu / C) S W^2}{[1 + 1,5 \epsilon^2] \rho_3 \tau^4}$$

$$\Delta T_F = \frac{978(10^6) 3,3 (0,0858) 4^2}{[1 + 1,5 (0,8)^2] 207 (22,23)^4}$$

$$\Delta T_F = 44,7^\circ\text{C} = 112,46^\circ\text{F}$$

$$T_{AV} = T_b + \frac{\Delta T_F}{2} = 49 + \frac{44,7}{2} = 71,4^\circ\text{C}$$

$$T_{AV} = 71,4^{\circ}\text{C}$$

3

Formando uma Tabela,

	T_f	μ	S	$f_{r/c}$	ϵ	$\bar{T}_{AV}$	$\bar{T}_f(N)$
1	77	0,01075	0,082	3,25	0,82	69,98	73,5
2	73,5	0,01208	0,092	3,4	0,81	73,44	73,47

$$N = (T_f(1) - \bar{T}_f(2)) / T_f(1) \approx 0,00036$$

$$N \approx 0,04\%$$

Portanto pode-se considerar o processo convergido.

Com $\bar{T}_f = 73,47^{\circ}\text{C}$; $\Delta T_f = 48,88^{\circ}\text{C}$;
e, $T_{máx} = 97,88^{\circ}\text{C}$

b) $h_o = (1 - \epsilon)c = (1 - 0,81)0,04$

$$h_o = 0,0076 \text{ mm}$$

Conforme o item a), $T_{máx} = 97,88^{\circ}\text{C}$

$$P_{ht} = \frac{W_{ht}}{4\pi l'} = \frac{4}{4(0,02223)^2} = 2084 \text{ kPa}$$

4

c)

$$Q_h = \frac{\pi p_b n C^3}{3 \mu l'} (1 + 1,5 \epsilon^2)$$

$$Q_h = 2014,97 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$H_{penda} = \rho C_p Q_h \Delta T$$

$$H_{penda} = 1490,8 \text{ J/s}$$

$$f = \frac{f n}{C} \cdot \frac{C}{n} \approx 0,0061$$

$$T = f W n = 0,542 \text{ N.m}$$

Membros da Banca:

Fernanda Perazzolo Disconzi

Rogério Simões

Luiz Antônio Alves

Fernanda Perazzolo Disconzi (presidente da banca)

PROCESSO SELETIVO – 05/2022

Área de Conhecimento: Projetos Mecânicos

PROVA ESCRITA – PADRÃO DE RESPOSTA

QUESTÃO 3:

- a) O momento de inércia da seção transversal retangular, usando a área nominal é:

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{0,006(0,012^3)}{12} = 8,64 \times 10^{-7} m^4$$

Sendo o módulo de rigidez:

$$Z = \frac{I}{c} = \frac{8,64 \times 10^{-7}}{0,012/2} = 1,44 \times 10^{-7} m^3$$

Antes que a trinca inicie, o intervalo de tensão é dado por:

$$\Delta\sigma = \frac{\Delta M}{Z} = \frac{135}{1,44 \times 10^{-7}} = 937,5 MPa$$

Desta forma, $\Delta\sigma < S_y$. Conforme a trinca cresce ou a barra escoará ou sofrerá fratura frágil. Observa-se que se $\frac{S_y}{S_{ut}} = 0,91406$, é improvável que a barra alcance o escoamento completo.

Para ocorrer fratura frágil, designa-se o comprimento final da trinca a_f com a utilização da equação do fator de intensidade de tensão para trinca:

$$K_I = \beta\sigma\sqrt{\pi a}$$

Quando $\beta = 1$ significa que $K_I = K_{Ic} = 81 MPa\sqrt{m}$, $\sigma = \sigma_{máx} = \Delta\sigma = 937,5 MPa$ e $a = a_f$. Logo:

$$a_f = \frac{1}{\pi} \left(\frac{K_{Ic}}{\beta\Delta\sigma} \right)^2 = \frac{1}{\pi} \left(\frac{81}{(1)937,5} \right)^2 = 0,00238 m$$

Em seguida, calcula-se a razão $a_f/h = 0,00238/0,012 = 0,2$

Ou seja, a_f/h varia de quase zero (0,0083), no início, até 0,2. Baseando-se no gráfico dado, para este intervalo, β é quase constante, ficando aproximadamente igual a 1,05. Logo, reavaliemos a_f como:

$$a_f = \frac{1}{\pi} \left(\frac{K_{Ic}}{\beta\Delta\sigma} \right)^2 = \frac{1}{\pi} \left(\frac{81}{(1,05)937,5} \right)^2 = 0,00216 m$$

b) O número de ciclos de vida restantes é estimado pela integração da equação de Paris:

$$N_f = \frac{1}{C} \int_{a_i}^{a_f} \frac{da}{\Delta K_I^m} = \frac{1}{114 \times 10^{-15}} \int_{0,0001}^{0,00216} \frac{da}{(1,05 \times 937,5 \times \sqrt{\pi a})^3} = -\frac{3303,08}{\sqrt{a}} \Big|_{0,0001}^{0,00216}$$

$$= 259,25 \times 10^3 \text{ ciclos}$$

Membros da Banca:

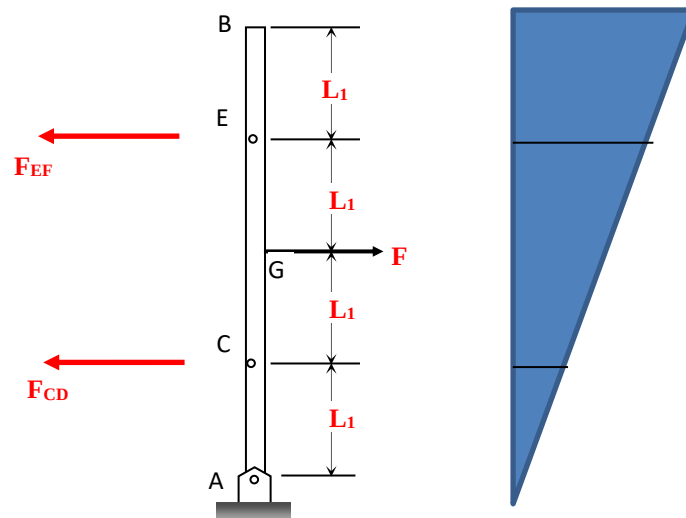
Fernanda Perazzolo Disconzi

Rogério Simões

Luiz Antônio Alves

Fernanda Perazzolo Disconzi (presidente da banca)

QUESTÃO 4:



$$\sum M_A = 0 \Rightarrow F_{CD} \cdot L_1 + F_{EF} \cdot 3 \cdot L_1 - F \cdot 2 \cdot L_1 = 0 \Rightarrow F_{CD} = -3 \cdot F_{EF} + 2 \cdot F$$

$$\frac{\delta_C}{L_1} = \frac{\delta_E}{3 \cdot L_1} \Rightarrow \delta_E = 3 \cdot \delta_C$$

$$\frac{F_{EF} \cdot L_2}{E \cdot A} = 3 \cdot \frac{F_{CD} \cdot L_3}{E \cdot A}$$

$$F_{EF} \cdot L_2 = 3 \cdot (-3 \cdot F_{EF} + 2 \cdot F) \cdot L_3$$

$$F_{EF} \cdot L_2 + 9 \cdot F_{EF} \cdot L_3 = 6 \cdot F \cdot L_3$$

$$F_{EF} = \frac{6 \cdot F \cdot L_3}{L_2 + 9 \cdot L_3}$$

$$\frac{\delta_C}{L_1} = \frac{\delta_B}{4 \cdot L_1} \Rightarrow \delta_B = 4 \cdot \delta_C$$

$$\delta_B = 4 \cdot \frac{F_{CD} \cdot L_3}{200 \cdot 10^9 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot D^2}$$

Membros da Banca:

Fernanda Perazzolo Disconzi

Rogério Simões

Luiz Antônio Alves

Fernanda Perazzolo Disconzi (presidente da banca)



Assinaturas do documento



Código para verificação: **88K5YXV5**

Este documento foi assinado digitalmente pelos seguintes signatários nas datas indicadas:

- ✓ **FERNANDA PERAZZOLO DISCONZI** (CPF: 004.XXX.520-XX) em 12/12/2022 às 09:39:39
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:42:51 e válido até 30/03/2118 - 12:42:51.
(Assinatura do sistema)
- ✓ **ROGERIO SIMOES** (CPF: 186.XXX.828-XX) em 12/12/2022 às 10:25:28
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:38:01 e válido até 30/03/2118 - 12:38:01.
(Assinatura do sistema)
- ✓ **LUIZ ANTONIO ALVES** (CPF: 045.XXX.218-XX) em 12/12/2022 às 10:30:28
Emitido por: "SGP-e", emitido em 30/03/2018 - 12:38:51 e válido até 30/03/2118 - 12:38:51.
(Assinatura do sistema)
- ✓ **"MARCUS VINÍCIUS CANHOTO ALVES"** em 12/12/2022 às 12:35:14
Emitido por: "SGP-e", emitido em 13/07/2018 - 14:40:07 e válido até 13/07/2118 - 14:40:07.
(Assinatura do sistema)

Para verificar a autenticidade desta cópia, acesse o link <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo/conferencia-documento/VURFU0NfMTlwMjJfMDAwNTU5MjlfNTYwMTZfMjAyMI84OEs1WVhWNQ==> ou o site <https://portal.sgpe.sea.sc.gov.br/portal-externo> e informe o processo **UDESC 00055929/2022** e o código **88K5YXV5** ou aponte a câmera para o QR Code presente nesta página para realizar a conferência.