



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CONCURSO PÚBLICO DE PROVAS E TÍTULOS PARA O PROVIMENTO DE CARGO DE PROFESSOR DO MAGISTÉRIO
SUPERIOR NAS CLASSES ADJUNTO-A, ASSISTENTE-A E AUXILIAR
EDITAL Nº 101/2021-PROGESP

**MECÂNICA DOS SÓLIDOS, TEORIA DA
ELASTICIDADE E DINÂMICA DE ESTRUTURAS**

Leia estas instruções:

1	Informe seu nome nos dois espaços indicados na parte inferior desta capa. Ao finalizar sua prova, as duas partes onde constam seu nome e o código numérico serão destacadas pelo fiscal. Uma parte será entregue a você e a outra será guardada em um envelope que será lacrado no fim da aplicação.
2	Em atendimento ao Art. 18 da Resolução nº 150/2019-CONSEPE, sua prova será identificada unicamente por esse código numérico, gerado por sorteio na ocasião da impressão da prova.
3	Quando o Fiscal autorizar, verifique se o Caderno está completo e sem imperfeições gráficas que impeçam a leitura. Detectado algum problema, comunique-o, imediatamente, ao Fiscal.
4	Este caderno contém três questões discursivas, cujas respostas serão avaliadas considerando-se apenas o que estiver escrito no espaço reservado para o texto definitivo. Para rascunho, utilize as folhas fornecidas pelo fiscal destinadas a esse fim.
5	Escreva de modo legível, pois dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
6	Interpretar as questões faz parte da avaliação, portanto não peça esclarecimentos aos fiscais.
7	A prova escrita deverá ser respondida com caneta esferográfica de tinta preta, sob pena de eliminação no concurso.
8	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
9	Você dispõe de, no máximo, quatro horas para redigir as respostas das questões discursivas no espaço definitivo deste caderno.
10	Antes de se retirar definitivamente da sala, devolva ao Fiscal este Caderno .



Corte aqui

VIA DO ENVELOPE DE SEGURANÇA

Informe seu nome completo: _____



Corte aqui

VIA DO CANDIDATO

Informe seu nome completo: _____

COMPROVANTE DO TEMA SORTEADO PARA A PROVA DIDÁTICA

Concurso Público para Professor do Magistério Superior – Edital nº 101/2021-PROGESP

ÁREA: MECÂNICA DOS SÓLIDOS, TEORIA DA ELASTICIDADE E DINÂMICA DE ESTRUTURAS

NOME DO CANDIDATO: _____

TEMA SORTEADO: ____ (_____) - Preenchido pelo chefe de sala

CHEFE DE SALA: _____

FISCAL: _____

Questão 1 (3,5 Pontos)

Do princípio de tensão de Cauchy sabe-se que o vetor tensão, \mathbf{t} , em um determinado ponto material pode ser representado da seguinte forma:

$$\mathbf{t} = \mathbf{t}(\mathbf{x}, t, \mathbf{n})$$

onde \mathbf{x} é o vetor posição, t é o tempo e \mathbf{n} é o vetor normal que caracteriza o plano tangente passando em \mathbf{x} .

Da terceira lei de Newton, sabe-se também que:

$$\mathbf{t}(-\mathbf{n}) = -\mathbf{t}(\mathbf{n})$$

onde as variáveis posição e tempo foram omitidas por conveniência de notação.

Nesse caso:

A) Com o auxílio da Figura 1, demonstre o teorema de Cauchy, i.e.

$$\mathbf{t}(\mathbf{n}) = \boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{n}$$

onde $\boldsymbol{\sigma}$ é o tensor de segunda ordem de Cauchy:

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{pmatrix}$$

com σ_{ij} representando a componente de tensão na face i atuando na direção j . (1,5 Pontos)

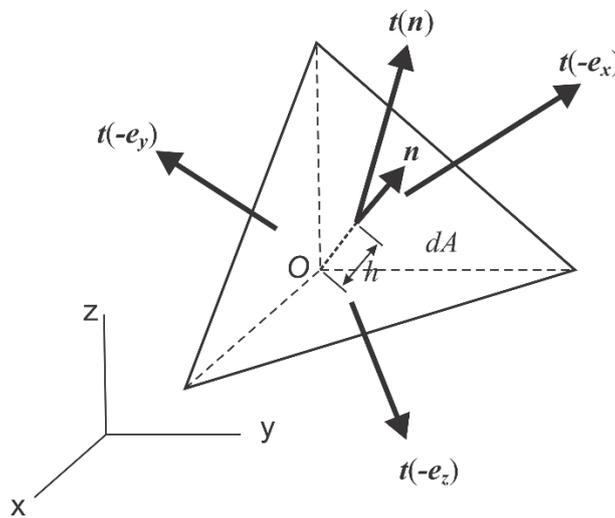


Figura 1

B) Mostre que o tensor $\boldsymbol{\sigma}$ é simétrico. (1,0 Ponto)

C) Mostre que as tensões normais máxima e mínima para um determinado ponto material podem ser obtidas por meio da determinação dos autovalores de $\boldsymbol{\sigma}$. (1,0 Ponto)

Espaço destinado à Resposta da Questão 1

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 1

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 1

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 1

Questão 2 (3,5 Pontos)

A Figura 2 mostra um eixo de aço acoplado a duas polias. A polia C recebe potência de um motor produzindo as trações de correia mostradas. A polia A, por sua vez, transmite potência para uma outra máquina através das trações de correia T_1 e T_2 , de forma que $T_1 = 6T_2$. O eixo com 35 mm de diâmetro foi usinado a partir de uma aço 1045 (laminado a frio), cuja tensão de escoamento e resistência a tração valem, respectivamente, 530 MPa e 630 MPa. Nesse caso, determine o fator de segurança contra falha por fadiga utilizando o critério de Goodman e verifique se escoamento de primeiro ciclo é uma possibilidade.

Desprezar o efeito de possíveis concentradores de tensão e considerar uma temperatura ambiente de operação para o conjunto.

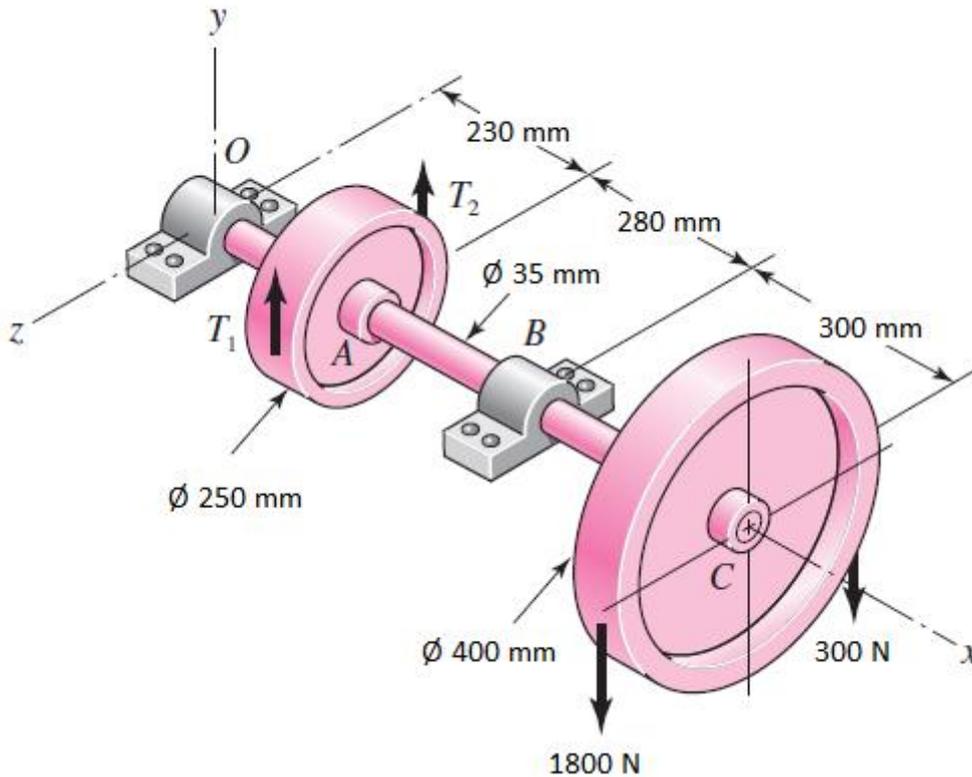


Figura 2

O ESPAÇO PARA RESPOSTA SE INICIA NA PRÓXIMA PÁGINA.

Espaço destinado à Resposta da Questão 2

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 2

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 2

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 2

Questão 3 (3,0 Pontos)

Considere a viga delgada mostrada na Figura 3 (a) com

- massa específica uniforme ρ ;
- seção transversal uniforme de área A ;
- momento de inércia de área da seção transversal I com relação ao eixo z (perpendicular ao plano x - y e passando pelo centróide da seção transversal);
- módulo de elasticidade uniforme E ;

submetida à vibração pela força externa transversal $f(x, t)$ (por unidade de comprimento), onde t é o tempo.

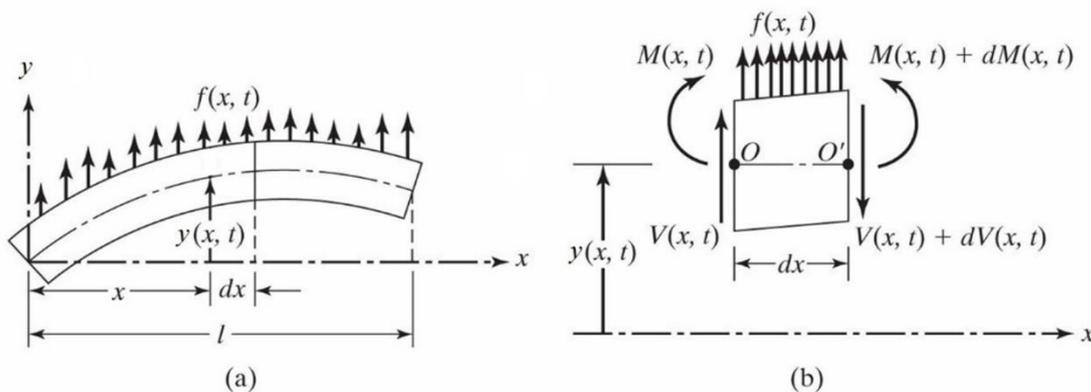


Figura 3

A) Utilize o elemento diferencial na Figura 3 (b) para determinar a equação diferencial parcial de quarta ordem que rege o movimento de pequenas vibrações transversais $y(x, t)$ da viga, conhecida como equação de Euler-Bernoulli. Assuma que, para um dado instante de tempo t :

$y(x, t)$ representa a deflexão transversal em x partindo da posição de equilíbrio;

$M(x, t)$ representa o momento fletor em x durante a deflexão;

$V(x, t)$ representa força de cisalhamento em x durante a deflexão.

Explicita todas as hipóteses utilizadas. (1,5 Pontos)

B) Suponha que as condições de contorno e iniciais (em $t = 0$) de um problema semelhante ao apresentado na Figura 3 (a) sejam conhecidas. Discorra sobre o método da expansão modal para determinação da resposta $y(x, t)$ da viga. (1,5 Pontos)

O ESPAÇO PARA RESPOSTA SE INICIA NA PRÓXIMA PÁGINA.

Espaço destinado à Resposta da Questão 3

Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 3

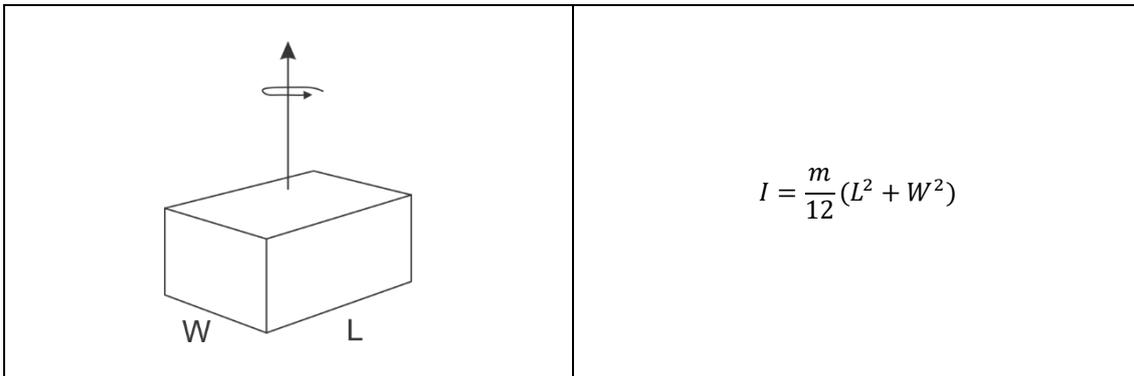
Continua na próxima página

Continuação do espaço destinado à Resposta da Questão 3

Fim do Espaço destinado à Resposta da Questão 3

Fórmulas

Momento de inércia para um sólido retângulo de largura L e profundidade W girando em torno do seu próprio centro:



Tensão normal devido a flexão em eixos maciços:

$$\sigma = \frac{32M}{\pi d^3}$$

onde M é o momento fletor e d o diâmetro do eixo.

Tensão cisalhante devido a torção em eixos maciços:

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

onde T é o momento torçor e d o diâmetro do eixo.

Tensão equivalente de von Mises para carregamentos combinados de flexão-torção:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Limite de resistência a fadiga laboratorial:

$$S'_e = 0,5S_{ut}$$

onde S_{ut} é a resistência à tração do material.

Limite de resistência a fadiga corrigido:

$$S_e = k_a k_b k_c k_d k_e k_f S'_e$$

Fator de acabamento superficial:

$$k_a = aS_{ut}^b$$

Acabamento superficial	Fator a	Expoente b
Retificado	1,58	-0.085
Usinado ou laminado a frio	4,51	-0.265
Laminado a quente	57,7	-0.718
Forjado	272	-0.995

Fator de tamanho:

$$k_b = \begin{cases} 1,24d^{-0,107} & 2,79 \leq d \leq 51 \text{ mm} \\ 1,51d^{-0,157} & 51 < d \leq 254 \text{ mm} \end{cases}$$

*Para eixos não rotativos, utilizar d_e na equação acima:

$$d_e = 0,370d$$

Fator de carregamento:

$$k_c = \begin{cases} 1 & \text{flexão} \\ 0,85 & \text{axial} \\ 0,59 & \text{torção} \end{cases}$$

Para carregamentos combinados, considerar $k_c = 1$

Fator de temperatura (temperatura ambiente):

$$k_d = 1$$

Fator de confiabilidade (para uma confiabilidade de 50%):

$$k_e = 1$$

Fatores diversos:

$$k_f = 1$$

Fator de segurança, n_f , contra fadiga (Goodman):

$$\frac{\sigma_a}{S_e} + \frac{\sigma_m}{S_{ut}} = \frac{1}{n_f}$$

onde σ_a e σ_m são, respectivamente, a amplitude de tensão e a tensão média.

Curvatura de uma curva explícita $y = y(x)$:

$$\kappa = \frac{y''(x)}{[1 + y'(x)^2]^{3/2}}$$

Relação momento-curvatura em vigas e eixos:

$$\kappa = \frac{M}{EI}$$

onde M é momento fletor, E o módulo de elasticidade e I o momento de inercia de área.