

AVALIAÇÃO DA AULA 3 — PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS MATERIAIS

Resistência dos Materiais — Prof. Dr. Alexandre Simas de Medeiros

Esta avaliação corresponde ao conteúdo ministrado na **Aula 3** e deverá ser **entregue na Aula 4**.

A avaliação é composta por **três exercícios integradores**, cada um valendo **1,0 ponto**.

A nota final da avaliação será calculada pela média aritmética dos três exercícios, conforme a expressão:

$$\text{Nota Final} = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{3}$$

em que:

E_1 = nota do Exercício 1

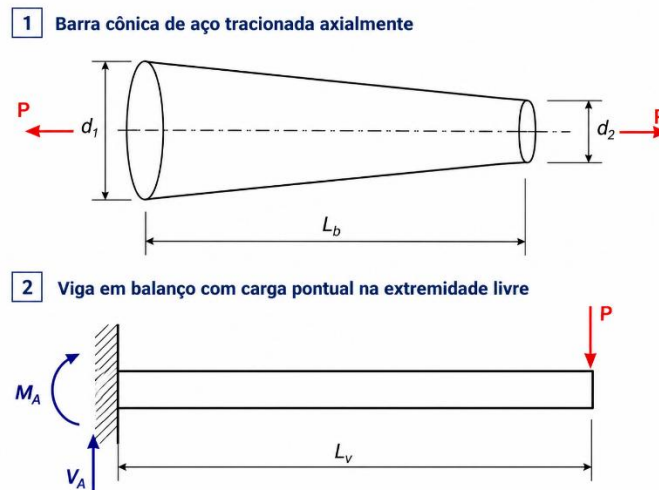
E_2 = nota do Exercício 2

E_3 = nota do Exercício 3

Portanto, a soma das notas obtidas nos três exercícios será dividida por 3

Barra cônica e viga em balanço

Um conjunto estrutural é composto por uma barra cônica de aço tracionada axialmente e por uma viga em balanço que recebe uma carga pontual vertical na extremidade livre.



A barra cônica será usada como elemento tracionado. A mesma carga axial de tração será considerada como a carga vertical aplicada na extremidade livre da viga em balanço.

Dados da barra cônica

Comprimento da barra: $L_b = 2,0$ m

Diâmetro maior: $d_1 = 40$ mm

Diâmetro menor: $d_2 = 20$ mm

Força axial de tração: $P = 30$ kN

Módulo de elasticidade do aço: $E = 200$ GPa

Para barra cônica submetida à carga axial:

$$\Delta L = \frac{4PL}{\pi E d_1 d_2}$$

Dados da viga em balanço

Comprimento da viga: $L_v = 3,0$ m

Carga pontual vertical na extremidade livre: $P = 30$ kN

A viga está engastada em uma extremidade e livre na outra.

Determine

a) O alongamento total da barra cônica. **0,2 ponto**

b) A tensão normal média na extremidade de maior diâmetro e na extremidade de menor diâmetro. **0,1 ponto**

c) Em qual extremidade da barra cônica ocorre a maior tensão normal e por quê. **0,1 ponto**

- d) A reação vertical no engaste da viga em balanço. **0,1 ponto**
- e) O momento de reação no engaste. **0,15 ponto**
- f) O valor da força cortante ao longo da viga. **0,1 ponto**
- g) O comportamento do momento fletor ao longo da viga e o valor máximo. **0,1 ponto**
- h) Identifique, em termos conceituais, os pontos mais críticos do conjunto: na barra cônica e na viga em balanço. **0,05 ponto**

Propriedades mecânicas dos materiais

Um corpo de prova metálico cilíndrico foi submetido a ensaio de tração. Além disso, o material será usado em um componente sujeito a carregamento cíclico.

Dados do corpo de prova e do material

Diâmetro inicial: $d_0 = 10 \text{ mm}$

Comprimento inicial de referência para ductilidade: $L_0 = 50 \text{ mm}$

Comprimento final após ruptura: $L_f = 62 \text{ mm}$

Área final na região da ruptura: $A_f = 38 \text{ mm}^2$

Módulo de elasticidade: $E = 200 \text{ GPa}$

Coefficiente de Poisson: $\nu = 0,30$

Força axial de serviço: $P = 10 \text{ kN}$

Comprimento do componente em serviço: $L = 500 \text{ mm}$

Dados da curva tensão–deformação

Tensão de escoamento: $f_y = 250 \text{ MPa}$

Resistência última à tração: $f_u = 420 \text{ MPa}$

Tensão de ruptura de engenharia: $\sigma_r = 360 \text{ MPa}$

Para estimar a tenacidade, adote:

$$\varepsilon_u = 0,16$$

$$\varepsilon_f = 0,24$$

Dados de fadiga

A curva S–N esquemática do material fornece:

$$S = 320 \text{ MPa para } N = 10^5 \text{ ciclos}$$

$$S = 260 \text{ MPa para } N = 10^6 \text{ ciclos}$$

O componente será submetido a: $S_a = 280 \text{ MPa}$

Dados de fluência

Em temperatura elevada e sob tensão constante, foram observados três comportamentos:

1. A taxa de deformação diminui com o tempo.
2. A taxa de deformação torna-se aproximadamente constante.
3. A taxa de deformação cresce rapidamente até a ruptura.

Determine

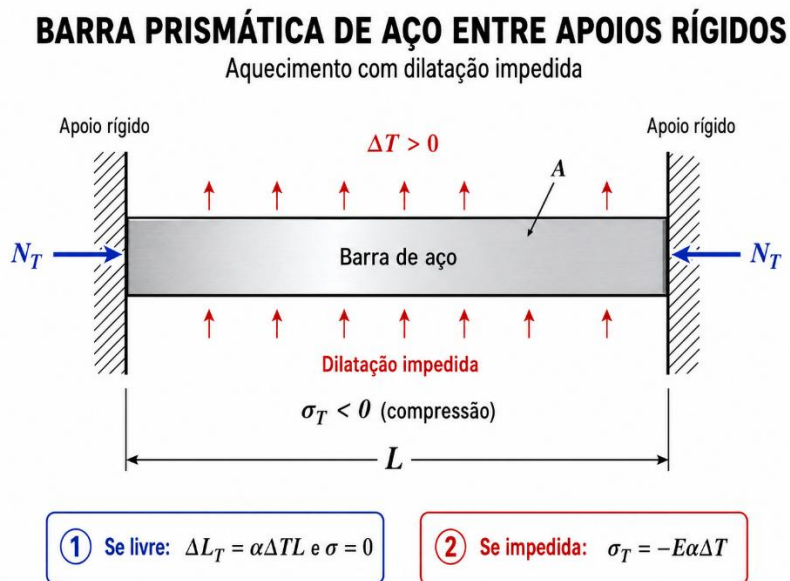
a) A área inicial A_0 da seção transversal. **0,1 ponto**

b) A tensão normal média de serviço e verifique se o material permanece abaixo do escoamento. **0,15 ponto**

- c) A deformação longitudinal, o alongamento elástico e a deformação lateral. **0,15 ponto**
- d) Identifique f_y , f_u e σ_r , explicando porque a tensão de ruptura de engenharia pode ser menor que a tensão máxima. **0,15 ponto**
- e) Calcule o alongamento percentual e a redução percentual de área. Classifique o material como dúctil ou frágil. **0,1 ponto**
- f) Calcule a energia elástica por unidade de volume em serviço e o módulo de resiliência até o escoamento. **0,1 ponto**
- g) Estime a tenacidade pela área aproximada sob a curva tensão–deformação, usando aproximação trapezoidal. **0,1 ponto**
- h) Verifique se a condição de fadiga é segura para 10^6 ciclos. **0,1 ponto**
- i) Identifique as três fases de fluência descritas e indique o ensaio mecânico adequado para obter E , f_y , dureza, vida à fadiga, fluência e tenacidade ao impacto. **0,05 ponto**

Dilatação térmica, tensão térmica e energia

Uma barra prismática de aço é instalada entre dois apoios rígidos. Inicialmente, a barra está sem tensão, à temperatura ambiente. Em seguida, sua temperatura aumenta, mas os apoios impedem qualquer variação de comprimento.



Dados:

$$\begin{aligned}L &= 2,0 \text{ m} \\A &= 600 \text{ mm}^2 \\E &= 200 \text{ GPa} \\ \alpha &= 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C} \\ \Delta T &= 50^\circ\text{C}\end{aligned}$$

Determine:

- A deformação térmica livre da barra. **0,15 ponto**
- A dilatação térmica livre, isto é, o alongamento que ocorreria se a barra pudesse se expandir sem restrição. **0,15 ponto**
- Explique se surgiria tensão normal caso a barra estivesse livre para dilatar. **0,10 ponto**
- Como a barra está impedida de dilatar, determine a tensão térmica desenvolvida. **0,20 ponto**
- Determine a força normal térmica desenvolvida nos apoios. **0,15 ponto**

f) Determine a energia de deformação elástica armazenada na barra devido à restrição térmica. **0,20 ponto**

g) Interprete fisicamente o sinal da tensão térmica e o significado da energia armazenada. **0,05 ponto**