

PROPRIEDADES MECÂNICAS parte I

1. Um provete cilíndrico com 1×10^{-2} m de diâmetro e 10^{-1} m de comprimento (dimensões iniciais) foi traccionado até à fractura. Ao atingir-se a tensão nominal de 150MPa, o comprimento do provete era $10,5 \times 10^{-2}$ m, tendo a deformação sido puramente elástica. A deformação ocorreu de maneira uniforme até atingir-se a carga de 40000 N, sendo nesse instante o diâmetro igual a 8×10^{-3} m. Calcule:

- a) a tensão real correspondente à carga máxima a que o provete foi submetido;
- b) o módulo de Young do material do provete.

2. Um provete de tracção com comprimento e diâmetro iniciais de 10 cm e 1 cm, respectivamente, foi ensaiado com velocidade de alongamento de 10^{-3} cm/seg. Ao fim de 220 segundos de ensaio, a tensão real era de 70 kgf/mm^2 , tendo o alongamento sido uniforme. Nesse instante, determine:

- a) o alongamento;
- b) a velocidade de extensão real;
- c) a extensão real;
- d) a tensão nominal, em unidades SI.

3. Num ensaio de tracção uniaxial de um certo provete, cujo comprimento inicial era 3×10^{-1} m, obtiveram-se os seguintes resultados:

Carga (N)	0	15600	15800	16300	16500	16550	15900	15600	14900	14000	13150	12500
Diâm. (10^{-2} m)	6,40	6,35	6,25	6,10	5,95	5,85	5,35	5,10	4,85	4,60	4,30	3,80

- a) Determine: módulo de Young, tensão de cedência; tensão máxima, extensão nominal uniforme, tensão real, extensão real e percentagem de redução de área correspondentes ao ponto de carga máxima.
- b) Trace as curvas tensão nominal-extensão nominal e tensão real-extensão real. Indique nos gráficos os valores encontrados na alínea anterior.

PROPRIEDADES MECÂNICAS parte I

4. Um provete prismático de base quadrada, inicialmente com 10 cm de comprimento de prova (distância entre pontos de referência) e 1 cm de lado de base, foi ensaiado à tracção. Sabe-se que o módulo de Young desse material, um metal, é $E = 200$ GPa.

- a) Supondo que o material ainda se encontra em regime elástico, calcule a tensão que provoca uma extensão de 0,08%. Calcule também o valor da respectiva força de tracção.
- b) Nas condições da alínea anterior, calcule a percentagem de variação de volume sofrida pelo provete, i.e., a variação de volume dividida pelo volume inicial. O que conclui? Dado: o coeficiente de Poisson é $\nu = 0.3$.
- c) Após ter sido ultrapassada a tensão de cedência, o provete continuou a ser deformado em regime plástico. No instante em que se atingiu a força de tracção de 20 kN, a distância entre os pontos de referência era de 12 cm. Determine, para esse instante: a tensão nominal, a tensão real, a extensão nominal e a extensão real.

5. a) Considere um ensaio de tracção realizado a um provete de 15 cm de um certo material metálico. Faça o traçado quantitativo aproximado do respectivo gráfico tensão nominal – extensão nominal, sabendo que os valores apurados de algumas propriedades mecânicas são:

Módulo de Young = 200 GPa;
Tensão de prova a 0.2% = 300 MPa;
Tensão de rotura (i.e., tensão máxima) = 350 MPa;
Máxima deformação uniforme = 15%;
Tensão de fractura (i.e., tensão no final do ensaio) = 200 MPa;
Deformação final = 17%.

b) Usando os dados da alínea anterior, calcule: o comprimento do provete quando a tensão é 100 MPa, bem como a tensão e a extensão reais no ponto de carga máxima.

c) Calcule a energia absorvida por unidade de volume no domínio elástico, i.e. a (ou, módulo de) resiliência.

d) Considere que o material era carregado até ao valor de 349.9 MPa, sendo depois a carga aplicada retirada progressivamente até ao valor 0 MPa. Calcule a extensão final e o comprimento final do provete

6. Considere o gráfico fornecido, que foi obtido num ensaio de tracção de um provete metálico.

Nota: certifique-se de obter as dimensões do provete (comprimento entre amarras, área da secção recta), bem como os factores de escala referentes aos eixos do gráfico.

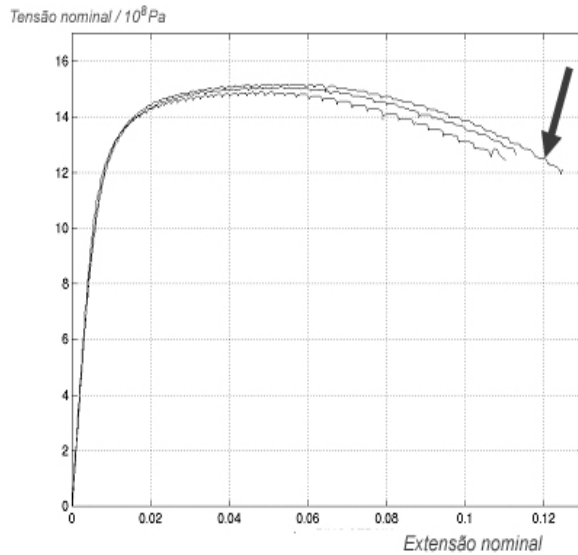
a) Determine: Módulo de Young. Tensão de cedência. Tensão nominal, extensão nominal, tensão real e extensão real, correspondentes ao ponto de carga máxima.

b) Usando um número razoável de valores retirados do gráfico, trace as curvas tensão nominal-extensão nominal e tensão real-extensão real. Indique nos gráficos correspondentes os valores encontrados na alínea anterior.

PROPRIEDADES MECÂNICAS parte I

7. Mostre que um material com coeficiente de Poisson $\nu = 0.5$ não sofre variação de volume ao ser submetido a um esforço de tracção uniaxial. Sugestão: calcule a variação percentual de volume sofrida por um paralelepípedo de dimensões L_x^0, L_y^0, L_z^0 .

8. Um fabricante de peças de aço destinadas à indústria automóvel forneceu os seguintes gráficos tensão nominal (10^8 Pa) / extensão nominal referentes ao ensaio de tracção realizado a provetes de aços endurecidos com boro. (Nota: use apenas a curva identificada com uma seta).



a) Determine o módulo de Young e a tensão de prova a 0.002.

b) Para o ponto de carga máxima, determine: a tensão nominal, extensão nominal, tensão real e a extensão real.

c) Considere um provete de 20 cm que no decorrer do ensaio de tracção tem uma extensão nominal de 4%. Após ser retirada a carga: qual a extensão nominal e qual o comprimento do provete?

d) Estime a tensão de cedência à compressão do provete que sofreu a carga-descarga descrita na alínea anterior.

9. Uma amostra cilíndrica com 380 mm de comprimento e 10 mm de diâmetro vai ser submetida a uma carga de tracção de 24.5 kN, não podendo sofrer deformação plástica nem um alongamento superior a 0.9 mm.

a) De entre os materiais indicados na tabela, qual(is) é(são) o(s) candidato(s) a ser(em) utilizado(s) nestas condições? Justifique.

b) Represente, no mesmo gráfico, 2 curvas do ensaio de tracção (escolha 2 materiais da tabela) compatíveis com os dados fornecidos. Indique cuidadosamente abcissas/ordenadas de pontos notáveis.

Material	Módulo de Young GPa	Tensão de cedência MPa	Tensão máxima MPa
Liga de alumínio	70	255	420
Bronze	100	345	420
Aço	207	450	550
Cobre	110	250	290

PROPRIEDADES MECÂNICAS parte I

10. Faça o traçado aproximado do gráficos tensão nominal-extensão nominal que se obteriam em ensaios de tracção realizados nas condições e/ou para os materiais seguintes (consoante as alíneas, os traçados serão qualitativos ou parcialmente quantitativos). Nota: Indique as respectivas unidades.

- a) A) Polímero termoplástico;
B) Cerâmico; C) Metal.

- b) Metais com $E = 200 \text{ GPa}$, $\sigma_{\text{cedência}} = 400 \text{ MPa}$
D) Material elástico-idealmente plástico;
E) Material elástico-plástico exibindo encruamento.

c) Duas amostras, F, G, da mesma liga metálica, com $E = 200 \text{ GPa}$, e aproximadamente com o mesmo módulo de tenacidade, que sofreram tratamentos térmicos e/ou mecânicos diferentes, sendo que o metal F é apreciavelmente mais resistente que o metal G.

11. **Versão I.** Um provete prismático de base quadrada de uma liga de titânio, inicialmente com 15 cm de comprimento de prova (distância entre pontos de referência) e 2 cm de lado de base, foi ensaiado à tracção. Sabe-se que o módulo de Young desse material é $E = 116 \text{ GPa}$.

a) Supondo que o material ainda se encontra em regime elástico, calcule a tensão que provoca uma extensão de 0,05%. Calcule também o valor da respectiva força de tracção.

b) Após ter sido ultrapassada a tensão de cedência, o provete continuou a ser deformado em regime plástico. No instante em que se atingiu a força de tracção de 340 kN, a distância entre os pontos de referência era de 16,5 cm. Determine, para esse instante: a tensão nominal, a tensão real, a extensão nominal e a extensão real.

PROPRIEDADES MECÂNICAS parte I

11. Versão II. Um provete cilíndrico de uma liga de titânio, inicialmente com 20 cm de comprimento de prova (distância entre pontos de referência) e 1 cm de diâmetro, foi ensaiado à tracção. Sabe-se que o módulo de Young desse material é $E = 116 \text{ GPa}$.

a) Supondo que o material ainda se encontra em regime elástico, calcule a tensão que provoca uma extensão de 0.08%. Calcule também o valor da respectiva força de tracção e o alongamento.

b) Após ter sido ultrapassada a tensão de cedência, o provete continuou a ser deformado em regime plástico. No instante em que se atingiu a força de tracção de 40 kN, a distância entre os pontos de referência era de 22 cm. Determine, para esse instante: a tensão nominal, a tensão real, a extensão nominal e a extensão real.

c) Supondo que o provete da alínea anterior é descarregado elasticamente até à carga nula, calcule a extensão (plástica) final, bem como o comprimento final do provete.

12. Versão I. O módulo de Young, a tensão de cedência e a tensão máxima de um certo latão são, respectivamente 98.5 GPa, 250 MPa e 450 MPa. Considere um provete cilíndrico desse latão, que foi submetido ao ensaio de tracção e cujo diâmetro e comprimento iniciais eram 10 mm e 250 mm, respectivamente. Ao atingir-se a carga de 25.4 kN, o alongamento do provete era 40 mm. Determine:

a) A carga máxima que se aplicou ao provete, de modo a que não ocorresse deformação plástica.

b) O comprimento do provete no instante em que se iniciou o movimento das deslocações.

c) A carga aplicada ao provete, no instante em que a estrição apareceu.

d) O comprimento final do provete, se ao se atingir a carga de 25.4 kN ele fosse em seguida descarregado até ao valor de carga nula.

12. Versão II. O módulo de Young, a tensão de cedência e a tensão máxima de um certo latão são, respectivamente 98.5 GPa, 250 MPa e 450 MPa. Considere um provete cilíndrico desse latão, que foi submetido ao ensaio de tracção e cujo diâmetro e comprimento iniciais eram 10 mm e 250 mm, respectivamente. Ao atingir-se a carga de 31.4 kN, o alongamento do provete era 50 mm. Determine:

a) A carga máxima que se aplicou ao provete, de modo a que não ocorresse deformação plástica.

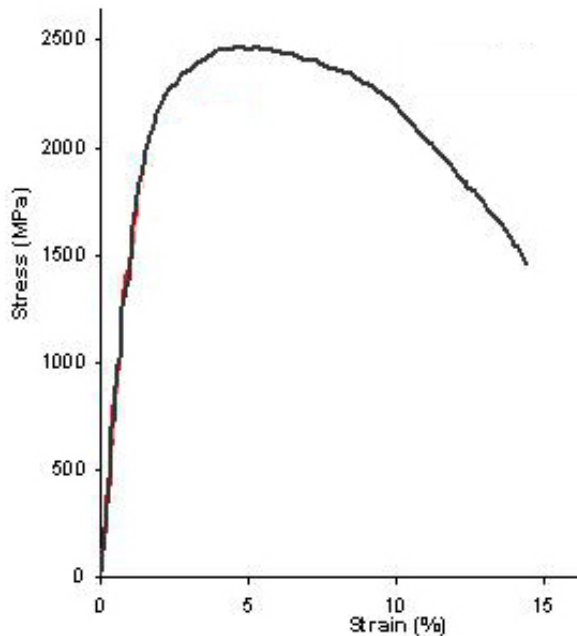
b) O comprimento do provete no instante em que se iniciou o movimento das deslocações.

c) A carga aplicada ao provete, no instante em que a estrição apareceu.

d) O comprimento final do provete, se ao se atingir a carga de 31.4 kN ele fosse em seguida descarregado até ao valor de carga nula.

PROPRIEDADES MECÂNICAS parte I

13 Um fabricante de peças de aço (<http://www.powermetalinc.com/powermetal.htm>) processadas de forma a obter um tamanho médio de grão da ordem de 10-50 nm, forneceu os seguintes gráficos tensão nominal / extensão nominal, referentes ao respectivo ensaio de tracção uniaxial.



a) Determine: o módulo de Young, a tensão de prova a 0.2%, a tensão máxima e a máxima extensão uniforme; estime também o valor do módulo de resiliência do material.

b) Para o ponto de carga máxima, determine a tensão real e a extensão real.

c) Considere um provete de 20 cm que no decorrer do ensaio de tracção tem uma extensão nominal de 4.5%. Após ser retirada a carga: qual a extensão nominal e qual o comprimento do provete?

14. Um provete prismático de base quadrada, inicialmente com 20 cm de comprimento de prova (distância entre pontos de referência) e 1 cm de lado de base, foi submetido a um esforço uniaxial primeiro de compressão e depois de tracção. (Dado: $E = 200$ GPa).

a) Supondo que o material ainda se encontra em regime elástico, calcule a tensão que provoca uma extensão de -0,09%. Calcule também o valor da respectiva força de compressão.

b) O provete da alínea anterior foi depois descarregado até ao valor de carga nula. Qual era o seu comprimento nesse instante? Justifique.

c) O provete da alínea anterior é depois submetido a um esforço de tracção. Após ter sido ultrapassada a tensão de cedência, atingiu-se a força de 20 kN, sendo que nesse instante a distância entre os pontos de referência era de 24 cm. Determine, para esse instante: a tensão nominal, a tensão real, a extensão nominal e a extensão real.

15. O módulo de Young, a tensão de cedência e a tensão máxima de um certo latão são, respectivamente 98.5 GPa, 250 MPa e 450 MPa. Considere um provete cilíndrico desse latão, que foi submetido ao ensaio de tracção e cujo diâmetro e comprimento iniciais eram 10 mm e 250 mm, respectivamente. Ao atingir-se a carga de 25.4 kN, o alongamento do provete era 40 mm. Determine:

a) A carga máxima que se aplicou ao provete, de modo a que não ocorresse deformação plástica.

b) O comprimento do provete no instante em que se iniciou o movimento das deslocações.

c) A carga aplicada ao provete, no instante em que a estrição apareceu.

d) O comprimento final do provete, se ao se atingir a carga de 25.4 kN ele fosse em seguida descarregado até ao valor de carga nula.