Nome:

Matrícula:

Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Paulo Moscon

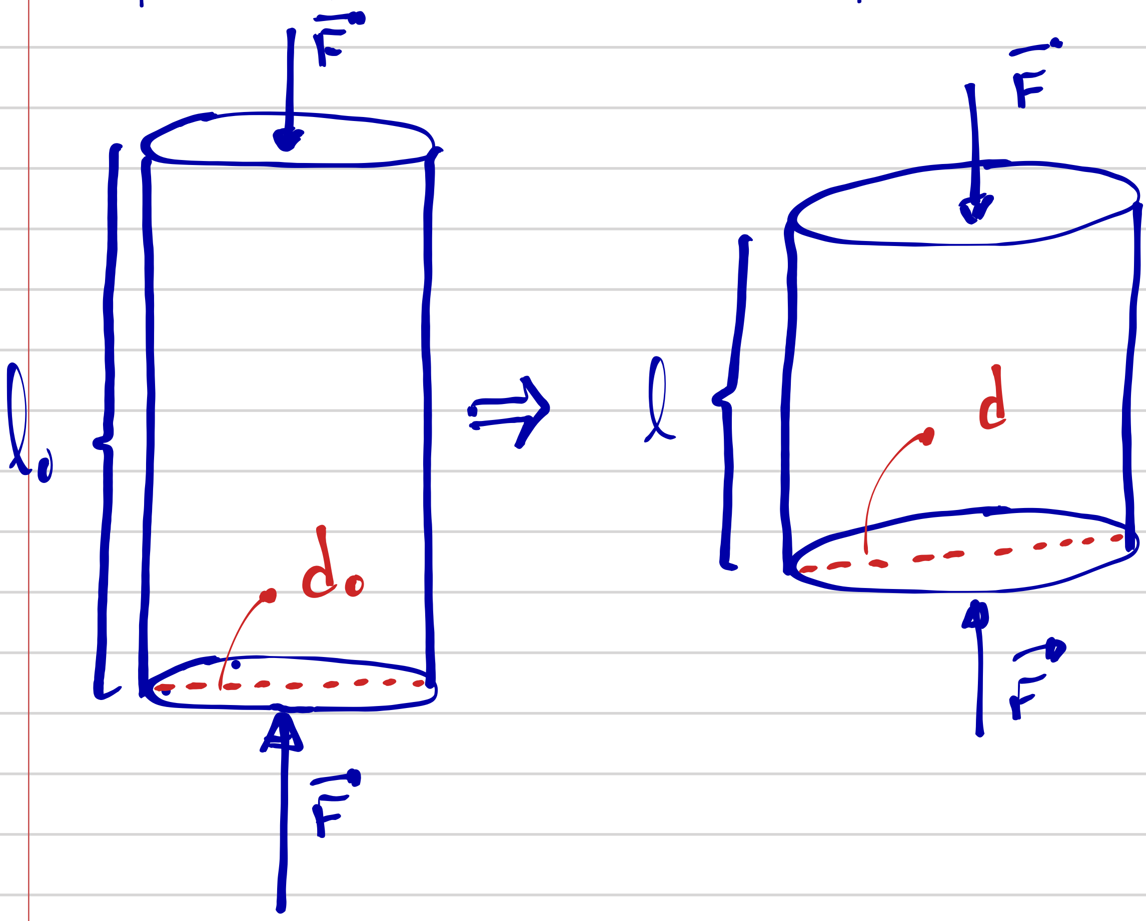
2^a prova de Ciência dos Matereiais - 2022/02

Nota) Os passos adotados precisam ser justificados ou por breves comentários ou por sequência lógica durante as resoluções. Passos que aparentarem pura memorização serão desconsiderados.

Questão 1) [2,5] Um corpo de provas cilíndrico de uma liga metálica hipotética é tensionado em compressão. E seus diâmetros original e final são 20,000 e 20,025 mm, respectivamente, e o seu comprimento final é 74,96 mm, calcula seu comprimento original se a deformação é totalmente elástica. Os módulos de elasticidade e de cisalhamento para essa liga são 105 GPa E 49,7 GPa, respectivamente.
Equações possivelmente (não necessariamente) úteis:

Solução:

Representação ilustrativa do processo.



Obs: $l_s \equiv$ comprimentos

$d_s \equiv$ diâmetros

dados:

$d_o = 20,000$ mm
$d = 20,025$ mm
$l = 74,96$ mm

Pergunta → $l_o = ?$

$E = 105$ GPa
$G = 49,7$ GPa

— " —

A relação $\sigma = E\varepsilon$ não é útil neste caso pois a tensão não é dada direta ou indiretamente.

Uma relação que envolve tanto comprimentos quanto diâmetros é

$$\nu = -\frac{\varepsilon_\perp}{\varepsilon_\parallel}$$

$\varepsilon_\perp$ → Deformação lateral

$\varepsilon_\parallel$ → " longitudinal

ν → coeficiente de Poisson

$$\Rightarrow \quad \varepsilon_\parallel = \frac{l - l_o}{l} \quad ; \quad \varepsilon_\perp = \frac{d - d_o}{d_o}$$

$$\Rightarrow \nu = -\frac{\dfrac{d - d_o}{d_o}}{\dfrac{l - l_o}{l_o}} = -\frac{(d - d_o)}{d_o} \cdot \frac{l_o}{(l - l_o)}$$

$$\nu \cdot (\ell - \ell_0) = -\frac{(d-d_0)}{d_0} \cdot \ell_0$$

$$\ell - \ell_0 = -\frac{\ell_0}{\nu} \cdot \frac{(d-d_0)}{d_0}$$

$$\ell = \ell_0 \left[1 - \frac{(d-d_0)}{\nu\, d_0}\right]$$

$$\ell_0 = \frac{\ell}{\left[1 - \frac{(d-d_0)}{\nu\, d_0}\right]}$$

Note que a única informação não dada é o coeficiente de Poisson (ν). Este pode ser obtido através da relação.

$E = 2G(1+\nu)$, pois E e G foram dados.

$$\Rightarrow \quad \nu = \left(\frac{E}{2G} - 1\right) = 0{,}056338028$$

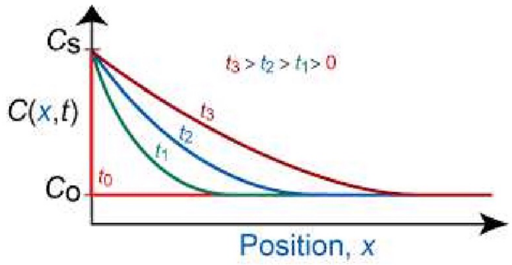
$$\ell_0 = \frac{74{,}96 \text{ mm}}{\left[1 - \frac{(20{,}025 - 20{,}000)}{0{,}056338028 \cdot 20{,}000}\right]}$$

$$\ell_0 \simeq 76{,}66 \text{ mm}$$

Questão 2) [2,5] A segunda lei de Fick foi desenvolvida para processos não estacionários de difusão. Vimos que ao considerar-se aumentos infinitesimais de concentração em função do tempo, chega-se na relação

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial C}{\partial x}\left(D\frac{\partial C}{\partial x}\right) \tag{1}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}. \tag{2}$$



Questões:

(a) Qual consideração física deve ser feita para que a constante de difusão D possa ser considerada constante, levando a Equação (1) para o formato da Equação (2).

(b) Indique e comente quais as características das curvas presentadas na Figura ao lado estão representadas, respectivamente, pelos fatores diferenciais $\frac{\partial C}{\partial t}$ e $\frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$. Em outras palavras, interprete a Equação 2, acima, com o auxílio da Figura.

Esta questão é qualitativa, tal que não comporta texto único.

Basicamente, trata-se de uma análise que compara as taxas temporais $(\partial C/\partial t)$ com as concavidades das curvas apresentadas no gráfico $\left(\partial^2 C/\partial x^2\right)$.

$\Rightarrow$ Nos pontos de maior concavidade nota-se graficamente, maiores distâncias verticais, em cada ponto x. Isso escrito em linguagem matemática significa que

$\frac{\partial C}{\partial t} \propto \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$; como explícito pela Equação 2.

Questão 3) [2,5] Determine a taxa inicial na qual o Hélio (He), mantido em uma concentração de $C_A = 8,5$ kg/m^3 e 297 K em um Pyrex esférico de 50 cm de diâmetro e uma parede com espessura de $x = 1$ cm, difunde através do Pyrex para o exterior. Suponha que a concentração fora permanece sempre insignificante e que o coeficiente de difusão do He no Pyrex é $D = 0,40 \times 10^{-9}$ cm^2/s.
Equações possivelmente (não necessariamente) úteis:

$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q_d}{RT}\right);$$

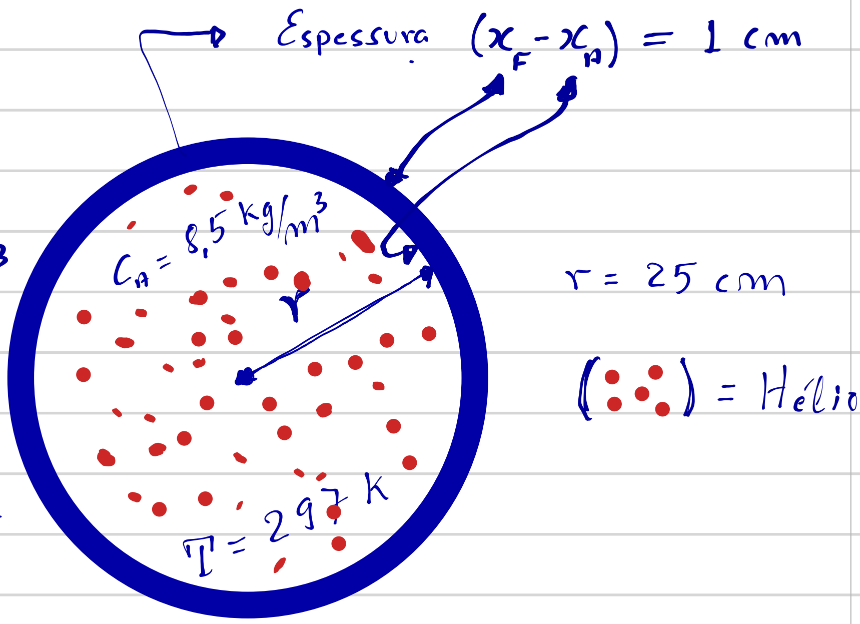
$$J = -D\frac{\Delta C}{\Delta x};$$

$$\frac{C_x - C_0}{C_s - C_0} = 1 - efr\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right).$$

Ilustração:

$C_A = 8,5 \ kg/m^3$

$C_{Fora} \ll C_A$



$D = 0,40 \times 10^{-9} \ cm^2/s$

Solução:

Como as concentrações são constantes, trata-se de uma difusão em estado estacionário;

$$J = -D\frac{(C_x - C_A)}{(x - x_A)}$$

Neste caso x_A é a referência na superfície interna do pyrex.

Note que $[J] = \frac{kg}{m^2 \cdot s}$.

$\Rightarrow$ A taxa de difusão total será

$$T_{axa} = J \cdot A_{total}$$

$$Taxa = J \cdot 4\pi r^2$$

$$Taxa = -D \frac{(C_{Fora} - C_A)}{x_{Fora} - x_A} \cdot \pi r^2$$

Como C_{Fora} é desprezível $\Rightarrow C_{Fora} \approx 0$.

Considerando os dados no S.I.

$$\Rightarrow D = 0{,}40 \times 10^{-13} \frac{m^2}{s} \qquad r = 0{,}25\,m$$

$$(x_{Fora} - x_A) = 0{,}01\,m$$

$$\Rightarrow Taxa = -0{,}40 \times 10^{-13} \cdot \frac{(0 - 8{,}5)}{0{,}01} \times 4\pi \times 0{,}25^2$$

$$Taxa = \frac{0{,}40 \times 8{,}5 \times 4\pi \times 0{,}25^2 \times 10^{-13}}{10^{-2}} \frac{\cancel{m^2}}{s} \cdot \frac{1}{\cancel{m}} \cdot \frac{kg}{\cancel{m^3}} \cdot \cancel{m^2}$$

$$\boxed{Taxa = 2{,}67 \times 10^{-11}\ kg/s}$$

Questão 4) [2,5] Descreva, suscintamente, os processos de gravação e leitura magnéticos; comumente utilizados em CD's regraváveis, discos rígidos de computadores, etc.

Questão com liberdade de apresentação.
As correções serão particulares.