

### **LISTA DE EXERCÍCIOS VI: Propriedades Térmicas**

1) Para o alumínio, a capacidade calorífica a volume constante,  $C_v$ , a 30 K é de 0,81 J/mol.K; a temperatura de Debye é de 375 K. Estime o calor específico:

- (a) a 50 K;
- (b) a 425 K.

2) Uma tira bimetálica é construída a partir de tiras de dois metais diferentes que estão ligados ao longo dos seus comprimentos. Explique como tal dispositivo pode ser usado em um termostato para regular a temperatura.

3) (a) Explique por que o anel de latão da tampa de uma jarra de vidro irá afrouxar quando esta for aquecida.

(b) Suponha que o anel seja feito de tungstênio em vez de latão. Qual será o efeito do aquecimento da tampa e da jarra? Por quê?

Dados:  $\alpha_l$  do latão =  $20 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $\alpha_l$  do vidro =  $9 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $\alpha_l$  do tungstênio =  $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

4) Um fio de alumínio com 10 m de comprimento é resfriado desde 38 até  $-1^\circ\text{C}$ . Qual será a variação de comprimento que esse fio experimentará?

5) Até que temperatura uma barra cilíndrica de tungstênio com 15,025 mm de diâmetro e uma placa de aço 1025 com um orifício circular de 15,000 mm de diâmetro devem ser aquecidos para que a barra se ajuste exatamente no interior do buraco? Considere que a temperatura inicial seja de  $25^\circ\text{C}$ .

6) (a) Calcule o fluxo de calor através de uma chapa de aço com 10 mm de espessura se as temperaturas das duas faces forem de 300 e  $100^\circ\text{C}$ ; considere um escoamento de calor em regime estacionário.

(b) Qual é a perda de calor por hora se a área da chapa é de  $0,25 \text{ m}^2$ ?

(c) Qual será a perda de calor por hora se um vidro de cal de soda for usado em lugar do aço?

(d) Calcule a perda de calor por hora se for usado aço e se a espessura for aumentada para 20 mm.

Dados: Condutividade Térmica do aço =  $51,9 \text{ W/m-K}$

Condutividade térmica do vidro de cal soda =  $1,7 \text{ W/m-K}$

7) Explique sucintamente por que a condutividade térmica de cerâmicas cristalinas costuma ser maior do que para as cerâmicas não-cristalinas.

8) Explique sucintamente por que os metais são tipicamente melhores condutores térmicos do que os materiais cerâmicos.

9) a) Explique sucintamente por que a porosidade diminui a condutividade térmica dos materiais cerâmicos e poliméricos, tornando-os mais isolantes termicamente

b) Explique sucintamente como o grau de cristalinidade afeta a condutividade térmica dos materiais poliméricos e por quê.

10) Por que a condutividade térmica primeiro diminui e em seguida aumenta com a elevação da temperatura, para alguns materiais cerâmicos?

11) Para cada um dos seguintes pares de materiais, decida qual material possui a maior condutividade térmica. Justifique as suas escolhas.

(a) Prata pura; prata de lei (92,5%p Ag-7,5%p Cu);

(b) Sílica fundida; sílica policristalina;

(c) Policloreto de vinila (PVC) linear e sindiotático (Grau de polimerização = 1000); poliestireno linear e sindiotático (Grau de polimerização = 1000);

(d) Polipropileno atático (Peso molecular =  $1.10^6$  g/mol); polipropileno isotático (Peso molecular =  $5.10^5$  g/mol).

12)(a) Explique sucintamente por que podem ser introduzidas tensões térmicas em uma estrutura pelo seu aquecimento ou resfriamento rápido.

(b) Qual é a natureza das tensões superficiais no resfriamento?

(c) Qual é a natureza das tensões superficiais no aquecimento?

(d) Para um material cerâmico, é mais provável a ocorrência de um choque térmico em um aquecimento rápido ou em um resfriamento rápido? Por quê?

e) Quais medidas poderiam ser tomadas para reduzir a probabilidade de choque térmico de uma peça cerâmica?

13) (a) Se um bastão em aço 1025 com 0,5 m de comprimento for aquecido de 20 até 80°C enquanto as suas extremidades são mantidas rígidas, determine o tipo e a magnitude da tensão que se desenvolve. Admita que a 20°C o bastão esteja livre de tensões.

(b) Qual será a magnitude da tensão se um bastão com 1 m de comprimento for usado?

(c) Se o bastão citado na parte a) for resfriado de 20°C até - 10°C, qual tipo e magnitude de tensão irá resultar?

14) Um arame de cobre é esticado com uma tensão de 70 MPa a 20°C. Se o seu comprimento for mantido constante, até que temperatura o arame deve ser aquecido para que a tensão seja reduzida para 35 MPa?

15) Trilhos de estradas de ferro fabricados em aço 1025 devem ser posicionados durante o período do ano em que a temperatura média é de 4°C. Se uma folga de 5,4 mm for deixada entre trilhos padrões com 11,9 m de comprimento, qual é a temperatura mais elevada possível que pode ser tolerada sem que haja a introdução de tensões térmicas?

16) As extremidades de um bastão cilíndrico com 6,4 mm de diâmetro e 250 mm de comprimento estão montadas entre suportes rígidos. O bastão está livre de tensões à temperatura ambiente (20°C), e mediante o resfriamento até uma temperatura de -60°C é possível uma tensão de tração termicamente induzida máxima de 138 MPa. Dentre os seguintes metais e ligas, a partir de quais materiais o bastão pode ser fabricado e por quê?

<b>Liga</b>	<b>Coefficiente de expansão linear (°C<sup>-1</sup>)</b>	<b>Módulo de Elasticidade (GPa)</b>
Alumínio	$23,6 \cdot 10^{-6}$	69
Cobre	$17,0 \cdot 10^{-6}$	110
Latão	$20,0 \cdot 10^{-6}$	97
Aço 1025	$12,0 \cdot 10^{-6}$	207
Tungstênio	$4,5 \cdot 10^{-6}$	407