

## LISTA DE EXERCÍCIOS 3 – DEFEITOS DO SÓLIDO CRISTALINO E DIFUSÃO NO ESTADO SÓLIDO

## GABARITO

- 1) O número de lacunas de equilíbrio do alumínio a 500°C é  $7,57 \times 10^{23}$  lacunas/m<sup>3</sup>.  
Calcule a energia de ativação para formação de uma lacuna no alumínio.

Dados:

1 mol de alumínio: 26,89 g.

Densidade do alumínio: 2,62 g/cm<sup>3</sup>

1 mol de Al = 26,89g

26,89 g correspondem a 10,26 cm<sup>3</sup>

Para converter 10,26 cm<sup>3</sup> em m<sup>3</sup>, devemos dividir por 10<sup>6</sup>, o que rende:

$$10,26 \text{ cm}^3 = 1,026 \times 10^{-5} \text{ m}^3.$$

Se o número de lacunas de equilíbrio é  $7,57 \times 10^{23}$  lacunas/m<sup>3</sup>, então deve-se multiplicar esse número pelo volume de 1 mol de Al para achar o número de lacunas (N) nesta quantidade de material.

$$N = 7,57 \times 10^{23} \times 1,026 \times 10^{-5}$$

$$N = 7,77 \times 10^{18} \text{ lacunas}$$

A constante de Boltzmann é

E a temperatura em Kelvin é 773 K

Jogam-se os valores de N, N<sub>L</sub>, k e T na fórmula:

$$N = N_L \exp\left(\frac{-Q}{kT}\right)$$

$$N = 7,77 \times 10^{18} \text{ lacunas}$$

$$N_L = 6,02 \times 10^{23}$$

$$k = 8,617 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$$

$$T = 773 \text{ K}$$

$$7,77 \times 10^{18} = 6,02 \times 10^{23} \exp(-Q/8,617 \times 10^{-5} \times 773)$$

$$7,77 \times 10^{18} / 6,02 \times 10^{23} = \exp(-Q/8,617 \times 10^{-5} \times 773)$$

$$1,29 \times 10^{-5} = \exp(-Q/6,66 \times 10^{-2})$$

$$\ln(1,29 \times 10^{-5}) = -Q/6,66 \times 10^{-2}$$

$$-11,26 = -Q/6,66 \times 10^{-2}$$

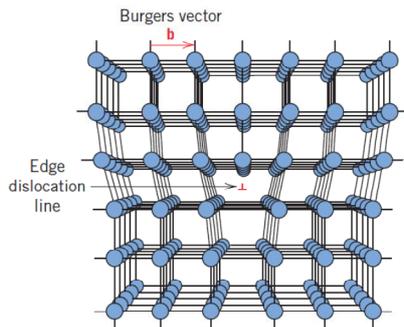
$$11,26 \times 6,66 \times 10^{-2} = Q$$

$$Q = 0,75 \text{ eV}$$

- 2) Explique esquematicamente o mecanismo de difusão por lacunas
- 3) Explique por que a difusão de átomos substitucionais tende a ser mais facilitada com o aumento da temperatura

*A difusão de átomos substitucionais ocorre por um mecanismo de troca de lugar entre átomos e lacunas. Por um lado, uma vez que o número de lacunas tende a aumentar com o aumento da temperatura, haverá mais lacunas para efetuar a troca de lugares com os átomos substitucionais. Por outro lado, o aumento da temperatura também aumenta a amplitude de vibração dos átomos, de forma que os saltos atômicos ficam facilitados devido ao maior espaçamento momentâneo entre átomos.*

- 4) Considere a discordância em cunha conforme a figura abaixo; Explique por que a parte de cima, onde está o plano extra, está submetida a compressão, e a parte de baixo, a tração.



*A discordância da figura é representada pela inserção de um plano extra na rede cristalina. Assim, no espaço em que, na parte de baixo estão 6 planos, na parte de cima há 7 deles. O plano extra “empurra” os vizinhos, de modo que estes ficam mais “apertados” no espaço em que deveria haver um plano a menos. Assim, os planos na parte de cima da linha de discordância encontram-se sob compressão.*

*Já os planos da parte de baixo estão sendo “puxados” lateralmente pela parte do cristal localizada acima da linha de discordância, uma vez que os planos foram empurrados para os lados para inserção do plano extra. Desta forma, estabelece-se nessa região uma solicitação de tração.*

- 5) Um aço tem 0,75% em massa de carbono. Calcule sua porcentagem atômica. Explique a diferença entre os números.

Dados:

1 mol de ferro: 56 g

1 mol de carbono: 12 g

1 mol:  $6,02 \times 10^{23}$  átomos

*Imaginemos 100 g deste aço:*

Haverá então 0,75 g de carbono e 99,25 g de ferro.

$$1 \text{ mol C} = 12 \text{ g}$$

$$x \text{ mols C} = 0,75$$

$$x = 0,0625 \text{ mol de carbono}$$

$$1 \text{ mol Fe} = 56 \text{ g}$$

$$y \text{ mols Fe} = 99,25 \text{ g}$$

$$y = 1,77 \text{ mol de ferro}$$

A porcentagem atômica é dada por

$$X_C^{at} = \frac{N_C}{N_{Fe} + N_C} \times 100$$

Em que  $N_i$  é o número de mols de cada elemento

Assim

$$X_C^{at} = \frac{0,0625}{1,77 + 0,0625} \times 100 = \frac{0,0625}{1,8325} \times 100$$

$$X_C^{at} = 3,41\%$$