

4ª LISTA DE EXERCÍCIOS

Disciplina: TE069 - Física de Semicondutores

Professor: César Augusto Dartora¹

- 1 A Lei de Ação de Massas mostra que $np = n_i^2$ e podemos escrever:

$$n = N_c e^{-\beta(E_c - \mu)} \quad , \quad p = N_v e^{-\beta(\mu - E_v)} \quad .$$

Determine uma expressão para o potencial químico μ . Quais são as expressões para N_c e N_v em função da massa efetiva do portador e da temperatura no regime não-degenerado? Mostre que as concentrações efetivas de elétrons e buracos N_c e N_v podem ser determinadas pelas expressões:

$$N_c = 2,54 \left(\frac{m_c^* T}{m_e 300} \right)^{3/2} \times 10^{19} \text{cm}^{-3} \quad ,$$

$$N_v = 2,54 \left(\frac{m_h^* T}{m_e 300} \right)^{3/2} \times 10^{19} \text{cm}^{-3} \quad ,$$

onde T é a temperatura em K. Aplique essa expressão para o Si, Ge e GaAs em $T = 300\text{K}$ e determine n_i .

- 2 Mostre, com relação ao potencial químico, que para dopagem tipo P

$$\mu = E_v - k_B T \ln \left(\frac{N_A}{N_v} \right)$$

enquanto que para dopagem tipo N:

$$\mu = E_c + k_B T \ln \left(\frac{N_D}{N_c} \right)$$

Explique qualitativamente o efeito da dopagem sobre um semicondutor.

- 3 Obtenha uma expressão numérica para a concentração de elétrons na banda de condução, n_i de um semicondutor hipotético intrínseco com $m_c^* = m_h^* = m_e$, $E_g = 1\text{eV}$ na temperatura $T = 300\text{K}$.
- 4 Determine o potencial químico μ do Si, Ge e GaAs intrínsecos em $T = 0\text{K}$ e $T = 300\text{K}$. O que ocorre com o aumento de temperatura? Porquê?
- 5 Calcule a concentração de elétrons e buracos e o potencial químico de um cristal de silício dopado com 10^{16} átomos/cm³ de As, à temperatura de $T = 290\text{K}$. O semicondutor obtido é do tipo P ou N?

¹cadartora@eletrica.ufpr.br

- 6** Calcule a concentração de elétrons e buracos e o potencial químico de um cristal de silício dopado com 10^{17} átomos/cm³ de *Ga*, à temperatura de $T = 290\text{K}$. O semiconductor obtido é do tipo P ou N?
- 7** Calcule a condutividade e a resistividade do Silício a $T = 300\text{K}$ em duas situações: i) intrínseco, ii) dopado com 2×10^{17} átomos/cm³ de *P* (fósforo). Os portadores majoritários serão elétrons ou lacunas no semiconductor dopado?
- 8** Uma barra de silício dopada com $N_a = 10^{14}$ átomos/cm³ impurezas aceitadora (por exemplo dopada com Al) tem uma espessura $d = 0.5\text{mm}$ entre os terminais de medida da tensão Hall V_H e é percorrida por uma corrente I ortogonal à direção da espessura d . Essa estrutura é utilizada como sensor Hall. Se um campo magnético de 0.1T aplicado ortogonal ao plano percorrido por uma corrente $I = 50\text{mA}$ determine o valor de V_H .