

11.1 Um lingote de Si foi dopado com $N_A = 12 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ átomos de B. Estime a concentração de portadores e o nível de Fermi à temperatura ambiente. $m_e^{\text{DOS}} = 1.026m_e$, $m_h^{\text{DOS}} = 0.0591m_e$, e $E_g = 1.11 \text{ eV}$.

11.2 Um lingote de Si foi dopado com B. Estime a energia de ionização do dopante num modelo hidrogenóide em que usa a massa efectiva e a constante dieléctrica do Si.

11.3 Num semiconductor foi observada a seguinte concentração n de electrões na banda de condução em função da temperatura T :

$T(\text{K})$	100	200	300	400	600	800	1000	1200	1400	1500	1600
$n (10^{22} \text{ m}^{-3})$	2.14	4.71	4.93	4.97	4.99	5.00	5.50	9.34	19.90	28.53	39.87

A densidade intrínseca é dada por

$$n_i = 2 \left(\frac{m_e k_B T}{2\pi \hbar^2} \right)^{3/2} \left(\frac{m_e^* m_h^*}{m_e^2} \right)^{3/4} \exp(-E_g/2k_B T)$$

- Qual é a concentração e tipo de dopantes?
- Faça uma estimativa do valor do hiato de energia E_g ?
- Qual é a energia do potencial químico (em relação à energia do mínimo da banda de condução) para $T = 600 \text{ K}$, assumindo $m_e^*/m_h^* \simeq 1.5$?
- Qual é a concentração de buracos p na banda de valência à temperatura de $T = 600 \text{ K}$?

11.4 Na literatura de semicondutores a mobilidade é definida como a razão entre a velocidade de deriva e o campo eléctrico,

$$\mu_e = \frac{v_{\text{drift},e}}{|E|}; \quad \mu_h = \frac{v_{\text{drift},h}}{|E|}.$$

Mostre que a condutividade eléctrica é dada por

$$\sigma = n|e|\mu_e + p|e|\mu_h,$$

e obtenha as expressões para μ_e e μ_h .

11.5 Mostre que para um semiconductor o coeficiente Hall é dado por

$$R_H = \frac{E_y}{j_x B} = \frac{1}{|e|} \frac{p\mu_h^2 - n\mu_e^2}{(p\mu_h + n\mu_e)^2}$$

com as direcções dadas na figura. Verifique se os valores do coeficiente de Hall da figura da direita fazem sentido.

