

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Instituto de Física – Departamento de Física

FIS01184 – Física IV-C – Área 3 – Lista 1

1. Que papel o princípio da exclusão de Pauli desempenha na explicação da condutividade elétrica de um metal?

2. Discrimine cuidadosamente, entre as seguintes grandezas que aparecem na equação:

$$N_0(E) = N(E) P(E)$$

(a) a densidade de estados $N(E)$, (b) a densidade de estados ocupados $N_0(E)$ e (c) a função probabilidade $P(E)$.

3. Na descrição da teoria de bandas, quais são as exigências essenciais para um sólido ser (a) um metal, (b) um isolante ou (c) um semiconductor?

4. Que outros elementos, além do fósforo, seriam bons candidatos para serem usados como impurezas doadoras de silício? Que outros elementos, além do alumínio, seriam bons candidatos para serem usados como impurezas aceitadoras? Consulte a tabela periódica.

5. O ouro é um metal monovalente com massa molar de 197 g/mol e densidade de 19,3 g/cm³. Calcular a densidade de portadores de carga.

Resposta: 5,9 x 10²⁸ m⁻³.

6. Use a Equação $E_f = \frac{0,121h^2}{m} n^{2/3}$ (energia de Fermi) para verificar que a energia de Fermi do cobre é 7,0 eV. (Observe que a densidade de portadores de carga do cobre é 8,43 x 10²⁸ m⁻³).

7. Qual é a probabilidade que um estado 0,062 eV acima da energia de Fermi esteja ocupado para (a) T = 0 K e (b) T = 320 K?

Resposta: (a) zero; (b) 0,0956

8. A densidade do ouro é 19,3 g/cm³. Cada átomo contribui com um elétron de condução. Calcular a energia de Fermi do ouro.

Resposta: 5,53 eV.

9. A energia de Fermi do alumínio é 11,6 eV; sua densidade é 2,70 g/cm³ e a sua massa molar é 27,0 g/mol. Com esses dados, determine o número de elétrons livres por átomo.

Resposta: 3.

10. O zinco é um metal bivalente. Calcule (a) o número de elétrons de condução por metro cúbico, (b) a energia de Fermi E_F , (c) a velocidade de Fermi v_F e (d) o

comprimento de onda de de Broglie correspondente a esta velocidade. Veja nos Apêndices D ou F os dados sobre o zinco que forem necessários.

Resposta: (a) $1,31 \times 10^{29} \text{ m}^{-3}$; (b) 9,42 eV; (c) $1,82 \times 10^6 \text{ m/s}$; (d) 0,40 nm.

11. A prata é metal monovalente. Calcule (a) o número de elétrons de condução por metro cúbico, (b) a energia de Fermi E_F , (c) a velocidade de Fermi v_F e (d) o comprimento de onda de de Broglie correspondente a esta velocidade. Veja nos Apêndices D ou F os dados que forem necessários.

Resposta: (a) $5,86 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$; (b) 5,52 eV; (c) 1340 km/s; (d) 0,522 nm.

12. A dopagem muda a posição do nível de Fermi de um semicondutor. Considere o silício, com uma distância de 1,11 eV entre a extremidade superior da banda de valência e a extremidade inferior da banda de condução. A 300 K, o nível de Fermi do silício puro está praticamente a meio caminho entre a banda de valência e a banda de condução. Suponha que o silício seja dopado com átomos doadores que introduzem um estado 0,15 eV abaixo da banda de condução. Suponha ainda que a dopagem mude a posição do nível de Fermi para 0,11 eV abaixo da banda de condução. Calcule a probabilidade de que um estado na parte inferior da banda de condução esteja ocupado: a. antes da dopagem; b. depois da dopagem; c. Calcule a probabilidade de que o nível introduzido pelo doador esteja ocupado. **Resposta:** $4,78 \times 10^{-10}$; 0,014; 0,824.

13. Num certo cristal, a mais alta banda de estados ocupada está completamente preenchida. O cristal é transparente a luz de comprimento de onda maior que 295 nm e opaco para comprimento de onda menor. Calcule, em elétron-volts, a lacuna entre a banda mais alta ocupada e a banda seguinte (vazia).

Resposta: 4,20 eV.