Física dos Semicondutores- Ficha TP2

Energy, Density of states and Fermi energy

1-Calculate the wavelength of an electron associated with Energy of 1eV (free electron), based on the Shrodinger equation.

2- Draw a density of states for electrons with a E-K relation given by:

a) $E = \frac{h^2k^2}{(2\pi)^2 2m_0}$

b) $E = \frac{h^2k^2}{(2\pi)^2 2m_0} + 2.0\ eV$

3- Prove that the 3 expressions bellow for the density of states are the same:

$$DOS = \frac{m}{\pi^2\hbar^3}\,(2m)^{1/2}\,(E)^{1/2}$$

$$DOS = \frac{(2)^{1/2}\,(m)^{3/2}}{\pi^2\hbar^3}\,(E)^{1/2}$$

$$DOS = \frac{1}{2\pi^2}\left(\frac{2m}{\hbar^2}\right)^{3/2}\,(E)^{1/2}$$

4- Calculate the density of states of free electrons moving in zero potential, at an energy of 0.1 eV.

5- Calculate the density of states of free electrons moving in a constant background potential of 2.0 eV. (this background potential arises in semiconductors).

6- A particular metal has 10^{22} els/cm^3. Calculate the Fermi energy at 0K (assuming that the allowed energy starts at E=0).

7- Show that the Fermi level, E_F, has the property that the probability that an electron state ΔE above the Fermi energy is occupied is the same as the probability that a state ΔE bellow E_F is empty (at a certain temperature).

8- Calculate the quase-momentum of an electron (in a crystal band) with energy of 0.1eV if $E(k) = \frac{h^2k^2}{(2\pi)^2 2m*}$, being m*= 0.06 mo.

9 – Na e Au são ambos metais de valência I, ou seja, cada átomo fornece um eletrão para o mar de eletrões de condução. Calcule:

(a) a energia de Fermi (em eV) a 0K para cada metal

(b) a densidade de estados, como estados por eV^{-1} cm^{-3}, à energia de Fermi.

c) Prove que as duas equações seguintes são iguais.

$$E_F(k_F) = =\frac{\hbar^2(3\,\pi^3 N)^{2/3}}{2\text{m}}$$

$$E_F(k_F) = \left(\frac{3}{16\sqrt{2}\pi}\right)^{2/3}\frac{h^2}{m}n^{2/3}$$

10 – A função probabilidade de ocupação (Fermi-Dirac) pode ser aplicada tanto a metais como a semicondutores. *Nos semicondutores, a energia de Fermi está praticamente a meio caminho entre a banda de valência e a banda de condução (EF=Eg/2)*. No caso do germânio, a distância entre a banda de condução e a banda de valência é 0,67 eV. Determine a probabilidade

(a) de que um estado na extremidade inferior da banda condução (BC) esteja ocupado;

(b) de que um estado na extremidade superior da banda de valência (BV) esteja ocupado. Suponha que T=290 K.