

Física III A - Guía N° 7

Semiconductores en equilibrio

- 1) Sabiendo que en equilibrio térmico las concentraciones de portadores en un semiconductor intrínseco están dadas (en la aproximación de Boltzmann) por

$$\begin{aligned}n_0 &= 2 \left(\frac{2\pi m_n^* kT}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \exp \left(-\frac{E_c - E_F}{kT} \right) = N_c \exp \left(-\frac{E_c - E_F}{kT} \right) \\p_0 &= 2 \left(\frac{2\pi m_p^* kT}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} \exp \left(-\frac{E_F - E_v}{kT} \right) = N_v \exp \left(-\frac{E_F - E_v}{kT} \right)\end{aligned}$$

calcule, considerando conocido a $E_g = E_c - E_v$:

- La ubicación del nivel de Fermi intrínseco E_i .
 - La concentración intrínseca n_i .
 - Evalúe para Silicio y Arseniuro de Galio. Represente en un diagrama.
- 2) En un semiconductor intrínseco bidimensional, las funciones de densidad de estados son

$$\begin{aligned}g_n(E) &= \frac{4\pi m_n^*}{h^2} \text{ si } E > E_c \\g(E) &= 0 \\g_p(E) &= \frac{4\pi m_p^*}{h^2} \text{ si } E < E_v\end{aligned}$$

Usando la estadística de Fermi y sin recurrir a la aproximación de Boltzmann calcule:

- Las concentraciones de equilibrio n_0 y p_0 .
 - La posición del nivel de Fermi intrínseco, considerando $m_n^* = m_p^*$.
- 3) Encuentre la densidad de portadores de equilibrio y la posición del nivel de Fermi para un semiconductor, a temperatura ambiente, que se contamina sucesivamente con
- Fósforo.
 - Boro, de forma tal que el número de átomos de Boro supere al de Fósforo.
- 4) Determine las concentraciones de equilibrio y la posición del nivel de Fermi en una muestra de Silicio (a $T = 300\text{K}$) contaminada con
- Boro, con $N_A = 1 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-3}$.
 - Arsénico, con $N_D = 2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$.
- 5) Una muestra de Silicio se contamina con $2 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ átomos de Boro.
- Encuentre las concentraciones de equilibrio y la posición del nivel de Fermi.
 - ¿Que tipo de impurezas y en que cantidad se deben agregar para que el nivel de Fermi quede a 0.159 eV por debajo del nivel de conducción?
- 6) Calcule las concentraciones de equilibrio de electrones y huecos 27°C en Silicio contaminado con los siguientes dopantes:
- $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ átomos de Boro.
 - $3 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ átomos de Arsénico y $2.9 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ átomos de Boro.

- 7) Demuestre que las concentraciones de electrones y huecos en un semiconductor (intrínseco o extrínseco) pueden escribirse como

$$\begin{aligned}n_0 &= n_i \exp\left(\frac{E_F - E_i}{kT}\right) \\p_0 &= n_i \exp\left(\frac{E_i - E_F}{kT}\right)\end{aligned}$$