

Tarea 15

1.

Utilizar la teoría de masa efectiva para calcular las energías de un electrón de un átomo donante en un material como el GaAs, para el cual la dispersión de la banda de conducción está dada en buena aproximación como

$$E(\mathbf{k}) = E_c + \frac{\hbar^2 \mathbf{k}^2}{2m^*} .$$

Para ello, considerar el hamiltoniano discutido en clase

$$\left[-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m^*} + E_c - \frac{e^2}{r\epsilon_0} \right] F_n(\mathbf{r}) = E F_n(\mathbf{r})$$
$$\left[-\frac{\hbar^2 \nabla^2}{2m^*} - \frac{e^2}{r\epsilon_0} \right] F_n(\mathbf{r}) = (E - E_0) F_n(\mathbf{r}) ,$$

correspondiente a la atracción Coulombiana entre el electrón y el ion del átomo donante, apantallada por el medio semiconductor en el cual se encuentra la impureza. Ese apantallamiento está dado por la constante dieléctrica estática ϵ_0 . Estimar numericamente las energías utilizando valores realistas para ϵ_0 y m^* , que pueden buscarse en Google.

Challenge problem

En algunos materiales, como por ejemplo Ge, la dispersión cerca del mínimo de la banda de conducción es cuadrática pero no isotrópica. Por ejemplo, podríamos tener un material en el cual

$$E(\mathbf{k}) = E_c + \frac{\hbar^2 k_x^2}{2m_L} + \frac{\hbar^2 (k_y^2 + k_z^2)}{2m_T} .$$

¿Cómo podrían calcularse los niveles de energía de los electrones donantes en tal caso?