

Práctica 2 - Cargas Sometidas a Campos Eléctricos y Magnéticos

Gabriel D'Andrade Furlanetto - XDD204950

1. Efecto Hall en Semiconductores

Existen dos tipos de semiconductores, aquellos de huecos y aquellos de electrones. Se utilizará subíndices para notacionar cada uno (con n para electrones y p para huecos, para negativo y positivo). Empezamos definiendo la velocidad de deriva:

$$|\vec{v}_n| = \mu_n |\vec{E}|$$

$$|\vec{v}_p| = \mu_p |\vec{E}|$$

Y se define la corriente de arrastre,

$$I = \sigma ES$$

$$\sigma = qn\mu_n + qp\mu_p$$

Donde σ es la conductividad de la muestra, n y p son las concentraciones de electrones y huecos.

Generalmente, la conductividad se reduce al tipo predominante en la muestra:

$$\sigma_n = qN_d\mu_n$$

$$\sigma_p = qN_A\mu_p$$

Para un montaje específico, es posible obtener la Voltaje Hall:

$$V_{HALL} = \frac{R_H IB}{z}$$

$$R_H = \frac{1}{qn} \quad \text{o} \quad R_H = \frac{1}{qp}$$

Donde se denomina R_H el coeficiente de Hall, que se puede trivialmente relacionar con la movilidad y conductividad:

$$\mu_n = -R_H \sigma_n$$

$$\mu_p = R_H \sigma_p$$

Por fin, se puede calcular la resistencia a partir de la conductividad:

$$R = \frac{L}{\sigma h z}$$

Donde L es la longitud, h la altura y z la anchura.

2. Relación Carga/Masa

2.1. Trayectoria Circular

Suponiendo que tenemos un campo magnético perpendicular a la velocidad. De esta manera, tenemos que el módulo de la fuerza de Lorentz se puede expresar como:

$$F_L = -evB$$

Como es una fuerza centrípeta, se tiene que:

$$\frac{e}{m} = \frac{v}{rB}$$

O sea, es necesario saber la velocidad, radio de la trayectoria y el campo magnético aplicado para determinar la relación carga/masa. Esto se hace acelerando el electrón por un potencial conocido (U_A). Por relaciones energéticas, se tiene que:

$$v = \sqrt{2 \frac{e}{m} U_A}$$

O sea:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U_A}{(rB)^2}$$

Para el montaje utilizado (Bobinas de Helmholtz), se puede determinar el módulo del campo magnético en función de su geometría y la corriente que circula por ella:

$$B \left(\frac{4}{5} \right)^{\frac{3}{2}} \mu_0 \frac{NI_H}{R}$$

Donde N es el número de bobinas y R su radio.

2.2. Deflexión Eléctrica

La idea de esta sección es igualar la fuerza eléctrica y magnética para que se compensen. De esta manera, es necesario que (todo en módulo):

$$v = \frac{E}{B}$$

Y en esta geometría se puede afirmar que:

$$\frac{e}{m} = \frac{hv^2d}{U_D L \left(\frac{L}{2} + D \right)}$$

Finalmente, si conocemos el potencial acelerador y la velocidad, se puede determinar la relación por consideraciones energéticas:

$$\frac{e}{m} = \frac{v^2}{2U_A}$$