

11/08/00

EL41A FÍSICA ELECTRONICA
Control 1

Fecha : 28 de Agosto de 2000

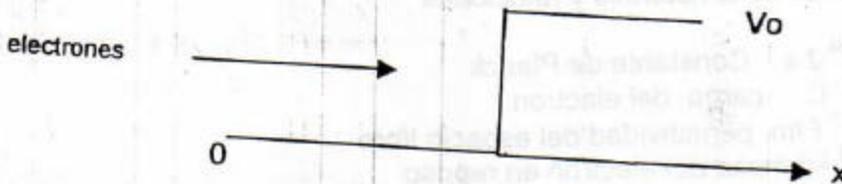
Tiempo: 1:30 hrs.

Sin consulta de apuntes

Prof.: Nicolás Beltrán
Prof.Aux: Sebastián Salah
Ayud: Alfredo Hernández
Cristián Figueroa

Prob. 1. Un haz de electrones de energía E incide sobre una barrera de potencial de altura V_0 . Si la energía E del haz de electrones es $E = 2V_0$, calcule el coeficiente de reflexión r definido como:

$$r = \frac{\text{Densidad de partículas reflejadas}}{\text{Densidad de partículas incidentes}}$$



Prob 2.- La densidad de estados de energía en un metal está dada por:

$$S(E) = C (E)^{1/2} \quad 1/eVcm^3$$

donde C es igual a 10^{27} . Si el metal se encuentra a temperatura ambiente, calcule el número de electrones por cm^3 que tienen energías entre $8.5 eV$ y $8.7 eV$ si el nivel de Fermi se encuentra a $8.9 eV$.

Nota: kT a temperatura ambiente es igual a $0.025 eV$.

Prob 3.- La interacción entre un fonón y la red cristalina de un semiconductor se modela como una vibración mecánica cuantizada. Para ello la red cristalina se considera una serie de masas y resortes conectadas entre ellos. La frecuencia de oscilación fundamental de esta red corresponde a una de las frecuencias con que el fonón puede excitar a un electrón. Considere la forma unidimensional de este modelo y calcule la frecuencia del fonón si sobre la masa es ejercida una fuerza $F = -kx$ donde $k=25 N/m$ y la masa del átomo es $10^{-25} Kg$.

$$F = m \cdot a$$

$$\ddot{x} = -\frac{k}{m} x$$

Prob4. Un satélite meteorológico lleva un detector de luz visible, fabricado con un material semiconductor. El sistema óptico del detector deja pasar luz de longitud de onda igual a 500 nm durante 1 segundo dentro de un periodo de tiempo t . En estas condiciones el detector entrega una corriente $I=1.5$ pA por cada pulso luminoso.

- ¿Cuál es el valor del ancho de banda de Energía prohibida del semiconductor?
- Calcule la potencia eléctrica que entrega el detector al recibir un pulso luminoso.

Algunos valores de constantes y relaciones

$h = 6.62 \cdot 10^{-34}$ J s Constante de Planck
 $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C carga del electron
 $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ F/m permitividad del espacio libre
 $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg masa del electrón en reposo
 $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ H/m permeabilidad del espacio libre
 $k = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K constante de Boltzmann

$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$kT = 0.026 \text{ eV}$ a temperatura ambiente (27 °C)

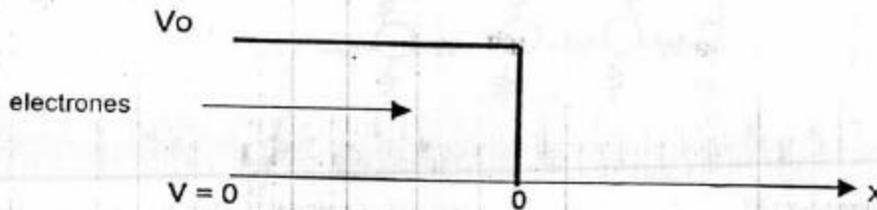
EL41A FÍSICA ELECTRONICA
Control 1

Fecha : 1 de Septiembre de 2003
Tiempo: 1:30 hrs.

Prof. : Nicolás Beltrán
Prof.Aux: Cristián Figueroa
Ayudantes: Cristián Martín
Leonardo Causa

Prob. 1.- Un haz de electrones de energía E incide sobre una barrera de potencial de altura V_0 . Si la energía E del haz de electrones es $E = 2V_0$, calcule el coeficiente de reflexión r definido como:

$$r = \frac{\text{Densidad de partículas reflejadas}}{\text{Densidad de partículas incidentes}}$$



Prob 2.- En un semiconductor intrínseco la concentración de electrones en la Banda de Conducción está dada por

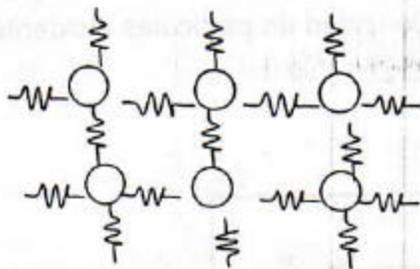
$$n = N_c f(E_c)$$

donde N_c es el número de estados de energía efectivamente llenos y $f(E_c)$ es la función de Fermi evaluada en E_c .

- Si el semiconductor está a una temperatura igual a 0 K, ¿cuánto vale la concentración electrónica en la Banda de Conducción? Justifique.
- Calcule la ubicación del nivel de Fermi en el eje de Energías a temperatura ambiente.

Prob 3.- El fonón se considera como una vibración mecánica cuantizada. La interacción entre un fonón y la red cristalina de un semiconductor se modela considerando a la red cristalina como una serie de masas atómicas iguales de valor m y resortes de constante k , conectados entre ellos. La frecuencia de oscilación fundamental de esta red corresponde a una de las frecuencias con que el fonón interactúa con ella, transmitiendo energía a un electrón. Considere la forma unidimensional de este modelo.

- Calcule la frecuencia del fonón si sobre la masa atómica m es ejercida una fuerza $F = -kx$.
- Calcule la constante de resorte k si el fonón transmite una energía igual a la banda de energía prohibida del Silicio y el átomo se desplaza una distancia máxima igual a la constante de red $R_0 = 5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$.



$$N_c = \frac{(2\pi m^* kT)^{3/2}}{h^3} \quad \text{Número de estados de energía efectivamente llenos}$$

$$1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_g = 1.1 \text{ eV} \quad \text{Ancho de Banda de Energía Prohibida del Silicio}$$

$$h = 6.636 \cdot 10^{-34} \text{ J s} \quad \text{constante de Planck}$$

$$kT = 0.025 \text{ eV} \quad \text{Valor a temperatura ambiente}$$

EL 41A FISICA ELECTRONICA

Control 1

Fecha: 31 de Marzo de 2003

Tiempo: 2:00 hrs.

Prof.: Nicolás Beltrán
of. Aux: Cristián Figueroa
Ayud: Alfredo Hernández
Cristián Martín

Sin consulta de apuntes

Prob1. Un cátodo frío de Aluminio (Al) se utiliza en un dispositivo para demostrar el efecto fotoeléctrico. El cátodo es iluminado con luz monocromática de $\lambda=200$ nm. observándose que circula una corriente por el circuito de la placa recolectora de electrones. La función trabajo del Al es $\phi=4.2$ eV.

- Si la intensidad de la luz es aumentada al doble, ¿qué ocurre con la energía cinética máxima E_{cmax} de los electrones?. Justifique.
- Calcule el voltaje de inhibición V_0 .
- Si la longitud de onda de la radiación luminosa sube al doble ¿qué ocurre con la corriente fotolétrica? Justifique.

Prob2. Una partícula de smog del aire de Santiago queda atrapada en el espacio que dejan los vidrios de una ventana de doble vidrio. La partícula tiene una masa de $4 \mu\text{g}$ y se puede mover en el espacio limitado por los dos vidrios distanciados 1mm , con una velocidad de $5 \mu\text{m/s}$. Si a esta partícula se le asocia una función de onda, calcule la energía del nivel fundamental y compárela con la energía que tiene la partícula.

Prob3. Los niveles de energía de una banda de energía de un sólido están ocupados por electrones, pudiendo describirse la ocupación de estos niveles a través de la función de Fermi. El sólido se encuentre a temperatura ambiente. Suponga que el nivel de Fermi coincide con el borde inferior de la banda de energía y que bajo él existe una banda de energía prohibida.

- Determine la probabilidad de ocupación del nivel de Energía ($E_f - 10kT$) ¿Cómo interpreta la función de Fermi para este nivel de Energía)?
- Determine la probabilidad de ocupación del estado de energía que se encuentra en el nivel ($E_f + 10kT$).
- Si la temperatura disminuye hasta llegar al cero absoluto (0 Kelvin) ¿cuál es el valor de la probabilidad de ocupación del mismo estado? Justifique.

EL41A FISICA ELECTRONICA

Control 1

Fecha: 20 de Abril de 1998

Prof.: Nicolás Beltrán

Tiempo: 2:00 hrs.

1.- En un conductor la densidad de estados de energía $S(E)$ es igual a $10^{21} \cdot E^{1/2}$. La ocupación por electrones de estados de energía permitidos sigue la función de Fermi-Dirac. Si la energía media de los electrones está dada por

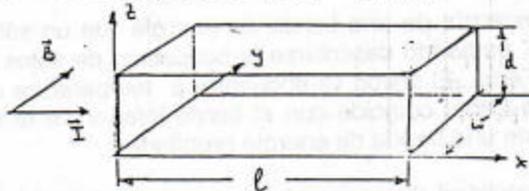
$$\bar{E} = \frac{\int E dN}{\int dN}$$

i) Calcule \bar{E} en función de la energía del nivel de Fermi E_F para $T = 0 \text{ }^\circ\text{K}$

ii) Si la concentración de electrones en la banda de conducción es $N = 1.9 \cdot 10^{22} \text{ } / \text{cm}^3$ calcule el nivel de Fermi del conductor a $0 \text{ }^\circ\text{K}$

2.- Una barra semiconductor de largo ℓ , ancho w y espesor d conduce una corriente I positiva en el sentido del eje x (indicada en la figura). Si se aplica un campo magnético B en el sentido del eje y y aparece una diferencia de potencial entre la cara superior y la cara inferior de la barra, producido por la acumulación de carga debida a los portadores.

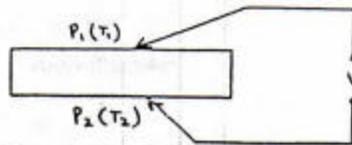
Determine una expresión para la movilidad de los huecos en función de las dimensiones de la barra, la corriente I y de la diferencia de potencial V entre las caras. El semiconductor es tipo-p y su conductividad es σ . La F aplicada a los portadores es $F = q \vec{v} \times \vec{B}$



3.- Para clasificar un semiconductor extrínseco p o n se realiza el siguiente experimento: A una lámina de semiconductor se le aplica un voltmetro de impedancia de entrada infinita. La punta de prueba P_1 se calienta a la temperatura T_1 y se aplica a una de las caras de la lámina, mientras que la otra punta P_2 es aplicada en la cara opuesta y se mantiene a la temperatura ambiente T_2 .

Determine el valor de la diferencia de potencial entre las caras del semiconductor. De acuerdo al signo del voltaje que el voltmetro indica ¿cuando es de tipo n y cuando es de tipo p ? Justifique.

$g^0 \frac{dE}{dx} + \mu \frac{dE}{dx} = 0$



$F = q(\vec{v} \times \vec{B})$

$F_x = -q(v_y B_z - v_z B_y)$