

Instituto de Física, Facultad de Ingeniería
Introducción a la Física Moderna
Examen - 11/8/2020

1. Una partícula de masa en reposo m , y que se mueve en la dirección del eje x con energía cinética K , colide con una partícula de la misma masa, en reposo. Después de la colisión se producen otras dos partículas de masas en reposo m_1 , que son emitidas en la dirección del eje x con igual cantidad de movimiento p_1 . Determine, en función de m y K , en el referencial solidario con la partícula inicial en reposo, los valores de

- (a) la cantidad de movimiento p_1 y energía cinética K_1 de cada una de las dos partículas finales,
- (b) la masa m_1 , y
- (c) la velocidad de dichas partículas, v_1 .

2. Un haz de luz monocromático de longitud de onda $\lambda_0=300\text{nm}$ incide sobre la superficie de un metal, expulsando electrones. Suponiendo que la potencia del haz sea de 10W , y que los electrones expulsados son completamente frenados por una ddp de $1,8\text{V}$, calcule

- (a) el número total de fotones que incide por segundo sobre el metal, N_0 , y la corriente eléctrica asociada a los electrones emitidos, I_0 , en A,
- (b) la función trabajo del metal, Φ , en eV y la longitud de onda umbral para que ocurra el efecto fotoeléctrico en ese metal, λ_c , en nm.
- (c) Si variamos la longitud de onda del haz de luz sin cambiar su potencia ¿como varía la corriente eléctrica en función de la misma, $I(\lambda)$? Grafique $I(\lambda)$ indicando su valor máximo.

3. Para el Silicio a temperatura ambiente, $k_B T_{\text{Amb}}=0.026\text{eV}$, la densidad de portadores libres en el material intrínseco es $n_i=1.5 \times 10^{16}\text{m}^{-3}$ y los factores de concentración para las bandas de conducción y de valencia son $N_C=2.8 \times 10^{25}\text{m}^{-3}$ y $N_V=1.0 \times 10^{25}\text{m}^{-3}$, respectivamente.

(Recuerde que la concentración de portadores negativos es $n=N_C \exp(-(E_C-E_F)/k_B T)$ y la de portadores positivos es $p=N_V \exp(-(E_F-E_V)/k_B T)$, donde E_C es el mínimo de la energía de la banda de conducción, E_V es el máximo de la energía de la banda de valencia y E_F es la energía de Fermi.)

(a) Calcule la energía del gap entre las bandas de conducción y de valencia.

Para un cristal de Silicio dopado con donadores, con una densidad $n_d=1.0 \times 10^{22}\text{m}^{-3}$ calcule

(b) la diferencia de energía entre el mínimo de la banda de conducción, E_C , y la energía de Fermi,

Para un cristal de Silicio dopado con aceptores, con una densidad $n_a=1.0 \times 10^{22}\text{m}^{-3}$ calcule

(c) la diferencia de energía entre el mínimo de la banda de conducción, E_C , y la energía de Fermi.

(d) Considerando una juntura np con los materiales de las partes (b) y (c), haga un diagrama mostrando las posiciones de E_C , E_V y E_F en ambos materiales y determine a partir del mismo la diferencia de potencial entre ambos lados de la juntura.

Datos: $h=6,6 \times 10^{-34}$ Js; $c=3 \times 10^8$ m/s; $e=1,6 \times 10^{-19}$ C.