

Problemas de Física 4 § Efecto Fotoeléctrico y Efecto Compton

1. El fotón

- (a) ¿Cuánto vale la energía de un fotón de luz roja? ($\lambda = 650 \text{ nm}$)?
- (b) ¿Cuánto vale su momento?
- (c) ¿Cuánto vale la longitud de onda de un fotón de 2.4 eV ?
- (d) La intensidad mínima de luz que puede percibir el ojo humano es 10^{-10} W/m^2 .
Cuántos fotones por segundo entran en el ojo a esa intensidad?

2. Efecto Fotoeléctrico

- (a) Un haz de un láser, con una intensidad de 120 W/m^2 incide sobre una superficie de Sodio. Suponiendo que un electrón en esa superficie está confinado en un área de radio igual al radio del átomo de Sodio, ¿Cuánto tardará en emitirse el primer fotoelectrón?
Datos: Función de trabajo de Na $\Phi = 2.3 \text{ eV}$, $r_{Na} = 1 \text{ \AA}$. $1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$.
- (b) La función de trabajo del Tungsteno es $\Phi = 4.52 \text{ eV}$.
 - i. ¿Cuál es la longitud de onda de corte? ¿En qué rango del espectro electromagnético está?
 - ii. ¿Cuál es la máxima energía cinética de los fotoelectrones si $\lambda = 198 \text{ nm}$?
 - iii. ¿Cuál es el potencial de frenado en ese caso?
- (c) El potencial de frenado para fotoelectrones emitidos desde una superficie iluminada con luz de longitud de onda $\lambda = 4910 \text{ \AA}$ es 0.71 V . Cuando se cambia la longitud de onda incidente, se encuentra que el potencial de frenado es 1.43 V . Calcular la nueva longitud de onda y la función de trabajo del metal.
Respuesta: $\lambda = 3.82 \times 10^{-7} \text{ m}$; $\Phi = 1.82 \text{ eV}$.
- (d) ¿Qué tan efectivo es un cuerpo negro a una temperatura de 500 °K , para producir fotoelectrones en un metal cuya función de trabajo $\Phi = 0.214 \text{ eV}$?

3. Efecto Compton

- (a) Un fotón de 60 keV incide sobre un electrón libre. Encontrar la máxima energía que puede tener el fotón dispersado, y su longitud de onda.
- (b) Radiación de 1 \AA hace dispersión Compton con una placa de Carbón. La radiación dispersada se observa en una dirección perpendicular a la incidente.
 - i. ¿Cuánto vale la longitud de onda dispersada?
 - ii. ¿Cuánto vale la energía cinética del electrón?
 - iii. ¿A qué ángulo se dispersa el electrón?
- (c) Rayos X de 0.24 nm son dispersados (Compton) y se observa el rayo dispersado a 60° relativos al rayo incidente. Encontrar:
 - i. la longitud de onda de los rayos X dispersados
 - ii. la energía de los fotones dispersados
 - iii. la energía cinética de los electrones dispersados

§<http://www.df.uba.ar/users/dmitnik/fisica4>

iv. el ángulo de dispersión de los electrones.

- (d) Rayos X con longitud de onda λ y energía E son dispersados elásticamente por electrones libres (de masa m_e) que están inicialmente en reposo. Se observan fotones dispersados con una longitud de onda λ' (y energía E'). La energía cinética máxima que pueden tener los electrones K_{max} es:

(a) $\frac{2E}{m_e c^2 + 2E}$ (b) $\frac{m_e c^2 + 2E}{2E^2}$ (c) $\frac{hc}{\lambda - \lambda_C}$ (d) $\frac{hc}{\lambda - \lambda'}$ (e) ninguna de las anteriores

- (e) Calcular el ángulo con que se dispersa un fotón de 20 MeV por un electrón libre, si pierde un 10% de su energía inicial

Respuesta: 44.29°

- (f) ¿Cuáles fueron los parámetros del experimento original de Compton?
 (g) La constante de estructura fina es $\alpha = \frac{e^2}{\hbar c}$.

i. Comparar la longitud de onda de Compton para el electrón ($\lambda_e = \frac{h}{m_e c}$) con el radio de Bohr:

(a) $\frac{a_0}{\lambda_e} = \alpha^2$ (b) $\frac{a_0}{\lambda_e} = \frac{\alpha}{2\pi}$ (c) $\frac{a_0}{\lambda_e} = (7.0000)\pi$
 (d) $\frac{a_0}{\lambda_e} = \frac{1}{2\pi\alpha}$ (e) $\frac{a_0}{\lambda_e} = \frac{m_e c^2}{h\alpha}$ (f) ninguna de las anteriores

- ii. Utilizando el resultado anterior, expresar el radio de la órbita $n = 1$ del Hidrógeno (modelo de Bohr), teniendo en cuenta la masa finita del núcleo, en función de las longitudes de onda de Compton del electrón y del protón (λ_p).