

Recordatorio:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}; E = W_e + E_c \rightarrow hf = hf_0 + eV; \text{Cte Plank } h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = E_p = q \cdot V; \text{Pot} = n^{\circ} \text{ fotones} \cdot E_f/t; m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Ejercicios

Plank: Un foco emite luz amarilla de 580 nm de longitud de onda.

- a) ¿Cuál es la frecuencia de la luz?
 b) ¿Cuál es la energía de cada fotón?
 a) $f = c/\lambda = 5,2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
 b) $E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5,2 \cdot 10^{14} = 3,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Un haz de luz ultravioleta tiene una frecuencia de $7,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$. ¿Cuál es su longitud de onda? ¿Qué energía le corresponde a cada fotón, en eV?

$$\lambda = c/f = 4 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$E = hf = 5 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = 5 \cdot 10^{-18} \text{ J} / 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 31 \text{ eV}$$

Una fuente de luz monocromática emite una radiación electromagnética con una longitud de onda de $4,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ y una potencia de 20 W. ¿Cuál es la energía de cada fotón? ¿Cuántos fotones por segundo emite esta fuente?

$$E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 / 4,8 \cdot 10^{-7} = 4,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Potencia = nE/t , número de fotones emitidos por segundo \rightarrow
 $n^{\circ} \text{ fotones} = 20 / 4,1 \cdot 10^{-19} \text{ J/fotón} = 4,8 \cdot 10^{19} \text{ fotones}$

Una radiación monocromática de $\lambda = 500 \text{ nm}$ incide sobre una fotocélula de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2,0 eV. Calcula:

a) La frecuencia umbral y la longitud de onda umbral de la fotocélula.

- b) La energía cinética de los electrones emitidos.
 $f_0 = W_e/h = 2 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} / 6,63 \cdot 10^{-34} = 4,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
 $\lambda_0 = c/f_0 = 3 \cdot 10^8 / 4,8 \cdot 10^{14} = 6,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$
 b) $E_c = hf - W_e = hc/\lambda - W_e = 7,8 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 0,49 \text{ eV}$

Un haz de luz monocromática de $6,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ilumina una superficie metálica que emite electrones con una energía cinética de $1,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. ¿Cuál es el trabajo de extracción del metal? ¿Cuál es su frecuencia umbral?

$$E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 6,5 \cdot 10^{14} = 4,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Trabajo de extracción del metal:
 $W_e = E - E_c = 4,3 \cdot 10^{-19} - 1,3 \cdot 10^{-19} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 Frecuencia umbral es: $f_0 = W_e/h = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

Un material iluminado con luz de frecuencia $7,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ emite fotoelectrones cuyo potencial de frenado es igual a 0,70 V. Luego se cambia la frecuencia de la luz y el nuevo potencial de frenado es 1,45 V. ¿Cuál es la frecuencia de la segunda luz?

$$E_c = eV_0; hf_1 = eV_{01} + W_e; hf_2 = eV_{02} + W_e$$

$$hf_2 - hf_1 = e(V_{02} - V_{01}); f_2 = e(V_{02} - V_{01})/h + f_1$$

$$f_2 = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot (1,45 \text{ V} - 0,79 \text{ V}) / 6,63 \cdot 10^{-34} + 7,5 \cdot 10^{14} = 9,3 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Un haz monocromático de luz roja posee una longitud de onda de 650 nm.

Calcula:

- a) La frecuencia.
 b) La energía de un fotón.
 c) La cantidad de movimiento de ese fotón
 a) $f = c/\lambda = 3 \cdot 10^8 / 6,5 \cdot 10^{-7} = 4,62 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$
 b) $E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 4,62 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} = 3,05 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 c) $\lambda = h/p; p = h/\lambda = 1,02 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$

Un protón que parte del reposo es acelerado por una diferencia de potencial de 10 V. Determina:

- a) La energía que adquiere el protón expresada en eV y su velocidad en m/s.
 b) La longitud de onda de De Broglie asociada al protón con la velocidad anterior.

$$\text{Datos: } h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg};$$

$$q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}.$$

La energía protón = trabajo del campo eléctrico:
 $E_c = qV = 1 \text{ e} \cdot 10 \text{ V} = 10 \text{ eV} = 10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ J}$
 La longitud de onda De Broglie: $\lambda = h/mv = 9,06 \cdot 10^{-13} \text{ m}$

Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.

- a) Determina la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.
 b) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V.

Razona cómo cambian, debido a la oxidación del metal:

- i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones, ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

$$E = W_e - E_c = E \rightarrow W_e = 5,02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

al oxidarse el metal disminuye el potencial de frenado se debe a que la energía cinética máxima de los fotoelectrones ha disminuido y, por tanto, ha aumentado el trabajo de extracción o función trabajo. En consecuencia, también habrá aumentado la frecuencia umbral.

Calcula la longitud de onda asociada a un electrón que posee una energía cinética de 150 eV.

Dato: masa del electrón = $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

$$mv = \sqrt{2mE_c} \rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}} = 1,0 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

La frecuencia umbral de un metal es de $4,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$. Calcula el trabajo de extracción, la energía cinética de los electrones emitidos si se ilumina el metal con luz de 170 nm de longitud de onda y la longitud de onda asociada a los electrones emitidos.

$$W_e = hf_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 4,5 \cdot 10^{14} = 3,0 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_c = E - W_e = 8,70 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_c}} = 5,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Masa relativista: La masa en reposo de un electrón es $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. ¿Cuál es su masa relativista si su velocidad es $0,80 c$?

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 9,1 \cdot 10^{-31} / 0,6 = 1,5 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

Un electrón se mueve con una velocidad $0,85 c$. Calcula su energía total y su energía cinética en eV.

$$E = mc^2 = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot c^2 = 1,55 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,97 \text{ MeV}$$

$$E_c = E - m_0c^2 = 1,55 \cdot 10^{-13} - 0,82 \cdot 10^{-13} = 0,73 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,46 \text{ MeV}$$