

Cuestión 1

Explique razonadamente si las siguientes afirmaciones sobre el efecto fotoeléctrico en una superficie metálica son verdaderas o falsas:

- a) Toda la energía del fotón incidente pasa al electrón extraído del metal.**
- b) Sólo se produce efecto fotoeléctrico si la frecuencia de los fotones incidentes es inferior a la frecuencia de corte del metal.**

Problema 1

Un haz de fotones de frecuencia desconocida incide sobre una superficie de plata cuyo trabajo de extracción vale $7.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ y emite electrones con una velocidad máxima de $1.3 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$. Calcule razonadamente

- a) El potencial de frenado**
- b) La frecuencia de los fotones incidentes**

Datos: $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $q_e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Cuestión 1

La primera afirmación es falsa. Toda la energía del fotón se invierte en dos cosas: parte de ella se invierte en arrancar primero al electrón, lo que se llama trabajo de extracción, y la que sobra se invierte en dar al electrón la energía cinética con la que sale. Por lo tanto, NO toda la energía incidente pasa al electrón extraído.

La segunda afirmación también es falsa. Sólo se produce extracción de electrones si la energía incidente, que es proporcional a la frecuencia, supera el valor mínimo del trabajo de extracción, el cual define una frecuencia umbral por debajo de la cual no se producirá el efecto, por mucha intensidad con que iluminemos el metal.

Problema 1

El potencial de frenado se define como el potencial necesario para parar al electrón que posee la energía cinética que le ha proporcionado la radiación. Es el proceso inverso por el cual podemos también acelerar cargas por medio de una diferencia de potencial. Dado que durante el frenado sólo actúan fuerzas conservativas, la fuerza eléctrica, se ha de conservar la energía y, por lo tanto, si la cinética decrece la potencial crece en el mismo valor absoluto:

$$|\Delta E_c| = |\Delta E_p| \rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = |q|\Delta V \rightarrow$$

$$\frac{1}{2}9.11 \cdot 10^{-31}(1.3 \cdot 10^6)^2 = 1.6 \cdot 10^{-19}\Delta V \rightarrow \Delta V = \mathbf{4.81 V}$$

Para calcular la frecuencia de los fotones incidentes sólo tenemos que aplicar la ley del efecto fotoeléctrico:

$$h \cdot f = W_{ex} + E_c \rightarrow$$

$$6.63 \cdot 10^{-34}f = 7.6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2}9.11 \cdot 10^{-31}(1.3 \cdot 10^6)^2 \rightarrow$$

$$\mathbf{f = 2.31 \cdot 10^{15} Hz}$$

Cuestión 2

En un experimento sobre el efecto fotoeléctrico se investigan diferentes superficies metálicas. Se dibuja para cada metal una gráfica de la máxima energía cinética de los fotoelectrones frente a la frecuencia de la luz incidente. Determine qué afirmación es correcta:

- a) Todas las gráficas tienen el mismo punto de corte con el eje de la frecuencia.**
- b) Todas las gráficas tienen la misma pendiente**

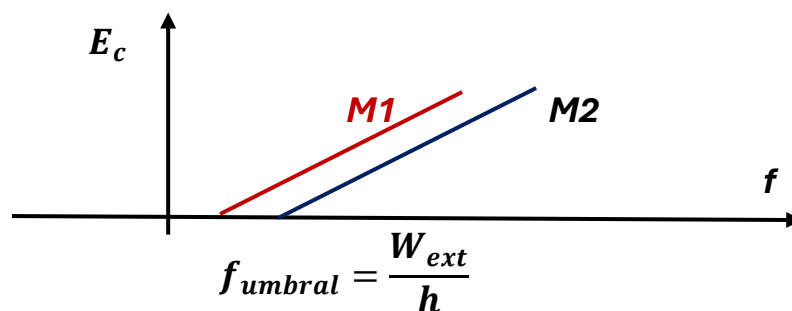
a)

Dada la fórmula del efecto fotoeléctrico:

$$hf = W_{ext} + E_c \rightarrow E_c = hf - W_{ext}$$

Donde observamos que la energía cinética es proporcional a la frecuencia. Por lo tanto, será una línea recta cuya pendiente es el coeficiente de la variable frecuencia, la constante ***h***. Por lo tanto, la pendiente será la misma para todos los metales. La opción **b es correcta** entonces.

Sólo se puede representar la energía cinética a partir de la frecuencia umbral puesto que para frecuencias más pequeñas no se produce extracción. Como esta frecuencia umbral es distinta para cada metal, porque el trabajo de extracción depende del metal, las rectas empiezan en distintos puntos del eje de abscisas. Por lo tanto, la opción **a es falsa**.



Problema 2

Un metal se ilumina con radiación de una determinada longitud de onda. Sabiendo que el trabajo de extracción es $4.8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ y la velocidad máxima de los electrones emitidos es $8.4 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$ calcule:

- a) La longitud de onda de la radiación incidente.**
- b) La frecuencia umbral.**

Datos: $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$; $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

a)

$$hf = W_{ext} + E_c \rightarrow hf = 4.8 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \cdot (8.4 \cdot 10^5)^2 \rightarrow$$

$$f = 1.21 \cdot 10^{15} \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{1.21 \cdot 10^{15}} = 2.48 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

b)

$$hf_{umbral} = W_{extr} \rightarrow f_{umbral} = \frac{4.8 \cdot 10^{-19}}{6.63 \cdot 10^{-34}} = 7.24 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Problema 3

Irradiamos una placa de oro y una de plata con un haz de luz de longitud de onda 250 nanómetros. El trabajo de extracción del oro y la plata son 5,1 eV y 4,73 eV respectivamente.

- Calcular la frecuencia y la energía de los fotones de la luz incidente.**
- Razonar cuantitativamente en cuál de las dos placas se arrancarán electrones y la energía cinética de emisión de estos.**

Datos: $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$. Velocidad de la luz en el vacío $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ Masa del electrón $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$. $1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

La ley del efecto fotoeléctrico es:

$$E_i = h \cdot f_i = W_{ext} + E_c$$

Donde f_i es la frecuencia de la luz incidente, W_{ext} es el trabajo de extracción o energía necesaria para arrancar un electrón y el último sumando es la energía cinética con la que salen los electrones. Nos hace falta, por lo tanto, conocer la frecuencia de la luz incidente:

$$\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{250 \cdot 10^{-9}} = 1.2 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$E_i = h \cdot f = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 1.2 \cdot 10^{15} = 7.96 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Aplicamos la ley a cada uno de los metales:

$$Ag: 7.96 \cdot 10^{-19} = 4.73 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} + E_c$$

$$Au: 7.96 \cdot 10^{-19} = 5.1 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} + E_c$$

$$Ag: 7.96 \cdot 10^{-19} = 7.57 \cdot 10^{-19} + E_c \rightarrow E_c = 3.92 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$Au: 7.96 \cdot 10^{-19} = 8.16 \cdot 10^{-19} + E_c \rightarrow E_c < 0$$

Como vemos, en el caso del oro la energía incidente no supera el valor del trabajo de extracción y, por lo tanto, no es capaz de arrancar sus electrones. Por eso nos sale una energía cinética negativa que, evidentemente, no puede ser.