

Selectividad Comunidad Valenciana



Física



Problema 4

Julio 2022

Efecto fotoeléctrico.

Física del Siglo XX

En un experimento de efecto fotoeléctrico, al incidir luz con longitud de onda $\lambda_1=550$ nm se obtiene una velocidad máxima de los electrones $v=296$ km/s. Calcula razonadamente:

- El trabajo de extracción del metal sobre el que incide la luz (en eV) y la longitud de onda umbral.
- El momento lineal y la longitud de onda de De Broglie asociada, en nanómetros, de los electrones que salen con velocidad máxima.

Datos: carga eléctrica elemental $q=1,6\cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c=3\cdot 10^8$ m/s; constante de Planck $h=6,63\cdot 10^{-34}$ J·s; masa electrón $m=9,1\cdot 10^{-31}$ kg.

Solución:

Se dan unas definiciones en primer lugar, explicando los parámetros físicos que vamos a calcular.

La **frecuencia umbral** es la mínima frecuencia de la luz incidente sobre la superficie de un metal para que tenga lugar el efecto fotoeléctrico (se produzca la emisión de electrones desde la superficie de un metal).

La **longitud de onda umbral** es la máxima longitud de onda de la luz incidente sobre la superficie de un metal para que tenga lugar el efecto fotoeléctrico.

El **trabajo de extracción** es la energía mínima (normalmente medida en eV), necesaria para arrancar un electrón de un sólido.

Física del Siglo XX

En un experimento de efecto fotoeléctrico, al incidir luz con longitud de onda $\lambda_1=550$ nm se obtiene una velocidad máxima de los electrones $v=296$ km/s. Calcula razonadamente:

a) El trabajo de extracción del metal sobre el que incide la luz (en eV) y la longitud de onda umbral.

Datos: carga eléctrica elemental $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; masa electrón $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Solución:

Escribimos la ecuación del efecto fotoeléctrico. El trabajo de extracción será la diferencia entre la energía del fotón incidente y la energía cinética del electrón.

$$E_f - W_{ext} = E_{c,max}$$

Expreso la longitud de onda del fotón incidente en metros para poder calcular su energía.

$$550 \cancel{\text{ nm}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{10^9 \cancel{\text{ nm}}} = 5'5 \cdot 10^{-7} \text{ m} \quad \text{Calculo la energía del fotón incidente.}$$

$$E_f = h \cdot \frac{c}{\lambda} \longrightarrow E_f = 6'6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5'5 \cdot 10^{-7}} = 3'62 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Expreso la velocidad en m/s. $v = 296 \text{ km/s} = 296000 \text{ m/s}$

$$\text{Y calculo su energía cinética máxima. } E_{c,max} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 296000^2 = 3'99 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Física del Siglo XX

En un experimento de efecto fotoeléctrico, al incidir luz con longitud de onda $\lambda_1=550$ nm se obtiene una velocidad máxima de los electrones $v=296$ km/s. Calcula razonadamente:

a) El trabajo de extracción del metal sobre el que incide la luz (en eV) y la longitud de onda umbral.

Datos: carga eléctrica elemental $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; masa electrón $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Solución:

Se calcula el trabajo de extracción en julios.

$$E_f - W_{ext} = E_{c,max} \longrightarrow W_{ext} = E_f - E_{c,max} = 3'62 \cdot 10^{-19} - 3'99 \cdot 10^{-20} = 3'22 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Y la convertimos a eV $3'22 \cdot 10^{-19} \text{ J} \cdot \frac{1 \text{ eV}}{1'6 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 2'01 \text{ eV}$

El trabajo de extracción del metal es **2'01 eV**.

Física del Siglo XX

En un experimento de efecto fotoeléctrico, al incidir luz con longitud de onda $\lambda_1=550$ nm se obtiene una velocidad máxima de los electrones $v=296$ km/s. Calcula razonadamente:

a) El trabajo de extracción del metal sobre el que incide la luz (en eV) y la longitud de onda umbral.

Datos: carga eléctrica elemental $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; masa electrón $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Solución: A partir del trabajo de extracción, se calcula la frecuencia umbral. $W_{ext} = h \cdot \nu_0 \longrightarrow \nu_0 = \frac{W_{ext}}{h}$

$$\nu_0 = \frac{3'22 \cdot 10^{-19}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 4'86 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

La frecuencia umbral es $4'85 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$.

A partir del trabajo de la frecuencia umbral, se calcula la longitud de onda umbral.

$$c = \lambda_0 \cdot \nu_0 \longrightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda_0 \cdot 4'85 \cdot 10^{14}$$
$$\lambda_0 = \frac{3 \cdot 10^8}{4'85 \cdot 10^{14}} = 6'18 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

La longitud de onda umbral es $6'18 \cdot 10^{-7} \text{ m}$.

Física del Siglo XX

b) El momento lineal y la longitud de onda de De Broglie asociada, en nanómetros, de los electrones que salen con velocidad máxima.

Datos: carga eléctrica elemental $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C; velocidad de la luz en el vacío, $c=3 \cdot 10^8$ m/s; constante de Planck $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s; masa electrón $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Solución:

El momento lineal de un electrón que se mueve a velocidad no relativista es: $p = m \cdot v$

$$p = 9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 296000 = 2'69 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

El momento lineal es $2'69 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$.

Se calcula la longitud de onda de De Broglie asociada:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{2'69 \cdot 10^{-25}} = 2'46 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 2'46 \text{ nm}$$

La longitud de onda de De Broglie asociada es $2'46 \text{ nm}$.

Revisa mi página web: www.angelcuesta.com

En ella encontrarás muchos ejercicios resueltos.