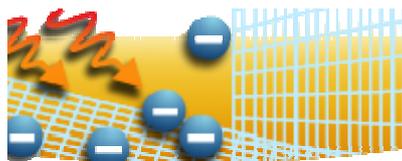


Efecto fotoeléctrico

Ejercicio resuelto



Enunciado

Al iluminar potasio con luz amarilla de sodio de $\lambda=5890 \cdot 10^{-10}$ m se liberan electrones con una energía cinética máxima de $0,577 \cdot 10^{-19}$ J, y al iluminarlo con luz ultravioleta de una lámpara de mercurio de $\lambda=2537 \cdot 10^{-10}$ m, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es $5,036 \cdot 10^{-19}$ J.

- Explique el fenómeno descrito en términos energéticos y determine el valor de la constante de Planck.
- Calcule el valor del trabajo de extracción del potasio y el valor de la longitud de onda a partir de la cual se produce efecto fotoeléctrico.
- Explique qué entiende por potencial de frenado y calcule su valor para los fotoelectrones emitidos a partir de las radiaciones descritas en el apartado a)

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} ; e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Solución

- La explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico implica suponer que la radiación incidente (luz amarilla o ultravioleta) está formada por fotones, cada uno de ellos con una energía que puede calcularse en función de su longitud de onda λ :

$$E(\text{fotón incidente}) = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Donde h es la constante de Planck y c la velocidad de la luz. El fotón, al chocar contra los átomos del metal, invierte esta energía en lo siguiente:

- Arrancar electrones de la superficie, para lo cual necesita una energía llamada trabajo de extracción (W_0), característico del metal que constituye el fotocátodo.
- Comunicar energía cinética a los electrones liberados (E_c)

Lógicamente, para que el proceso tenga lugar, los fotones de la radiación incidente deben tener una energía igual o superior al trabajo de extracción del metal. Este proceso se refleja matemáticamente en la ecuación de Einstein:

$$\frac{hc}{\lambda} = W_0 + E_c$$

Que es la ecuación clave para la resolución del problema. Como el trabajo de extracción es el mismo (se trata del mismo metal) al iluminar con luz amarilla o ultravioleta, podemos aplicar la ecuación a ambas radiaciones:

$$\text{Luz amarilla} \rightarrow \frac{h \cdot 3 \cdot 10^8}{5890 \cdot 10^{-10}} = W_0 + 0.577 \cdot 10^{-19}$$

$$\text{Luz ultravioleta} \rightarrow \frac{h \cdot 3 \cdot 10^8}{2537 \cdot 10^{-10}} = W_0 + 5.036 \cdot 10^{-19}$$

Igualando W_0 de ambas ecuaciones:

$$5.093 \cdot 10^{14} \cdot h - 0.577 \cdot 10^{-19} = 1.183 \cdot 10^{15} \cdot h - 5.036 \cdot 10^{-19}$$

$$h = \frac{5.036 \cdot 10^{-19} - 0.577 \cdot 10^{-19}}{1.183 \cdot 10^{15} - 5.093 \cdot 10^{14}} = 6.624 \cdot 10^{-34} \text{ J}$$

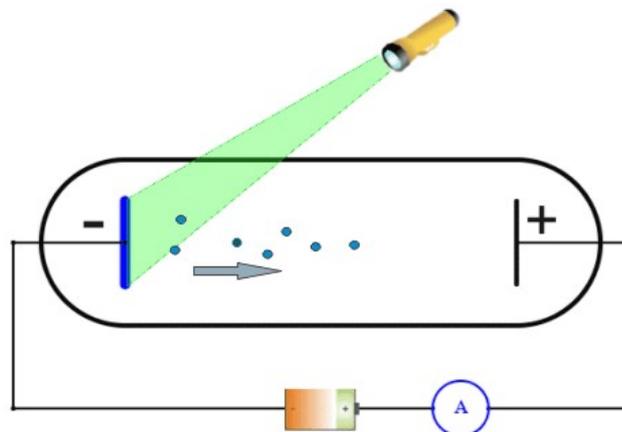
b) El trabajo de extracción es:

$$W_0 = \frac{6.624 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5890 \cdot 10^{-10}} - 0.577 \cdot 10^{-19} = 2.797 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1.75 \text{ eV}$$

Para que se produzca efecto fotoeléctrico, los fotones de la radiación incidente deben tener al menos esta energía. La longitud de onda correspondiente a esta radiación es:

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{6.624 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2.797 \cdot 10^{-19}} = 7.105 \cdot 10^{-07} \text{ m}$$

c) Una forma de medir experimentalmente la energía cinética de los fotoelectrones emitidos desde la superficie consiste en invertir la polaridad de la pila e ir aumentando el voltaje para frenar de esta manera los electrones que van saliendo de la superficie. Llamamos potencial de frenado a la diferencia de potencial que hay que aplicar para frenar a los electrones más rápidos. En el momento en que el amperímetro deja de marcar el paso de corriente podremos afirmar que se ha conseguido esto.



En el momento en que el amperímetro deja de marcar el paso de corriente podremos afirmar que se ha conseguido esto.

La energía cinética de estos electrones, medida en eV, coincidirá numéricamente con el potencial aplicado en ese momento.

De esta forma es como podemos saber que, si al iluminar el metal con luz amarilla se emiten electrones de energía cinética máxima $0,577 \cdot 10^{-19}$ J, el potencial de frenado correspondiente será:

$$V = \frac{0.577 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 0.36 \text{ V}$$

Y en el caso de que se iluminen con luz ultravioleta:

$$V = \frac{5.036 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 3.15 \text{ V}$$