

El trabajo de extracción del sodio es 2,5 eV, lo iluminamos con luz monocromática de longitud de onda $2 \cdot 10^{-7}$ m. Determinar la frecuencia umbral del sodio y la energía cinética de los electrones emitidos.

($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js , $c = 3 \cdot 10^8$ m/s , $1\text{eV} = 1,60 \cdot 10^{-19}$ J)

5.- Escribimos, en primer lugar, el trabajo de extracción en julios.

$$W = 2,5 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Despejamos el valor de la frecuencia umbral de la expresión de la energía:

$$E = h \cdot f; \quad f = \frac{E}{h} = \frac{4 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 6,03 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Cuando iluminamos con luz de longitud de onda, $\lambda = 2 \cdot 10^{-7}$ m , la energía que reciben los electrones es:

$$e = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} = 9,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

De modo que la energía cinética de los electrones es:

$$E_{\text{cin,max}} = E - W = 9,95 \cdot 10^{-19} - 4 \cdot 10^{-19} = 5,95 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

a) Describe brevemente en qué consiste el efecto fotoeléctrico y la explicación que dio Einstein.

b) Si iluminamos la superficie de un metal con luz de $\lambda = 512$ nm, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es de $8,65 \cdot 10^{-20}$ J. ¿Cuál será la máxima energía cinética de los electrones emitidos si incidimos sobre el mismo metal con luz de $\lambda = 365$ nm?

Datos: $c = 300\,000$ km/s; $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J s.

a) El efecto fotoeléctrico consiste en que cuando la luz incide sobre un material puede en ocasiones arrancar electrones desde la superficie del mismo; este fenómeno sólo se observa cuando la luz incidente tiene una longitud de onda inferior a un valor dado. Einstein sugirió que las luz se comporta de una forma corpuscular con una energía cuyo valor es: $E = h\nu$, donde ν es la frecuencia de la onda incidente. Dado que la energía de extracción de los electrones tiene un cierto valor habrá, por tanto, una longitud de onda máxima que pueda extraerlos.

b) La relación de energías es:

$$E_{\text{inc}} = W + E_k$$

$$W = \frac{hc}{\lambda} - E_k = \frac{6,623 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{512 \cdot 10^{-9}} - 8,65 \cdot 10^{-20} = 3,02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Si se ilumina con luz de 365 nm con la energía cinética máxima será:

$$E_k = \frac{hc}{\lambda} - W = \frac{6,623 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{365 \cdot 10^{-9}} - 3,02 \cdot 10^{-19} = 5,14 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Un haz de luz de longitud de onda $546 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio, cuyo trabajo de extracción es de 2 eV.

a) Explica las transformaciones energéticas en el proceso de fotoemisión y calcula la energía cinética máxima de los electrones emitidos.

b) ¿Qué ocurriría si la longitud de onda incidente en la célula fotoeléctrica fuera el doble de la anterior?

Datos: $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

a) La energía de la luz, cuyo valor es $E = h \cdot \nu$, se emplea en arrancar un electrón del material. Si la energía de la luz fuera menor que la función de trabajo del material no se extraerá un electrón. Por contra, si la energía es mayor, el resto de la energía se emplea en proporcionar energía cinética al electrón.

$$h \cdot \nu = W + E_k$$

$$\text{Por tanto: } E_k = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{546 \cdot 10^{-9}} - 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 4,37 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

b) Si la longitud de onda fuera el doble la ecuación sería:

$$E_k = \frac{h \cdot c}{\lambda} - W = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1092 \cdot 10^{-9}} - 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = -1,38 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Como la energía de la luz incidente es menor que la de extracción de los electrones, no se producirá el efecto fotoeléctrico.

El trabajo de extracción del platino es $1,01 \cdot 10^{-18} \text{ J}$. El efecto fotoeléctrico se produce en el platino cuando la luz que incide tiene un longitud de onda menor que 198 nm .

1. Calcula la energía cinética máxima de los electrones emitidos en caso de iluminar el platino con luz de 150 nm .

2. Por otra parte el trabajo de extracción del níquel es $8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. Se observará el efecto fotoeléctrico en el níquel con luz de 480 nm .

1. Restando la energía umbral se obtiene la energía cinética máxima de los electrones.

$$E_i = E_{\text{umbral}} + E_{c.,\text{max}}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 1,01 \cdot 10^{-18} + E_{c.,\text{max}}; \quad E_{c.,\text{max}} = \frac{hc}{\lambda} - 1,01 \cdot 10^{-18}$$

$$E_{c.,\text{max}} = 1,325 \cdot 10^{-18} - 1,01 \cdot 10^{-18} = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

2. Calculamos el valor de la energía que transporta dicha radiación:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{480 \cdot 10^{-9}} = 4,14 \cdot 10^{-19} \text{ J} < 8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Al ser el valor de la energía de la radiación menor que el trabajo de extracción, no se produce el efecto fotoeléctrico.