

Problema 1 a): En una célula fotoeléctrica, el cátodo metálico se ilumina con una radiación de $\lambda = 200\text{nm}$, el potencial de frenado para los electrones es de 1 voltio. Cuando se usa luz de 175 nm, el potencial de frenado es de 1,86 V. Calcular: *i)* El trabajo de extracción del metal y la constante de Planck h . *ii)* ¿Se produciría efecto fotoeléctrico si se iluminase con luz de 250 nm?

Datos: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$, $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$

Solución:

i) La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico queda:

$$\frac{h \cdot c}{\lambda} = W_e + e \cdot V \quad (1)$$

Sustituyendo los dos pares de datos:

$$\frac{h \cdot 3,00 \times 10^8[\text{ms}^{-1}]}{2,00 \times 10^{-7}[\text{m}]} = W_e + 1,60 \times 10^{-19}[\text{C}] \cdot 1,00[\text{V}] \quad (2)$$

$$\frac{h \cdot 3,00 \times 10^8[\text{ms}^{-1}]}{1,75 \times 10^{-7}[\text{m}]} = W_e + 1,60 \times 10^{-19}[\text{C}] \cdot 1,86[\text{V}] \quad (3)$$

queda un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas, que tiene como resultado:

$$h = 6,4 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s} \quad W_e = 1,3 \times 10^{-18}\text{J}$$

ii) Una luz producirá efecto fotoeléctrico si su energía es superior al trabajo de extracción. La energía de la luz incidente es:

$$E_f = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,4 \times 10^{-34}[\text{J} \cdot \text{s}] \cdot \frac{3 \times 10^8[\text{ms}^{-1}]}{250 \times 10^{-9}\text{m}} = 7,7 \times 10^{-19}\text{J} \quad (4)$$

que es menor que el trabajo de extracción $1,3 \times 10^{-18}\text{J}$, por lo que no produciría efecto fotoeléctrico.

Problema 1 b): Si los electrones de conducción en el cobre tienen una energía cinética de 7eV . *i)* Calcule su longitud de onda asociada en el caso no relativista. *ii)* Si la densidad del cobre es $8,9 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$ y su masa por átomo de $1,04 \cdot 10^{-22}\text{g}$, compare con la distancia interatómica del cobre y analice si debe tenerse en cuenta el carácter ondulatorio de los electrones de conducción de este metal.

Dato: $1\text{eV} = 1,60217657 \times 10^{-19}\text{J}$

Solución:

i) La energía de los electrones de conducción satisfacen que $E = \frac{p^2}{2m}$

Por otro lado, la longitud de onda asociada está dada por $p = \frac{h}{\lambda}$

De esta forma se deduce inmediatamente que $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m E}}$

Podemos usar el valor de h obtenido en el punto anterior o su valor $h = 6,63 \times 10^{-34}\text{J} \cdot \text{s}$ y queda que

$$\lambda = 4,5 \times 10^{-10}\text{m}$$

ii) Ahora sabiendo que $\rho = \frac{m}{V}$ se puede estimar la distancia interatómica como:

$$r = \left(\frac{3}{4\pi} \frac{m}{\rho} \right)^{1/3} = 1,39 \times 10^{-10}\text{m}$$

De acuerdo a este resultado si es relevante el caracter ondulatorio de los electrones de conducción.

Problema 1 c): ¿Cuál es la potencia radiada por un alambre de nicromel de 1,0 m de longitud que tiene un diámetro de 0,15 cm a una temperatura de $727^{\circ}C$ si su emisividad es de 0,92?

Dato: $\sigma = 5,73 \cdot 10^{-8} J/(m^2 s K^4)$

Solución:

La potencia radiada por toda la superficie del cuerpo es

$$P_{total} = pot \times A$$

donde pot es la potencia emitida por unidad de superficie; A , el área de la superficie del alambre.

Para el cuerpo que no es cuerpo negro la radiancia se calcula por la fórmula

$$pot = e\sigma T^4$$

Por consiguiente, $P_{total} = e\sigma T^4 \pi (d/2) \ell = 0,92 \cdot 5,73 \cdot 10^{-8} \cdot (10^3)^4 \cdot 3,14 \cdot 0,075 \cdot 10^{-2} \cdot 1W = 124W$