

18

a) Un microscopio electrónico se basa en acelerar electrones mediante una diferencia de potencial de forma que al perder E_p eléctrica ganarán E_c . A dichos electrones acelerados les corresponderá una longitud de onda asociada o de De Broglie.

$$\begin{array}{c} V_0 = 0 \\ \text{⊖} \xrightarrow{V_A} \text{⊖} \xrightarrow{V_B} \text{⊖} \end{array} \quad \lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

$$-\Delta E_{PA \rightarrow PB} = W_{A \rightarrow B} = \Delta E_{CA \rightarrow CB}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v_0^2$$

Dicha longitud de onda es mas corta que la luz visible, por lo que permitirá visualizar estructuras mas pequeñas que no serían visibles al microscopio óptico

b)

$$\uparrow \quad \frac{h}{p} \Rightarrow \frac{h}{pm \cdot v}$$

(hipótesis de De Broglie)

la masa de una pelota de tenis es muy alta en comparación con el valor tan bajo de la constante de Planck,

La pelota de tenis tendría una longitud de onda asociada tan pequeña que no sería medible, no siendo posible tratarla como una onda, sino solo como partícula (macroscópica)

a) En el siglo XVII se forman dos concepciones opuestas sobre la naturaleza de la luz, la teoría corpuscular, defendida por Newton y que supone que la luz está constituida por corpúsculos o partículas, y la teoría ondulatoria, enunciada por Huygens y más tarde desarrollada por Maxwell y que supone que la luz es un fenómeno ondulatorio de naturaleza electromagnética. La teoría corpuscular gozó de mayor aceptación debido al peso específico de la persona que lo avalaba, Newton.

Posteriormente los estudios de Young y Fresnel sobre la interferencia y difracción de la luz, utilizando la teoría ondulatoria de Huygens, supusieron un duro revés para la teoría corpuscular.

El golpe definitivo se lo dio Foucault, al determinar experimentalmente que la velocidad de la luz en medios más densos que el aire (como el agua) era menor, en contra de lo que se deducía de la teoría de Newton.

Cuando todo parecía aclarado, surge un fenómeno curioso relacionado con la luz, el efecto fotoeléctrico, por el que la luz que incide sobre una placa metálica arranca electrones y les comunica energía cinética. Einstein explicó este fenómeno basándose en la hipótesis de Planck, resucitando una nueva forma de teoría corpuscular en la que se hablaba de “cuantos” o paquetes de energía que posteriormente recibirían el nombre de fotones.

Llegamos de este modo a la actualidad en la que se adopta una postura sintética: La naturaleza de la luz es dual, la ondulatoria se pone de manifiesto con fenómenos como la interferencia y la difracción, y la corpuscular se evidencia al interaccionar con la materia.

b) Ultravioleta, visible e infrarrojo.

25

1.-

a) i) Lo que el ojo humano diferencia como colores son las distintas frecuencias de la zona del visible del espectro electromagnético, en consecuencia a cada color le corresponde una frecuencia distinta, en este caso la mayor sería la del azul y la menor la del rojo.

ii) La velocidad de propagación c de las ondas electromagnéticas en el vacío es constante, no depende de la frecuencia y se relaciona con la longitud de onda y con la frecuencia mediante la siguiente expresión

$$c = \lambda \cdot f$$

por lo tanto, si varía la frecuencia ha de hacerlo inversamente la longitud de onda para que c sea constante, en consecuencia a cada color le corresponde una longitud de onda distinta, en este caso la mayor sería la del rojo y la menor la del azul.

iii) Como hemos visto en el apartado anterior, la velocidad de la luz en el vacío es constante y es independiente de la longitud de onda, su valor, calculado por Maxwell es el siguiente

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

los tres colores se propagan en el vacío con la misma velocidad.

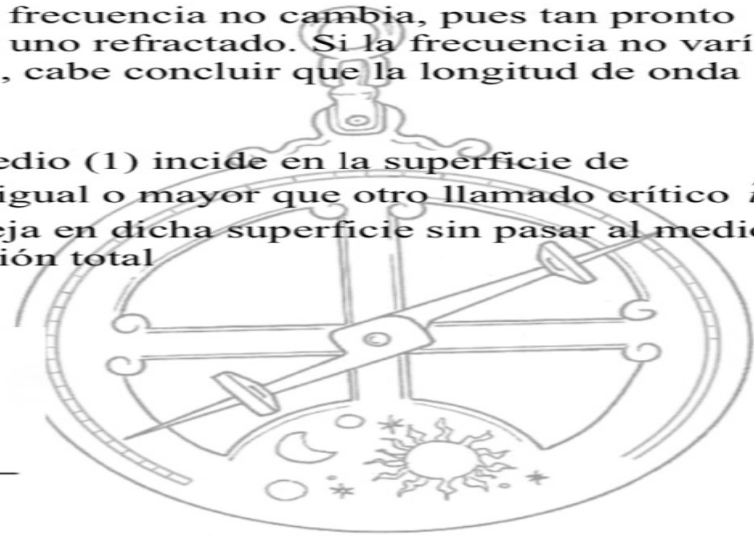
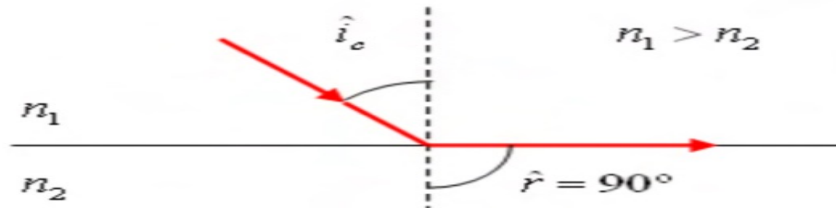
El agua tiene un índice de refracción distinto al del vacío. El índice de refracción de un medio es la relación entre la velocidad en el vacío, c y la velocidad en el medio, v .

$$n = \frac{c}{v}$$

si se supone que los dos medios tienen índices de refracción diferentes, también tendrán velocidades de propagación diferentes.

Cuando la onda pasa de un medio a otro, su frecuencia no cambia, pues tan pronto como llega un frente de onda incidente, surge uno refractado. Si la frecuencia no varía y sí lo hace la velocidad y puesto que $v = \lambda \cdot f$, cabe concluir que la longitud de onda cambia al pasar de un medio a otro.

b) Cuando un haz de luz que viaja por un medio (1) incide en la superficie de separación con otro medio (2) con un ángulo igual o mayor que otro llamado crítico $\hat{i}_c$ no se produce refracción y todo el haz se refleja en dicha superficie sin pasar al medio (2), este fenómeno recibe el nombre de reflexión total



9.-a) De Broglie, después de que se estableciera la doble naturaleza de la luz (ondulatoria y corpuscular), sugirió que la naturaleza debía regirse por leyes simétricas, de modo que si una onda tenía propiedades corpusculares, un corpúsculo tendría propiedades ondulatorias y afirmó:

Toda partícula material que se mueve con velocidad v tiene una longitud de onda asociada, dada por la expresión

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

De alguna manera esta expresión relaciona una propiedad corpuscular (momento lineal) con una propiedad ondulatoria (longitud de onda).

Las implicaciones de la hipótesis de De Broglie junto con otros dos puntos de partida, el principio de indeterminación de Heisenberg y la función de probabilidad de Schrodinger, se pueden resumir en que a partir de entonces se estructura una nueva mecánica llamada “mecánica cuántica”.

b) Si los electrones y los protones tuvieran la misma velocidad, solo hemos de fijarnos en la expresión de De Broglie

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

y en la relación de masas de ambas partículas ($m_p > m_e$), para llegar a la siguiente conclusión

$$\lambda_p < \lambda_e$$

Es obvio que si tienen el mismo momento lineal su longitudes de onda asociadas serán iguales.

42

a) Se observó que el efecto fotoeléctrico obedecía a una serie de fenómenos para los que no se encontraba explicación en los modelos clásicos, algunos de los más importantes eran:

- Solo se emiten electrones cuando la frecuencia incidente supera cierto valor f_0 llamado frecuencia umbral que es característico de cada metal.
- Por debajo de la frecuencia umbral no hay emisión, aunque se aumente la intensidad de la luz incidente.

Estas observaciones entran en contradicción con la naturaleza ondulatoria de la luz, según la cual el efecto fotoeléctrico debería producirse para cualquier frecuencia siempre que la intensidad fuese lo suficientemente elevada.

b) Cada electrón extraído del metal es por causa de un choque con un único fotón, el cual le entrega toda su energía que el electrón usa para vencer el trabajo de extracción, el resto de la energía del fotón se transforma en energía cinética en el electrón. Puesto que la energía del fotón depende únicamente de su frecuencia, produciría electrones con mayor energía la luz verde, aunque su intensidad sea débil.

En cuanto al número de electrones extraído, solo depende del número de fotones que transporta el rayo y este sí depende de la intensidad, en consecuencia, extraería mayor número de electrones la luz roja intensa, aunque la energía cinética de cada uno de ellos sería menor que con luz verde.

86

3.- a) Usando la ecuación de De Broglie $\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v}$ despejando la velocidad $v = \frac{h}{m_e \cdot \lambda}$ y sustituyéndola en la ecuación de la energía cinética

$$E_c = \frac{1}{2} m_e \left(\frac{h}{m_e \lambda} \right)^2 = \frac{h^2}{2 m_e \lambda^2} = \frac{(6.6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})^2}{2 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} (5 \cdot 10^{-10} \text{ m})^2} = 9.57 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

3.- b) Partiendo de la ecuación de la energía cinética y de la expresión de la velocidad despejada de la ecuación de De Broglie

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \qquad v = \frac{h}{m \lambda}$$

sustituimos en la ecuación de la energía cinética

$$E_c = \frac{h^2}{2 m \lambda^2}$$

Particularizamos para ambas partículas teniendo en cuenta que $\lambda_e = \lambda_p$

$$E_{cp} = \frac{h^2}{2 m_p \lambda^2} \qquad E_{ce} = \frac{h^2}{2 m_e \lambda^2}$$

Dividiendo ambas expresiones

$$\frac{E_{ce}}{E_{cp}} = \frac{m_p}{m_e} > 1$$

La energía cinética del electrón es mayor que la del protón.

a) Hipótesis de Planck y su relación con el efecto fotoeléctrico.

b) Al iluminar la superficie de un cierto metal con un haz de luz de longitud de onda $2 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 3 eV. Determine el trabajo de extracción del metal y la frecuencia umbral.

$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

FISICA. 2017. RESERVA 1. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

RESOLUCION

a) La hipótesis de Planck dice que la energía que se absorbe o se emite por la materia es proporcional a la frecuencia. Se emite o se absorbe en forma de cuantos de energía.

$$E = h \cdot f$$

E = energía de un cuanto de luz

h = constante de Planck

f = frecuencia de la luz

La energía de la luz no es algo continuo, sino que está cuantizada.

Esto le sirvió a Einstein para explicar el efecto fotoeléctrico, de forma que la luz está compuesta por fotones (cuantos de luz). Un fotón choca con un electrón del metal y si tiene suficiente energía, lo arranca. De forma que la energía del fotón se divide en dos partes: W_0 que es el trabajo para extraer el electrón y E_c que es la energía cinética con que sale el electrón del metal.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c$$

b) Aplicamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico

$$\begin{aligned} E = W_0 + E_c &\Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-8}} = W_0 + 3 \text{ eV} \cdot \frac{1'6 \cdot 10^{-19}}{1 \text{ eV}} \Rightarrow \\ &\Rightarrow W_0 = 9'465 \cdot 10^{-18} \text{ J} \end{aligned}$$

Calculamos la frecuencia umbral:

$$W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{9'465 \cdot 10^{-18}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 1'43 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$$

103

a) Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico.

b) Se ilumina la superficie de un metal con dos haces de longitudes de onda $\lambda_1 = 1'96 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ y $\lambda_2 = 2'65 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Se observa que la energía cinética de los electrones emitidos con la luz de longitud de onda λ_1 es el doble que la de los emitidos con la de λ_2 . Obtenga la energía cinética con que salen los electrones en ambos casos y la función trabajo del metal.

$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

FISICA. 2018. JUNIO. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

RESOLUCION

a) Einstein dice que la luz incidente en un metal está formada por fotones. Cada fotón tiene una energía que según Planck vale: $E = h \cdot f$

El efecto fotoeléctrico se produce cuando un fotón choca con un electrón del metal. La energía del fotón se reparte en dos cosas: una es el trabajo de extracción (W_0) que es la energía necesaria para arrancar el electrón del metal y otra es la energía cinética (E_c) con que sale el electrón del metal.

Se conserva la energía porque se cumple: $E = W_0 + E_c$ que es la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico.

Para que se produzca efecto fotoeléctrico, la energía de cada fotón debe superar a W_0 ; expresado en frecuencia, la frecuencia de la luz incidente debe superar a la frecuencia umbral (f_0) del metal, ya que $W_0 = h \cdot f_0$

Si f de la luz es menor que f_0 , no se produce efecto fotoeléctrico, aunque haya mucha intensidad de luz, ya que la intensidad de la luz es la cantidad de fotones por tiempo que chocan con el metal. Como ningún fotón tiene energía suficiente para arrancar un electrón, no se produce efecto fotoeléctrico.

b) Como es el mismo metal, W_0 toma el mismo valor.

$$\begin{aligned}
 E = W_0 + E_c &\Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow \left. \begin{aligned} h \cdot \frac{c}{\lambda_1} &= W_0 + E_{c1} \\ h \cdot \frac{c}{\lambda_2} &= W_0 + E_{c2} \end{aligned} \right\} \xrightarrow{\text{restando}} h \cdot c \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = E_{c1} - E_{c2} = E_{c2} \Rightarrow \\
 &\Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(\frac{1}{1'96 \cdot 10^{-7}} - \frac{1}{2'65 \cdot 10^{-7}} \right) = 2'64 \cdot 10^{-19} \text{ J} = E_{c2} \\
 E_{c1} &= 2E_{c2} = 2 \cdot 2'64 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 5'28 \cdot 10^{-19} \text{ J}
 \end{aligned}$$

$$W_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - E_{c1} = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{1'96 \cdot 10^{-7}} - 5'28 \cdot 10^{-19} = 4'89 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

104

a) Se ilumina la superficie de un metal con dos fuentes de luz distintas observándose lo siguiente: con la primera de frecuencia ν_1 e intensidad I_1 no se produce efecto fotoeléctrico mientras que si la iluminamos con la segunda de frecuencia ν_2 e intensidad I_2 se emiten electrones. (i) ¿Qué ocurre si se duplica la intensidad de la fuente 1?; (ii) ¿y si se duplica la intensidad de la luz de la fuente 2?; (iii) ¿y si se incrementa la frecuencia de la fuente 2? Razone sus respuestas.

b) Para poder determinar la constante de Planck de forma experimental se ilumina una superficie de cobre con una luz de $1'2 \cdot 10^{15}$ Hz observándose que los electrones se emiten con una velocidad de $3'164 \cdot 10^5$ m·s⁻¹. A continuación se ilumina la misma superficie con otra luz de $1'4 \cdot 10^{15}$ Hz y se observa que los electrones se emiten con una velocidad de $6'255 \cdot 10^5$ m·s⁻¹. Determine el valor de la constante de Planck y la función trabajo del cobre. $e = 1'6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9'1 \cdot 10^{-31}$ kg.

FISICA. 2018. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

RESOLUCION

a)

(i) Si se duplica I_1 , sigue sin producirse efecto fotoeléctrico, ya que la energía de cada fotón sigue siendo la misma que antes, con lo cual no se supera la frecuencia umbral f_0 .

(ii) Si se duplica I_2 , sigue produciéndose efecto fotoeléctrico y además se duplica el número de fotones. Como cada fotón arranca un electrón, entonces se duplica el número de electrones.

(iii) Si aumenta ν_2 , lo que ocurre es que cada fotón aumenta su energía. El trabajo de extracción no varía, con lo cual aumenta la energía cinética de cada electrón.

b)

$$\begin{array}{l} \text{luz 1} \left\{ \begin{array}{l} f_1 = 1'2 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \\ v_1 = 3'164 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{array} \right. \quad \text{luz 2} \left\{ \begin{array}{l} f_2 = 1'4 \cdot 10^{15} \text{ Hz} \\ v_2 = 6'255 \cdot 10^5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{array} \right. \end{array}$$

En los dos casos utilizamos la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$

$$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} h \cdot f_1 = W_0 + \frac{1}{2} m v_1^2 \\ h \cdot f_2 = W_0 + \frac{1}{2} m v_2^2 \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{restando}} h \cdot (f_1 - f_2) = \frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2) \Rightarrow h = \frac{\frac{1}{2} m (v_1^2 - v_2^2)}{(f_1 - f_2)} \Rightarrow \\ \Rightarrow h = \frac{\frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} ((3'164 \cdot 10^5)^2 - (6'255 \cdot 10^5)^2)}{1'2 \cdot 10^{15} - 1'4 \cdot 10^{15}} = 6'62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \end{array}$$

Calculamos la función trabajo del cobre:

$$W_0 = h \cdot f_1 - \frac{1}{2} m v_1^2 = 6'62 \cdot 10^{-34} \cdot 1'2 \cdot 10^{15} - \frac{1}{2} 9'1 \cdot 10^{-31} (3'164 \cdot 10^5)^2 = 7'189 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

a) Enuncie el principio de dualidad onda-corpúsculo y explique por qué no se considera dicha dualidad al estudiar los fenómenos macroscópicos.

b) Al incidir luz de longitud de onda $2'7625 \cdot 10^{-7}$ m sobre un material, los electrones emitidos con una energía cinética máxima pueden ser frenados hasta detenerse aplicando una diferencia de potencial de 2 V. Calcule el trabajo de extracción del material. Determine la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con energía cinética máxima.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

FISICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) La materia puede comportarse unas veces como corpúsculo o partícula en unos experimentos y otras veces se comporta como onda. Por ejemplo, dos coches al chocar se comportan como partículas y dos neutrones al difractarse se comportan como ondas. La materia es a la vez onda y partícula.

Según De Broglie, la longitud de onda asociada a una partícula viene dada por: $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$

donde h es la cte de Planck , m la masa y v la velocidad.

En los fenómenos macroscópicos la longitud de onda asociada a una partícula es muy pequeña, por lo que se desprecia el carácter ondulatorio de la materia y no se considera en los cálculos.

b) La energía cinética de cada electrón se le quita con una diferencia de potencial de 2 Voltios, luego:

$$E_c = 2 \text{ eV} \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ eV}} = 3'2 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

Aplicamos la ecuación de Einstein para calcular el trabajo de extracción.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2'7625 \cdot 10^{-7}} = W_0 + 3'2 \cdot 10^{-19} \Rightarrow W_0 = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3'2 \cdot 10^{-19}}{9'1 \cdot 10^{-31}}} = 838627'87 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 838627'87} = 8'69 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

a) Enuncie el principio de dualidad onda-corpúsculo y explique por qué no se considera dicha dualidad al estudiar los fenómenos macroscópicos.

b) Al incidir luz de longitud de onda $2'7625 \cdot 10^{-7}$ m sobre un material, los electrones emitidos con una energía cinética máxima pueden ser frenados hasta detenerse aplicando una diferencia de potencial de 2 V. Calcule el trabajo de extracción del material. Determine la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con energía cinética máxima.

$h = 6'63 \cdot 10^{-34}$ J·s ; $e = 1'6 \cdot 10^{-19}$ C ; $c = 3 \cdot 10^8$ m·s⁻¹ ; $m_e = 9'1 \cdot 10^{-31}$ kg

FISICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

RESOLUCION

a) La materia puede comportarse unas veces como corpúsculo o partícula en unos experimentos y otras veces se comporta como onda. Por ejemplo, dos coches al chocar se comportan como partículas y dos neutrones al difractarse se comportan como ondas. La materia es a la vez onda y partícula.

Según De Broglie, la longitud de onda asociada a una partícula viene dada por: $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$

donde h es la cte de Planck , m la masa y v la velocidad.

En los fenómenos macroscópicos la longitud de onda asociada a una partícula es muy pequeña, por lo que se desprecia el carácter ondulatorio de la materia y no se considera en los cálculos.

b) La energía cinética de cada electrón se le quita con una diferencia de potencial de 2 Voltios, luego:

$$E_e = 2 \text{ eV} \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ eV}} = 3'2 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

Aplicamos la ecuación de Einstein para calcular el trabajo de extracción.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2'7625 \cdot 10^{-7}} = W_0 + 3'2 \cdot 10^{-19} \Rightarrow W_0 = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 3'2 \cdot 10^{-19}}{9'1 \cdot 10^{-31}}} = 838627'87 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{9'1 \cdot 10^{-31} \cdot 838627'87} = 8'69 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

- a) Responda razonadamente a las siguientes cuestiones: (i) ¿Se podría determinar simultáneamente, con exactitud, la posición y la cantidad de movimiento de una partícula? (ii) ¿Se tiene en cuenta el principio de incertidumbre en el estudio de los fenómenos ordinarios?
- b) Al iluminar un metal con una radiación de frecuencia $7'89 \cdot 10^{14}$ Hz se produce una emisión de electrones que requiere aplicar una diferencia de potencial de 1,3 V para frenarlos. Calcule razonadamente el trabajo de extracción del metal y justifique si al iluminarlo con una radiación de frecuencia $4 \cdot 10^{14}$ Hz se producirá emisión de electrones.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

FISICA. 2019. RESERVA 2. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) (i) Según el principio de incertidumbre de Heisenberg no se puede determinar simultáneamente y posición y la cantidad de movimiento de una partícula con toda exactitud. Hay errores en el proceso de medida y las partículas son ondas-partículas, tienen dualidad, por lo que es imposible la exactitud total.

(ii) En los fenómenos ordinarios no se tiene en cuenta dicho principio, ya que los errores cometidos son despreciables frente a las medidas en el ámbito nanoscópico, es decir, la precisión de las medidas en los fenómenos ordinarios es suficiente para los cálculos.

b) La energía cinética de cada electrón se le quita con una diferencia de potencial de 1'3 Voltios, luego:

$$E_c = 1'3 \text{ eV} \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ eV}} = 2'08 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

Aplicamos la ecuación de Einstein para calcular el trabajo de extracción.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 7'89 \cdot 10^{14} = W_0 + 2'08 \cdot 10^{-19} \Rightarrow W_0 = 3'15 \cdot 10^{-19} \text{ Julios}$$

$$\text{Como } W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{3'15 \cdot 10^{-19}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 4'75 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Al ser la nueva luz de frecuencia menor que la frecuencia umbral $4 \cdot 10^{14} < 4'75 \cdot 10^{14}$, no se produce efecto fotoeléctrico.