

FÍSICA QUÂNTICA.

Quântica.

Hipótese de Planck

$$E = h \cdot f$$

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \quad (\text{cte de Planck})$$

$$\boxed{} \Rightarrow E = h \cdot f_{\text{exp}}$$

$$\boxed{} \Rightarrow E = h \cdot f_{\text{exp}}$$

$$\boxed{} \Rightarrow E = h \cdot f_{\text{exp}}$$

$$\boxed{}$$

$$\boxed{}$$

$$\boxed{} \Rightarrow E = h \cdot f_{\text{exp}}$$

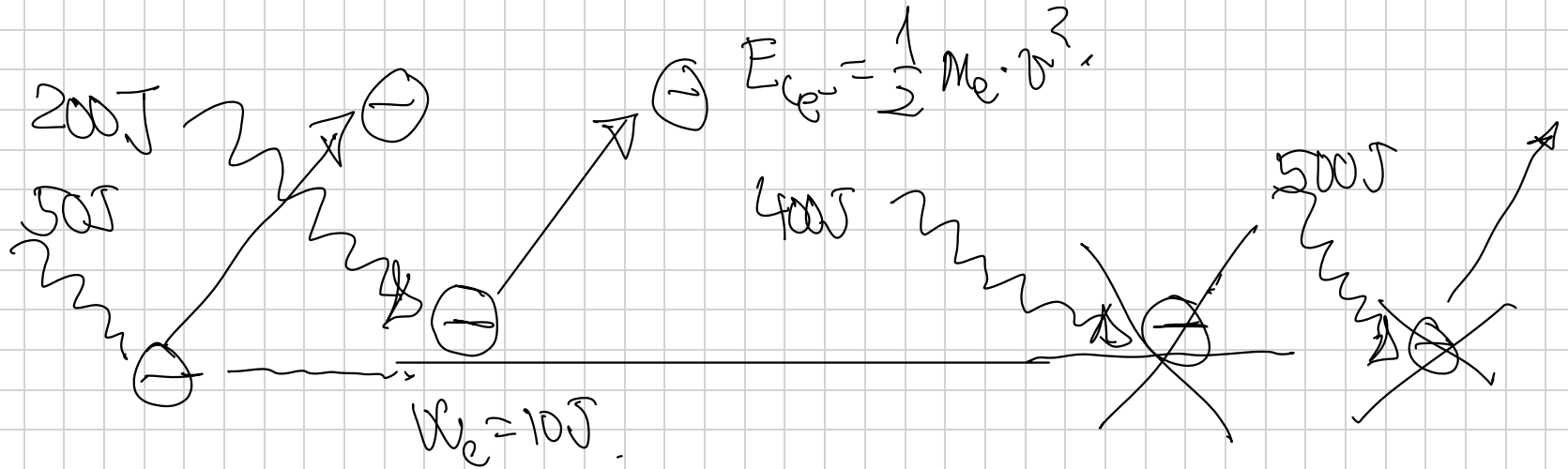
$$\boxed{} \Rightarrow E = h \cdot f_{\text{exp}}$$

$$\boxed{} \Rightarrow E = h \cdot f_{\text{exp}}$$

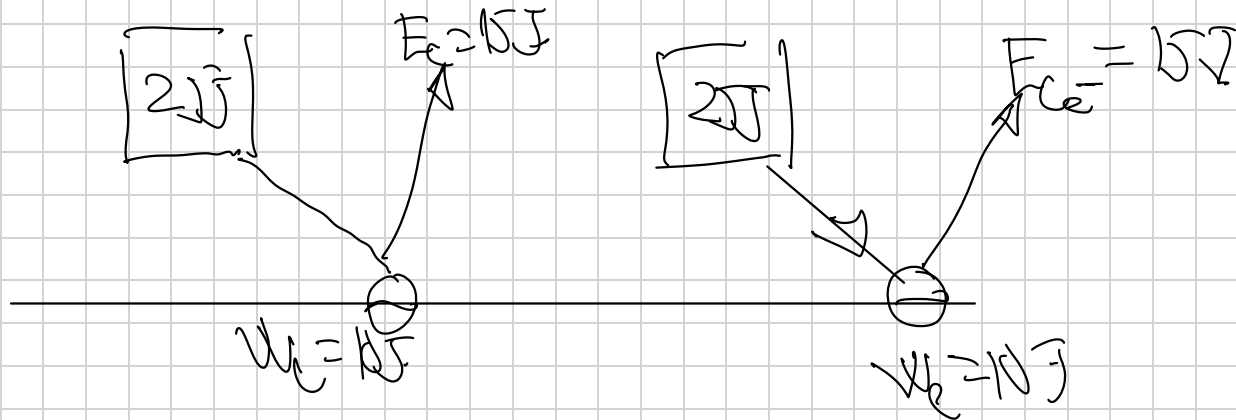
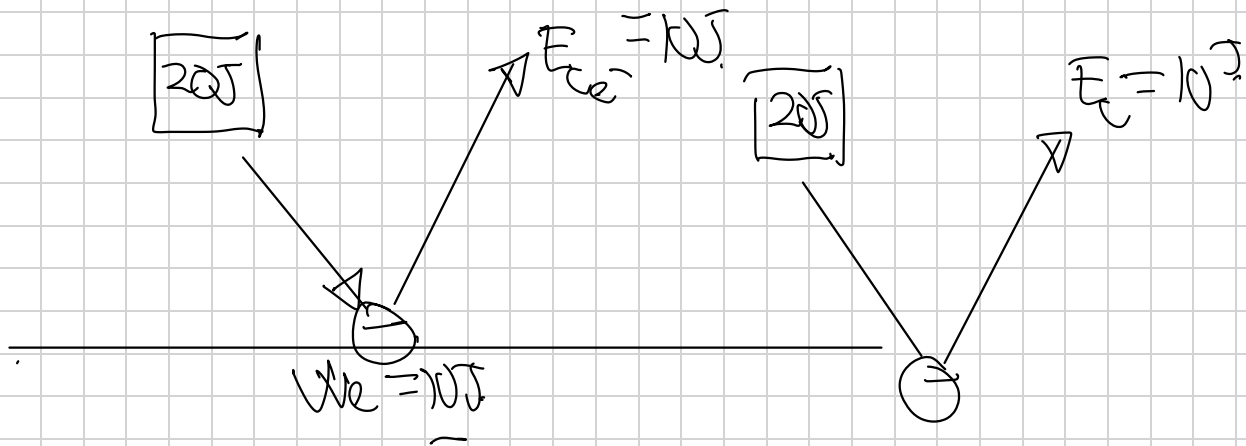
$$\boxed{}$$

$$\boxed{}$$

El efecto fotoeléctrico.

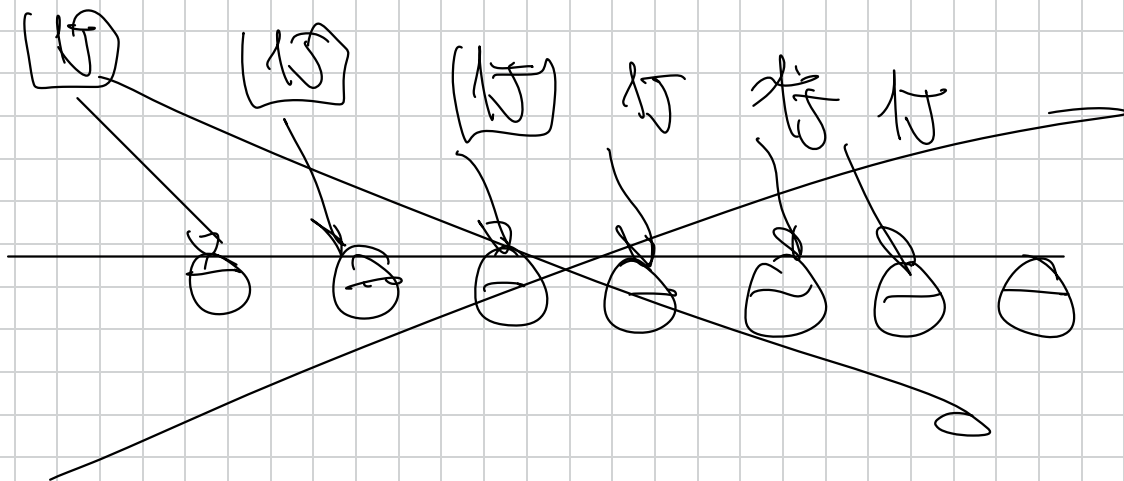


photons 20J — answer 10e^-



400J

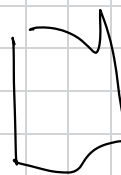
400 fotones $h\nu$.

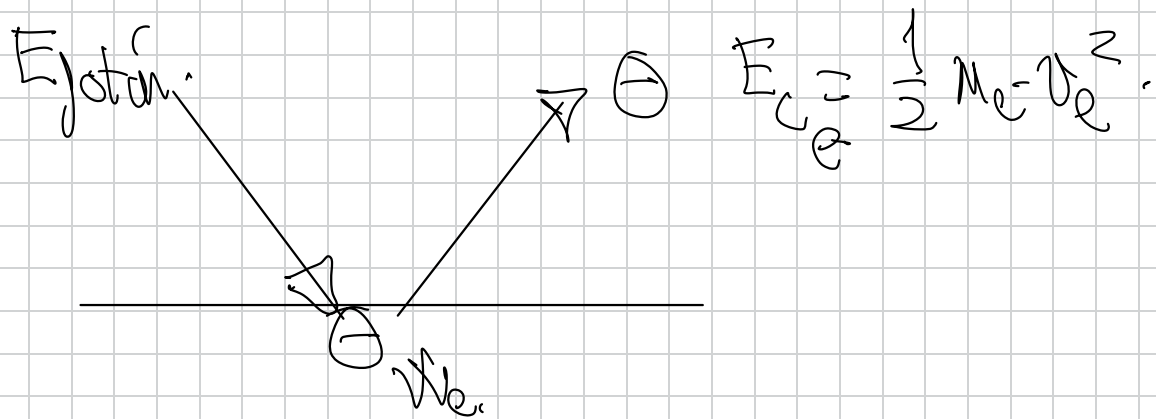


$$E = h \cdot \int \omega^2 \omega^0 = 15$$

$\boxed{15}$ $\boxed{15}$ 15 $\int 2\omega^2 \omega^0$

$$E_{\text{rot}} = h \cdot \int \omega^2 \omega^0 = 25$$



Hipótesis
de Planck

$$E_{\text{foton}} = W_e + E_{ce^-}$$

$$* \quad h \cdot f = W_e + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

3 casos.

$E_{\text{fotón}} > W_e \Rightarrow$ Se da el efecto fotoeléctrico

$E_{\text{fotón}} = W_e$ $\Rightarrow$

~~Se da el efecto fotoeléctrico.~~

$E_{\text{fotón}} < W_e \Rightarrow$ No se da el efecto fotoeléctrico.

$$E_{\text{fotón}} \geq W_e \rightarrow$$

$$E_{\text{fotón}} = W_e$$

$$h \cdot f_0 = W_e$$

$f_0 \Rightarrow$ frecuencia umbral
o frecuencia de corte.

$f > f_0 \Rightarrow$ se da el efecto

$f < f_0 \Rightarrow$ No se da.

$$C = \lambda \cdot f$$

$$C = \lambda_0 \cdot f_0$$

$$f_0 = \frac{C}{\lambda_0}$$

$$\lambda < \lambda_0$$

$E_{fot} > W_e$
se da el efecto

$$h \cdot f_0 = W_e.$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_0} = W_e.$$

$$\lambda > \lambda_0$$

$E_{fot} < W_e.$

No se da el
efecto fotoeléctrico

6.- Un material emite fotoelectrones cuando se ilumina con luz azul, pero no los emite cuando se ilumina con luz amarilla.

a) Razone que ocurrirá si se ilumina con luz roja.

b) Razone que ocurrirá si se ilumina con luz ultravioleta

c) ¿Pueden las anteriores radiaciones tener la misma frecuencia?, ¿y la misma intensidad?

6 Hemos de saber que la frecuencia de la luz azul es mayor que la de la luz amarilla ($f_{\text{azul}} > f_{\text{amarilla}}$)

a) $f_{\text{roja}} < f_{\text{amarilla}} \Rightarrow$ Cada fotón de luz roja tiene por tanto menor energía que el de luz amarilla, y por tanto si no se emiten electrones con luz amarilla, tampoco se emiten con luz roja.

b) $f_{\text{ultravioleta}} > f_{\text{azul}} \Rightarrow$ Si se emiten fotones con luz azul, también se emitirán con luz ultravioleta por tener cada uno de los fotones de ultravioleta mayor energía que los de la luz azul.

c) No pueden tener la misma frecuencia porque la frecuencia es lo que caracteriza a una radiación. Si pueden tener la misma intensidad porque el que tengan distinta frecuencia no significa que no puedan tener el mismo número de fotones.

9.- Razone si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- a) En el efecto fotoeléctrico, al igual que definimos una frecuencia umbral y una longitud de onda umbral, podemos definir una intensidad umbral.
- b) El número de fotoelectrones emitidos por un metal es proporcional a la intensidad del haz luminoso incidente que produce el efecto fotoeléctrico.
- c) Una radiación que no sea monocromática, no puede producir efecto fotoeléctrico.
- d) Cuanto más intensa sea la luz, mayor energía cinética tendrán los electrones emitidos por efecto fotoeléctrico

9

- a) Falso, ya que el que se produzca o no efecto fotoeléctrico no depende de la intensidad, y por ello no definimos intensidad umbral
- b) Verdadero, una vez que se produce el efecto fotoeléctrico, al aumentar la intensidad de la radiación incidente (aumenta el número de fotones), aumentará el número de fotoelectrones emitidos
- c) Falso, ya que una radiación policromática también puede producirlo si las frecuencias de las diversas radiaciones que la componen producen efecto fotoeléctrico
- d) Falso, aumentará el número de fotoelectrones emitidos pero no aumentará su energía cinética, porque el aumento de la intensidad no significa que aumente la frecuencia (ni por tanto la energía) de los fotones incidentes

$$1 \text{ nm} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

7.- Una fotocélula de Cesio posee un trabajo de extracción de 2 eV

a) Calcular la frecuencia umbral y la longitud de onda umbral de la fotocélula. ¿Entre que valores de frecuencia y de longitud de onda se dará el efecto fotoeléctrico?

b) Si incide sobre dicha fotocélula una radiación monocromática de $\lambda = 500 \text{ nm}$, calcular la energía cinética máxima de los electrones emitidos, así como el potencial de frenado de dichos electrones.

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

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_s = 2 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{photon}} \geq W_e$$

$$h \cdot f_0 = W_e$$

$$f > 4.85 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow$$

$$E_{\text{photon}} > W_e \rightarrow \text{e.g.}$$

$$f_0 = \frac{W_e}{h} = \frac{3.2 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 4.85 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

$$c = \lambda_0 \cdot f_0$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0}$$

$$\lambda_0 = 6.19 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$h \cdot f_0 = W_e$$

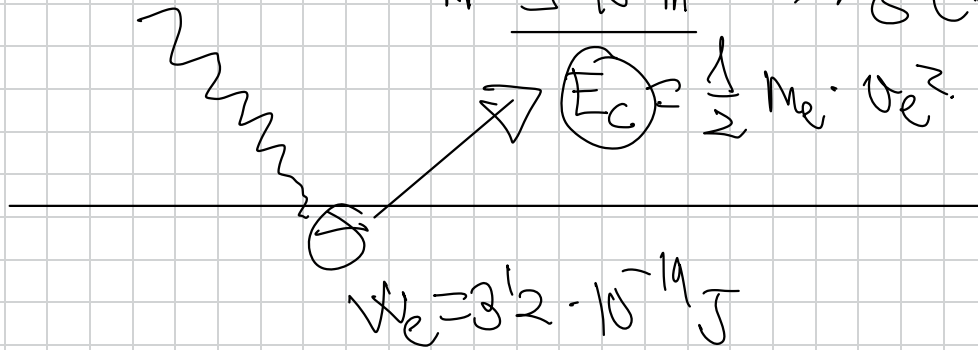
$$h \cdot \frac{c}{\lambda_0} = W_e$$

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{W_e} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3.2 \cdot 10^{-19}} = 6.19 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda < 619 \cdot 10^{-9} \text{ m} \rightarrow E_{\text{fot}} > W_e \rightarrow \text{se da.}$$

λ_0

$$\lambda_{\text{incidente}} = 500 \text{ nm} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m} = \underline{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} < \lambda_0 (619 \cdot 10^{-9} \text{ m})$$



$$E_c = \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2$$

$$W_e = 3.2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Emissão de
Einstein

$\Rightarrow$

$$E_{\text{fot}} = W_e + E_{e^-}$$

$$h \cdot \text{f} = W_e + E_{e^-}$$

$$c = \lambda \cdot f$$

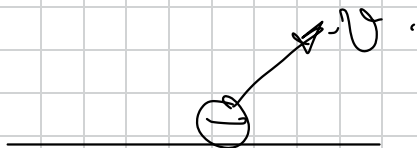
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

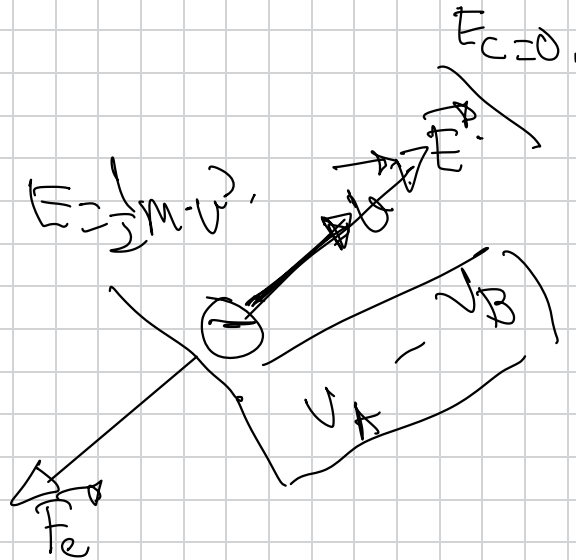
$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_e + E_{e^-}?$$

$$E_{e^-} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_e$$

$$E_{e^-} = 663 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} - 32 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{e^-} = 778 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$





$$W_{A \rightarrow B} = \Delta E_{C, A \rightarrow B}$$

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

$$-e(V_A - V_B) = -\frac{1}{2} m v_A^2$$

$$e \cdot V = E_C$$

$$E_{Ce} = e \cdot V$$

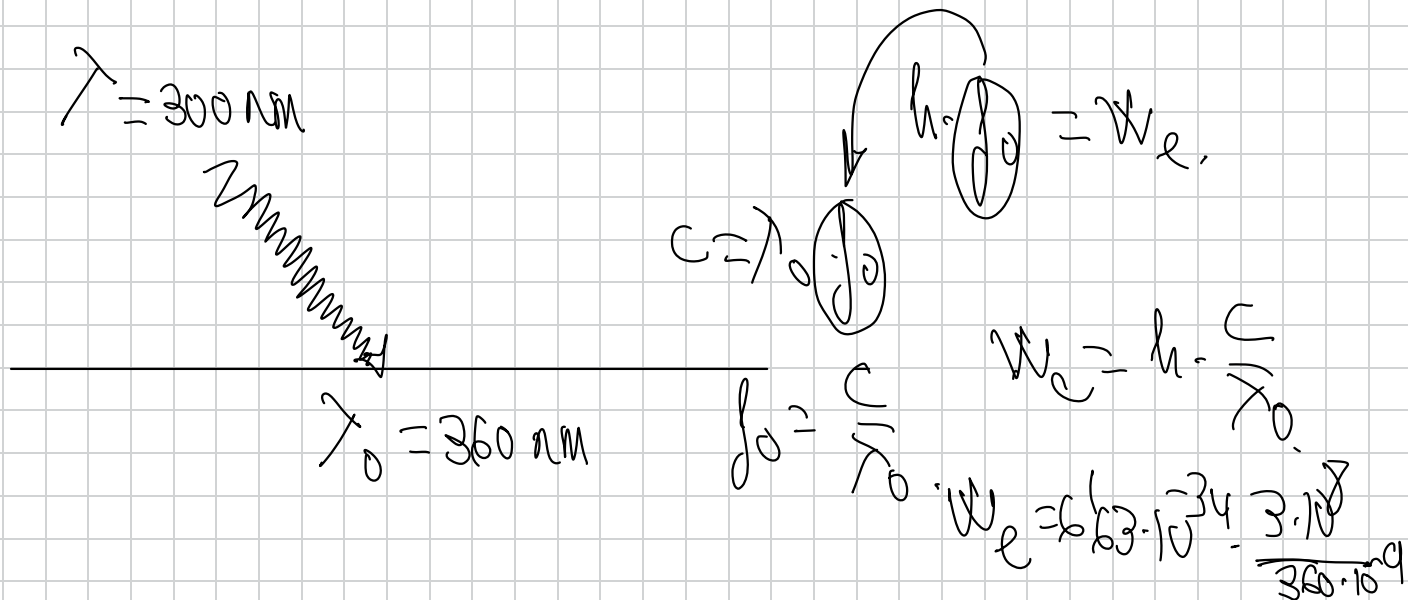
$$V = \frac{E_C}{e} = \frac{7.78 \cdot 10^{-20} \text{ J}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 0.48 \text{ V}$$

8.- Se hacen incidir sobre una placa metálica rayos ultravioleta de 300 nm. Si la longitud de onda umbral es de 360 nm.

a) Calcular el trabajo de extracción (o función trabajo) del metal, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos, así como el potencial de frenado (o de corte)

b) Si se duplicase la intensidad de la radiación ultravioleta incidente, ¿afectaría al número de fotoelectrones emitidos?

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$



$\lambda = 300 \text{ nm}$

$\lambda_0 = 360 \text{ nm}$

$C = \lambda_0 \cdot f_0$

$h \cdot f_0 = W_e$

$W_e = h \cdot \frac{C}{\lambda_0}$

$W_e = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{360 \cdot 10^{-9}}$

$$\lambda < \lambda_0 \rightarrow E_{\text{foto}} > W_e$$

$$\underline{W_e = 5.52 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

se da el efecto fotoeléctrico
Ecuación de Einstein.

$$\lambda = 300 \text{ nm}$$

$$E_{\text{foto}} = W_e + E_{ce^-}$$

$$c = \lambda \cdot f$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$h \cdot \textcircled{f} = W_e + E_{ce^-}$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_e + E_{ce^-}$$

$$E_{e^-} = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_2$$

$$E_{e^-} = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} - 5.52 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{e^-} = 1.11 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{e^-} = e \cdot V_c \quad V_c = \frac{E_c}{e} = \frac{1.11 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 0.69 \text{ V}$$

b) Si se duplicase la intensidad de la radiación ultravioleta incidente, ¿afectaría al número de fotoelectrones emitidos?

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



$\uparrow I \Rightarrow \uparrow \text{n}^\circ \text{ fotones} \Rightarrow$

$\downarrow$
Se duplicaría
el n.º de
fotoelectrones
emitidos

5.- El cátodo metálico de una célula fotoeléctrica se ilumina simultáneamente con dos radiaciones monocromáticas $\lambda_1=228 \text{ nm}$ y $\lambda_2=524 \text{ nm}$. El trabajo de extracción de un electrón de este cátodo es $W = 3,40 \text{ eV}$.

- ¿Cuál de las radiaciones produce efecto fotoeléctrico?. Razona la respuesta.
- Calcula la velocidad máxima de los electrones emitidos.
- ¿Cómo variaría dicha velocidad al aumentar la intensidad de la radiación luminosa incidente?. ¿y al aumentar su frecuencia?. ¿Y al disminuir su longitud de onda?

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

$$W_e = 3,40 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 5,44 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{fotón } 1} = h \cdot f_1 = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{228 \cdot 10^{-9}} = 8,72 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$8'72 \cdot 10^{-19} \text{ J} > 5'44 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

↓ si da da.

$$E_{\text{pot}2} = h \cdot f_2 = h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{524 \cdot 10^{-9}} = 3'79 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$3'79 \cdot 10^{-19} \text{ J} < 5'44 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Nu da da.

b)

$$E_{\text{photon}} = W_e + E_{e^-}$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = W_e + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - W_e = \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \left(h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - W_e \right)}{m_e}}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot \left(663 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{228 \cdot 10^{-9}} - 554 \cdot 10^{-19} \right)}{911 \cdot 10^{-31}}}$$

$$v_e = \left(843 \cdot 10^5 \text{ m/s} \right)$$

línea para el mismo material

$$h \cdot f = \boxed{W_e} + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

h

$$h. \quad \vec{c} = \vec{v}_e + \frac{1}{2} m_e \cdot \vec{v}_e^2$$

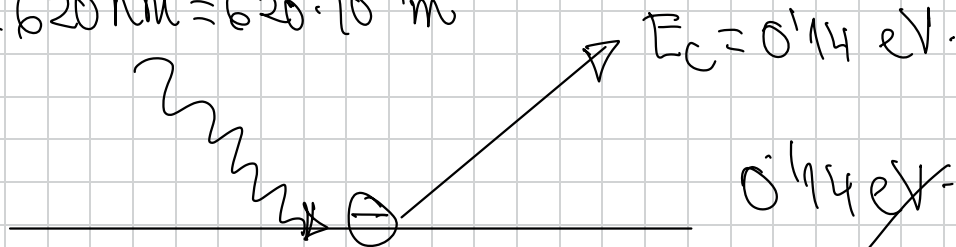
40.- Al incidir luz de longitud de onda 620 nm en la superficie de una fotocélula, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es de 0,14 eV.

a) Determine la función trabajo del metal y el potencial de frenado que anula la fotoemisión

b) Explique, con la ayuda de una gráfica, cómo varía la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos al variar la frecuencia de la luz incidente.

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

a) $\lambda = 620 \text{ nm} = 620 \cdot 10^{-9} \text{ m}$



$$0.14 \text{ eV} = \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}}$$

$$E_c = 2.24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$E_c = e \cdot V_c$$

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_c \cdot e$$

$$h \cdot f = W_e + E_c \cdot e$$

$$C = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

$$h \cdot \frac{C}{\lambda} = W_e + E_{ce^-}$$

$$W_e = h \cdot \frac{C}{\lambda} - E_{ce^-}$$

$$W_e = 6.6 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{620 \cdot 10^{-9}} - 2.124 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$W_e = 2.198 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$V_c = \frac{E_c}{e} = \frac{2.124 \cdot 10^{-20} \text{ J}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$$

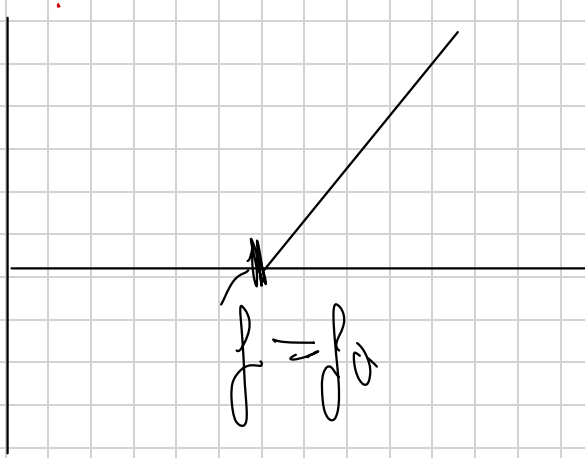
$$V_c = 0.134 \text{ V}$$

b)

$$E_{\text{total}} = W_e + E_{ce^-}$$

$$h \cdot f = W_e + E_{ce^-}$$

$$F_{ce} = hf - \phi_k,$$



4.- HIPÓTESIS DE DE BROGLIE. ASPECTO ONDULATORIO DE LA MATERIA.

pag 185.

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

$$p = m \cdot v = \left| \text{Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \right|$$

↓
momento lineal o

cantidad de movimiento

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

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{663 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{663 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \boxed{10^{-36} \text{ m}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{m_{e^-} \cdot v} = \frac{663 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 6 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \boxed{121 \cdot 10^{-10} \text{ m}}$$

E_{gesamt}

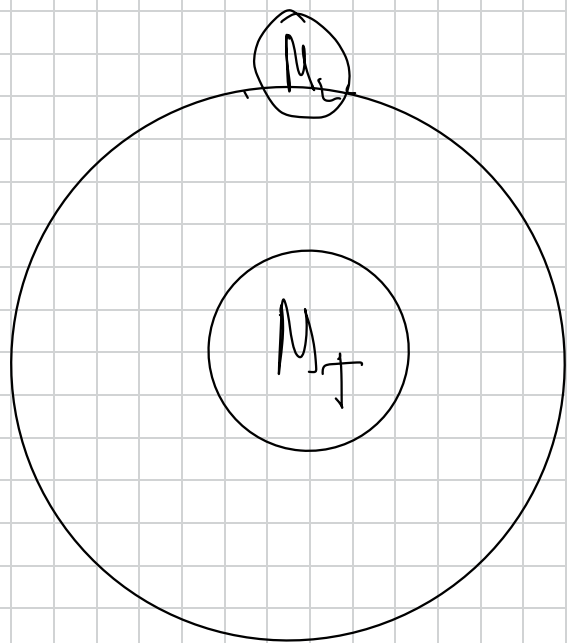
$$E = m \cdot c^2$$

$$h \cdot f = m \cdot c^2$$

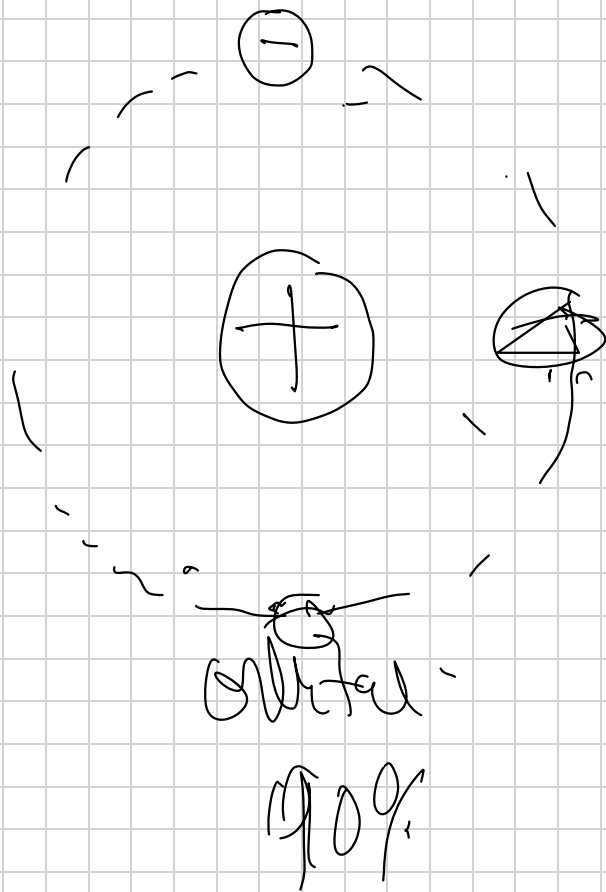
$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = m \cdot c$$

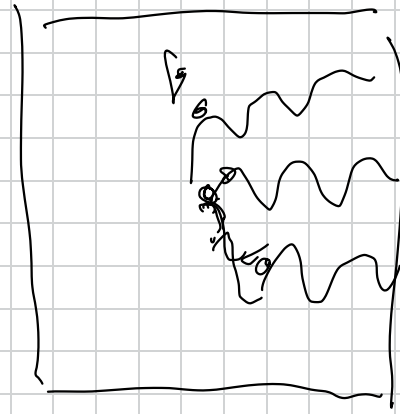
$$\lambda = \frac{h}{m \cdot c}$$

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

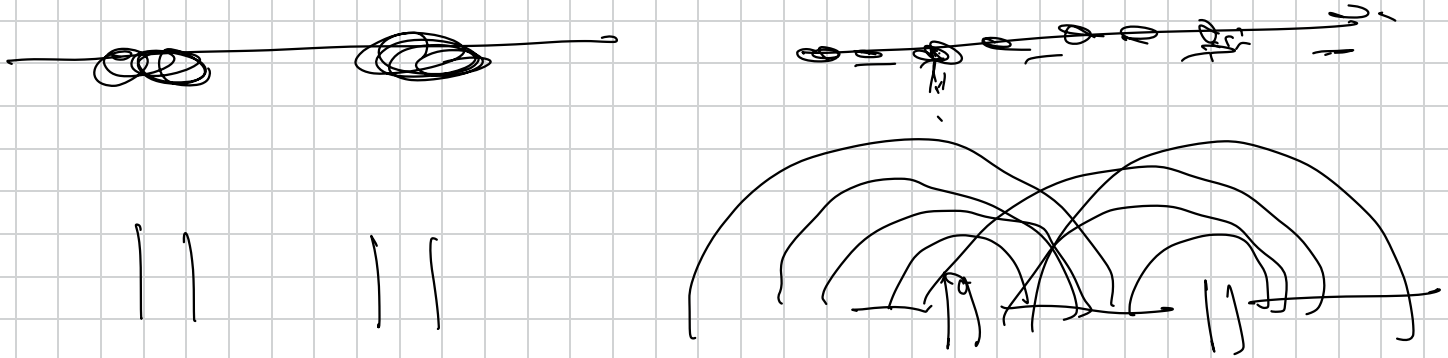


órbita

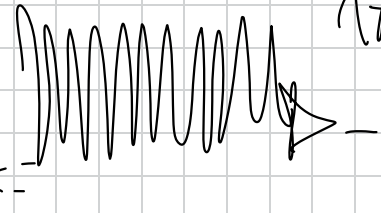




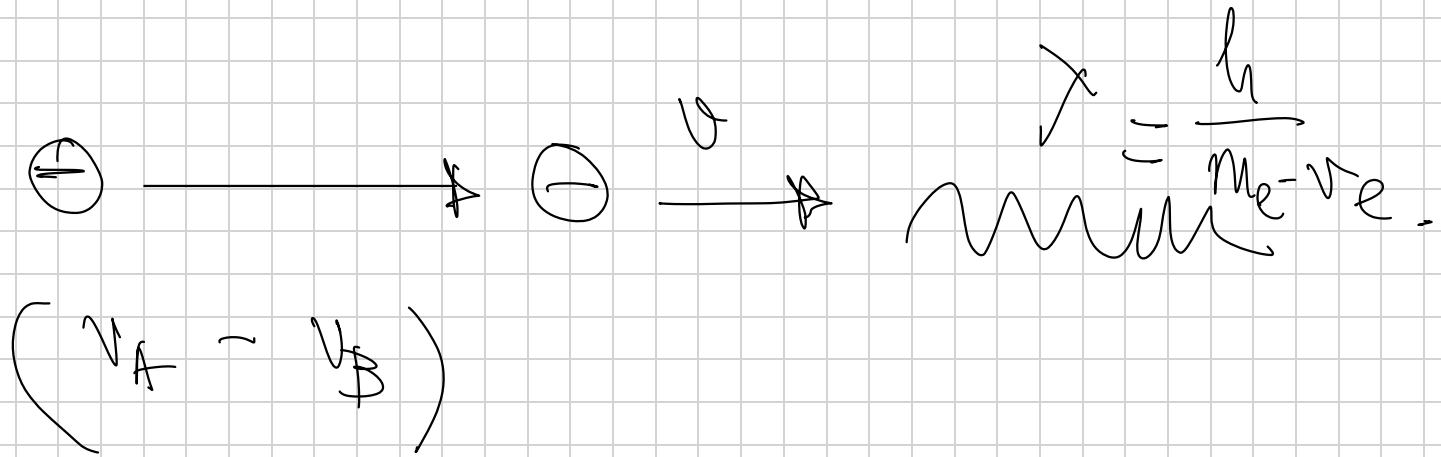
Exito de la doble rendija.



Microscopio electrónico



$$1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$$



13.- Un haz de electrones es acelerado por una diferencia de potencial de 0,1 KV

a) Haga un análisis energético del proceso y calcule la longitud de onda de los electrones tras ser acelerados, indicando las leyes físicas en las que se basa.

b) Repita el apartado anterior para el caso de protones y calcule la relación entre las longitudes de onda obtenidas en ambos apartados

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m_p = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$



$$\lambda_e = \frac{h}{m_e \cdot v_e}$$

$$-\Delta E_p = \overbrace{W_{A \rightarrow B} = \Delta E_{CA \rightarrow B}}^{\text{Princípio de conservação de la E.}}$$

Hipótesis de De Broglie →

$$q \cdot (v_A - v_B) = \frac{1}{2} m v_e^2 - \cancel{\frac{1}{2} m v_0^2}$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2q \cdot (V_A - V_B)}{m_e}}$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v_e}$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot \sqrt{\frac{2q(V_A - V_B)}{m_e}}}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{\frac{2q(V_A - V_B) \cdot m_e}{m_e}}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{\sqrt{2q(V_A - V_B) \cdot m_e}}$$

$$= \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 100 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31}}}$$

$$\lambda_e = 1.23 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 1.23 \text{ \AA}$$

$$\lambda_p = \frac{h}{\sqrt{2 q (V_A - V_B) \cdot m_p}} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{\sqrt{2 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 100 \cdot 1.6 \cdot 10^{-27}}}$$

$$\lambda_p = 2.93 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_p} = \frac{\frac{1}{h} \sqrt{2q \cdot (V_A - V_D) \cdot m_p}}{\sqrt{2q \cdot (V_A - V_D) \cdot m_p}}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_p} = \sqrt{\frac{m_p}{m_e}}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_p} = 41'93$$

$$\lambda_e = 41'93 \lambda_p$$

2.- Una emisora de radio de AM transmite una onda electromagnética (formada por corpúsculos llamados fotones) con una frecuencia de $665 \cdot 10^3$ Hz, mientras que una emisora de FM lo hace a $99,75 \cdot 10^8$ Hz. ¿Cuántos fotones de AM necesitamos para lograr una energía igual a la de un fotón de FM?. $h=6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s

$$E_{\text{fotón AM}} = h \cdot f_{\text{AM}}$$

$$E_{\text{fotón FM}} = h \cdot f_{\text{FM}}$$

$$n \cdot E_{\text{fotón AM}} = E_{\text{fotón FM}}$$

$$n \cdot h \cdot f_{\text{AM}} = h \cdot f_{\text{FM}}$$

$$n = \frac{f_{\text{FM}}}{f_{\text{AM}}} = 15.000 \text{ fotones.}$$

Cada pregunta

4.- El material fotográfico suele contener Bromuro de plata, que se impresiona con fotones de energía superior a $1,7 \cdot 10^{-19}$ J.

a) ¿Cuál es la frecuencia y la longitud de onda del fotón que es justamente capaz de activar una molécula de Bromuro de Plata?

b) Calcule el número de fotones emitidos por segundo por una antena de televisión que emite a 100 MHz con una potencia de 50 KW, indicando cuál será la energía de cada uno de esos fotones.

c) La luz visible tiene una longitud de onda comprendida entre $380 \cdot 10^{-9}$ m y $780 \cdot 10^{-9}$ m. Explique el hecho de que una luciérnaga, que emite luz visible de intensidad despreciable, pueda impresionar una película fotográfica, mientras que no puede hacerlo la radiación procedente de la antena de televisión del apartado b)

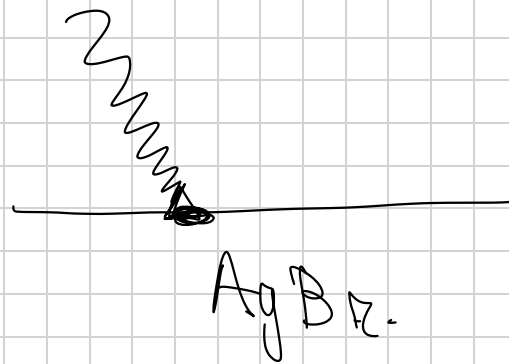
$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$E_{\text{fotón}} = 1,7 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f$$

$$f = \frac{E_{\text{fotón}}}{h} = \frac{1,7 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}$$



$$\boxed{f = 256 \cdot 10^4 \text{ Hz.}}$$

$$c = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{256 \cdot 10^4 \text{ Hz.}} = \underline{\underline{117 \cdot 10^6 \text{ m}}}$$

b)

$$P = \frac{W_{\text{el}} E.}{t.}$$

$$50 \text{ kW} = 50 \cdot 10^3 \text{ W}$$

$$50 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$5 \cdot 10^4 \text{ J}$ de E emite
cada s.



$$E_{\text{total}} = n \cdot [h \cdot f]$$

cada s

n = de fotones
cada s.

$f = 100 \text{ MHz} = 10^8 \text{ Hz}$

$$E_{\text{fot}} = h \cdot f$$

fotón TV

$$E_{\text{fot}} = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 10^8$$

$$E_{\text{fot}} = 6.63 \cdot 10^{-26} \text{ J}$$

$$5 \cdot 10^4 \text{ J} = n \cdot 6.63 \cdot 10^{-26} \text{ J}$$

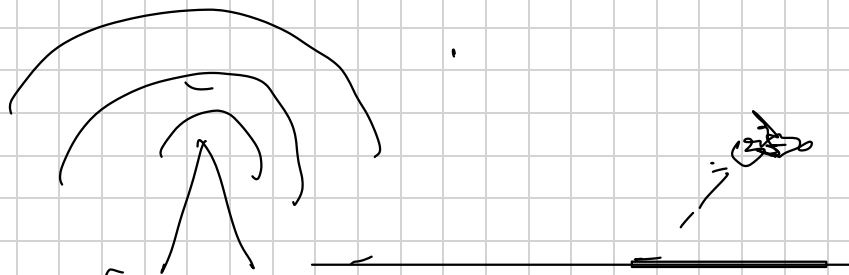
$$n = \frac{5 \cdot 10^4 \text{ J/s}}{6.63 \cdot 10^{-26} \text{ J/fot}} =$$

$$n = 7.54 \cdot 10^{29} \text{ fotones/s}$$

uno de esos fotones.

c) La luz visible tiene una longitud de onda comprendida entre $380 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ y $780 \cdot 10^{-9} \text{ m}$. Explique el hecho de que una luciérnaga, que emite luz visible de intensidad despreciable, pueda impresionar una película fotográfica, mientras que no puede hacerlo la radiación procedente de la antena de televisión del apartado b)

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$



$$10^8 \text{ Hz} \prec 2,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$380 \cdot 10^{-9}$$

$$780 \cdot 10^{-9}$$

$$\prec 1,17 \cdot 10^6$$

Impresiona.

3.- a) ¿Cuánta energía transporta un fotón medio de luz visible con una longitud de onda de $5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$?

b) ¿Cuál será el número de fotones de luz visible emitidos por segundo por una lámpara de 100 W que emite el 1% de su potencia en la región visible?.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s} \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$a) E = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 3,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b)

$$100 \text{ W} = 100 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$\xrightarrow{1\%} 1 \text{ W}$$

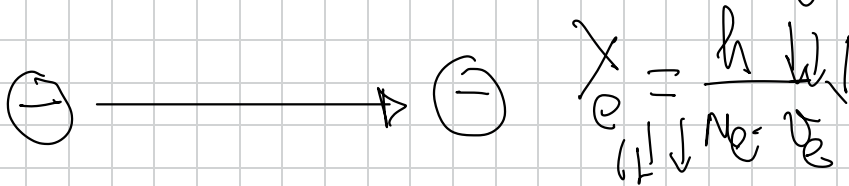
$$\boxed{1 \frac{\text{J}}{\text{s}}} \rightarrow E_{\text{total}}$$

$$n \cdot [E_{\text{fotón visible}}] = [1 \text{ J}]$$

$$\textcircled{n} \cdot 3197 \cdot 10^{-19} = \textcircled{15}$$

$$n = \frac{18/s}{3197 \cdot 10^{-19}} = \underline{\underline{252 \cdot 10^{18} \text{ fotones/s}}}$$

$\swarrow$ fotón

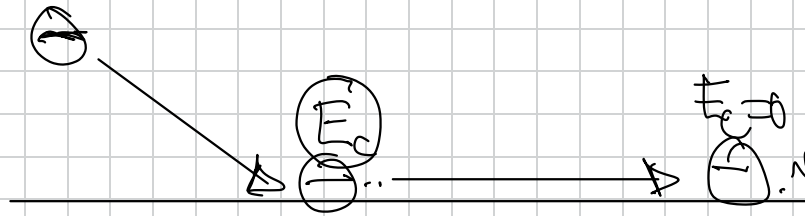


$$\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e}$$

43.- a) En un microscopio electrónico se aplica una diferencia de potencial de 20 kV para acelerar los electrones. Determine la longitud de onda de los fotones de rayos X de igual energía que los electrones.

b) Un electrón y un neutrón tienen igual longitud de onda de De Broglie. Razone cuál de ellos tiene mayor energía.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}, c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}.$$



$$V_A - V_B = 20 \text{ kV}$$

$$V_A - V_B = 20 \cdot 10^3 \text{ V}$$

$$V_A - V_B = 2 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$C = \int_{x_{\text{acc}}}^{\infty} \int_{y_{\text{acc}}}^{\infty} \int_{z_{\text{acc}}}^{\infty} dx dy dz$$

$$E = h \cdot \int_{x_{\text{acc}}}^{\infty} \int_{y_{\text{acc}}}^{\infty} \int_{z_{\text{acc}}}^{\infty} dx dy dz$$

$$E_{\text{total}} = h \cdot \frac{C}{\lambda}$$

$$W_{A \rightarrow B} = \Delta E_{A \rightarrow B}$$

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

$$E_{\text{total}} = h \cdot \frac{C}{\lambda}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{q \cdot (V_A - V_B)} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 10^4} = 6.22 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

b) Un electrón y un neutrón tienen igual longitud de onda de De Broglie. Razone cuál de ellos tiene mayor energía. *cinética*

Quiero
comparar la E_c

$$m_p \approx m_n \gg \gg m_e$$

$\rightarrow E_c = \frac{1}{2} m v^2$ (tengo que conseguir una expresión de la E_c en función de la λ asociada)

preferentemente se
 sustituye la v
 para poder
 comparar las masas

$\lambda = \frac{h}{m(v)}$

$E_c = \frac{1}{2} m (v)^2$

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

$E_c = \frac{1}{2} m \cdot \left(\frac{h}{m \cdot \lambda} \right)^2$

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{m^* \cdot \lambda^2},$$

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

$m_n > m_e$
 $\rightarrow E_c < E_{ce}$

Cd electron free energy E_c .

47.- Razone si la longitud de onda de de Broglie de los protones es mayor o menor que la de los electrones en los siguientes casos:

a) Ambos tienen la misma velocidad.

b) Ambos tienen la misma energía cinética.

pag 207.

a)

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \rightarrow \text{misma } v.$$

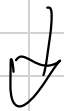
$$m_p > m_e \rightarrow \lambda_p < \lambda_{e^-}$$

b)

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

obtengo λ en función de la Ec. preferentemente

quero encontrar
o λ .



$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad \text{medida } v.$$

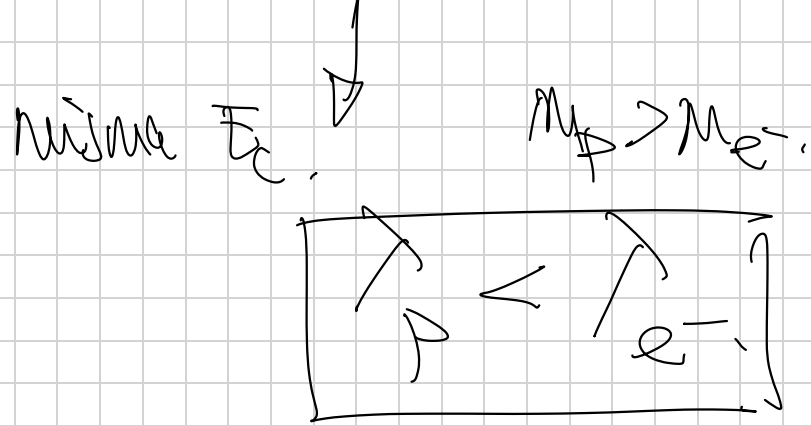
$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$

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

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot \sqrt{\frac{2E_c}{m}}}$$

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

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



12.- Una superficie de sodio iluminada con luz de longitud de onda $\lambda=10^{-8}$ m emite fotoelectrones. El trabajo de extracción del sodio es de 2,46 eV.

a) Indique el fenómeno físico que rige este proceso y haga un análisis de las transformaciones energéticas que en él se producen.

b) Calcule la energía cinética, longitud de onda y frecuencia de los fotoelectrones emitidos y la longitud de onda umbral.

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

$c=3 \cdot 10^8$ m/s.

$$\lambda = 10^{-8} \text{ m}$$



$$W_e = 2.45 \text{ eV.}$$



b)

$$W_e = 2.45 \text{ eV} \cdot \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = [3.94 \cdot 10^{-19} \text{ J}]$$

$$E_{\text{fot}} = W_e$$

$$h \cdot f_0 = W_e$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_0} = W_e$$

$$\lambda_{\text{asoc}} = \frac{h}{m_e \cdot v_e}$$

$$c = \lambda \cdot f_{e^-}$$

$$f_{e^-} = \frac{c}{\lambda_{e^-}}$$

$$c = \lambda_0 \cdot f_0$$

$$f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$$

a) Efecto fotoeléctrico
(Ver Teoría)

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{W_e} = \frac{663 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3194 \cdot 10^{-19}} = 5106 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda < \lambda_0$$

$$10^{-8} \text{ m} < 5106 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Ecuación de Einstein.

$$E_{\text{fotón}} = W_e + \boxed{E_{e^-}}$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_e + E_{e^-}$$

$$E_e = h \cdot \frac{c}{\lambda} - W_e = 663 \cdot 10^{34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{100} - 394 \cdot 10^{-14}$$

$$E_e = 1195 \cdot 10^{-17} \text{ J.}$$

$$E_e = \frac{1}{2} m v^2.$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2E_e}{m}}$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v_e.}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e \sqrt{\frac{2E_e}{m_e}}} = \frac{h}{\sqrt{\frac{2E_e m_e^2}{m_e}}} = \frac{h}{\sqrt{2E_e \cdot m_e}} =$$

$$\lambda_e = 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

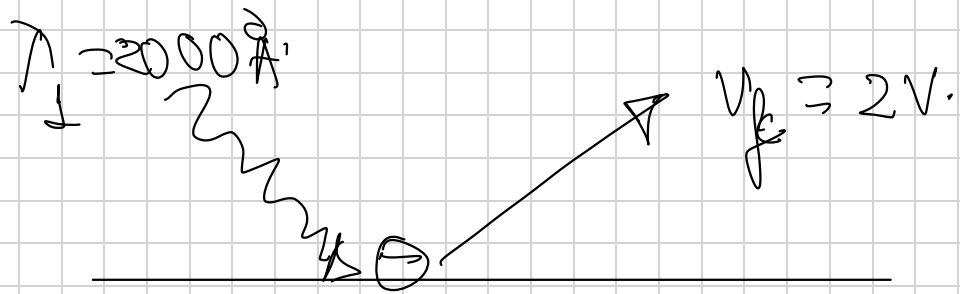
$$c = \lambda_e \cdot f_e$$

$$f_e = \frac{c}{\lambda_e} = \frac{3 \cdot 10^8}{1.11 \cdot 10^{-10}} = 2.7 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$$

10.- Al iluminar una superficie metálica con $\lambda_1 = 2000 \text{ \AA}$, el potencial de frenado de los fotoelectrones emitidos es de 2 V, mientras que si la longitud de onda es de $\lambda_2 = 2400 \text{ \AA}$, el potencial de frenado pasa a ser de 1 V. Calcular el valor de h obtenido a partir de esta experiencia, así como el trabajo de extracción del metal. $e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

h



Misma placa.



$$E_{\text{pot}} = W_e + E_{ce} -$$

$$h \cdot \frac{C}{\lambda} = \textcircled{W_e} + e \cdot V$$

↓ niska glava, niska W_e .

$$h \cdot \frac{C}{\lambda_1} = \textcircled{W_e} + e \cdot V_1 \quad \left| \quad \textcircled{W_e} = h \cdot \frac{C}{\lambda_1} - e V_1 \right.$$

$$h \cdot \frac{C}{\lambda_2} = \textcircled{W_e} + e \cdot V_2 \quad \left| \quad \textcircled{W_e} = h \cdot \frac{C}{\lambda_2} - e V_2 \right.$$

$$h \cdot \frac{C}{\lambda_1} - e V_1 = h \cdot \frac{C}{\lambda_2} - e V_2$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = e \cdot V_1 - e V_2.$$

$$h \left(\frac{c}{\lambda_1} - \frac{c}{\lambda_2} \right) = e (V_1 - V_2)$$

$$h = \frac{e(V_1 - V_2)}{\left(\frac{c}{\lambda_1} - \frac{c}{\lambda_2} \right)} = 6.4 \cdot 10^{-34} \underline{\text{J} \cdot \text{s}}.$$

$$E_{\text{fot}} = h \cdot f$$

$$f = \left(\overline{f \cdot s} \right) s^{-1}$$

42.- Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.

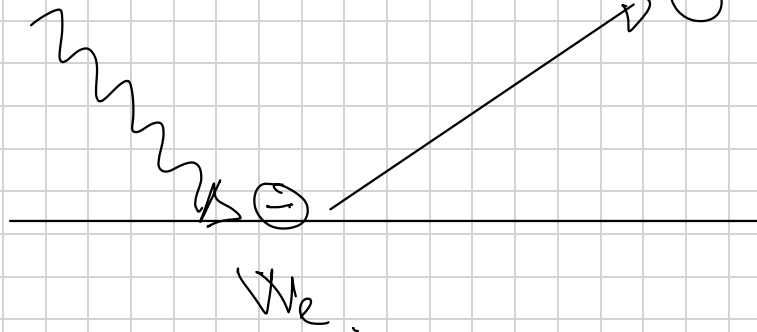
a) Determine la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.

b) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal: i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones; ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

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

a)

$$\lambda = 280 \text{ nm} = 280 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$



$$V_c$$

$$V_g = 1,3 \text{ V}$$

$$E_{\text{photon}} = W_e + E_{e-}$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_e + e \cdot V_c$$

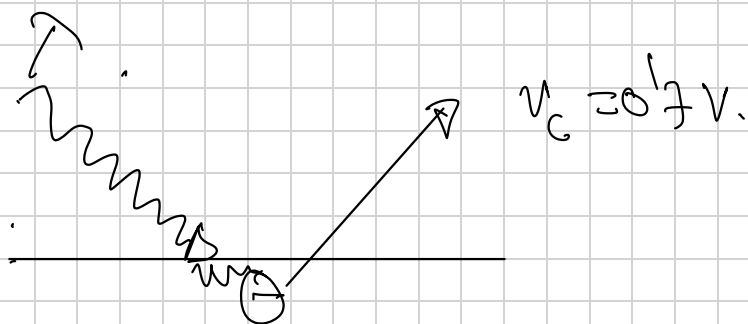
$$W_e = h \cdot f_0$$

$$f_0 = \frac{W_e}{h} = 7,69 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$W_e = h \cdot \frac{c}{\lambda} - e \cdot V_c = 5,02 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal: i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones; ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

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



$$a) \quad \downarrow E_c' = e \cdot V_c' \quad \Rightarrow \quad E_c' = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,7 = 1,12 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} - \underbrace{\phi}_{W_c} + E_c' \downarrow \Rightarrow W_c' = h \cdot \frac{c}{\lambda} - E_c' = 5,45 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

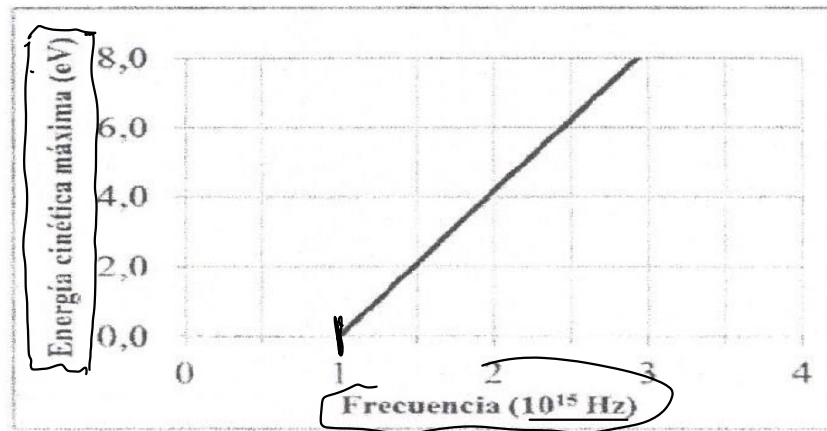
$$W_e = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_e}{h} = 9'01 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

41.-En la gráfica adjunta se representa la energía cinética máxima de los electrones emitidos por un metal en función de la frecuencia de la luz incidente sobre él.

a) ¿Cómo se denomina el fenómeno físico al que se refiere la gráfica?. Indica la frecuencia umbral del metal.

b) ¿Qué ocurre si sobre el metal incide luz de longitud de onda $0,6 \mu\text{m}$?

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



a) Efecto fotoeléctrico (ver teoría)

$$f_0 = 1 \cdot 10^{15} \text{ Hz.}$$

A partir de λ_0 se puede fotoemisión.

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$\lambda = 0.6 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$c = \lambda_0 f_0$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{1 \cdot 10^{15}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_0 < \lambda$$
$$\begin{array}{c} 3 \cdot 10^{-7} \text{ m} \\ \uparrow \\ 6 \cdot 10^{-7} \text{ m} \end{array}$$

No se da efecto fotoeléctrico
ya que $E_{fotón} < W_k$.

11.- Se llama diferencia de potencial de corte de una célula fotoeléctrica V_C , a la que hay que aplicar entre el ánodo y el fotocátodo para anular la intensidad de corriente.

a) Dibuja y comenta la gráfica que relaciona V_C con la frecuencia de la luz incidente y escribe la expresión de la ley física correspondiente.

b) ¿Dependerá la gráfica anterior del material que constituye el fotocátodo? ¿Puede determinarse la constante de Planck a partir de una gráfica experimental de V_C frente a la frecuencia de la luz incidente?. Indica cómo

A partir de la ec. de Einstein del efecto fotoeléctrico obtengo la función que quiero representar:

$$E_{\text{foto}} = W_c + E_{ce^-}$$

$$h \cdot f = W_c + e \cdot V_c.$$

$$h \cdot f - W_c = e \cdot V_c.$$

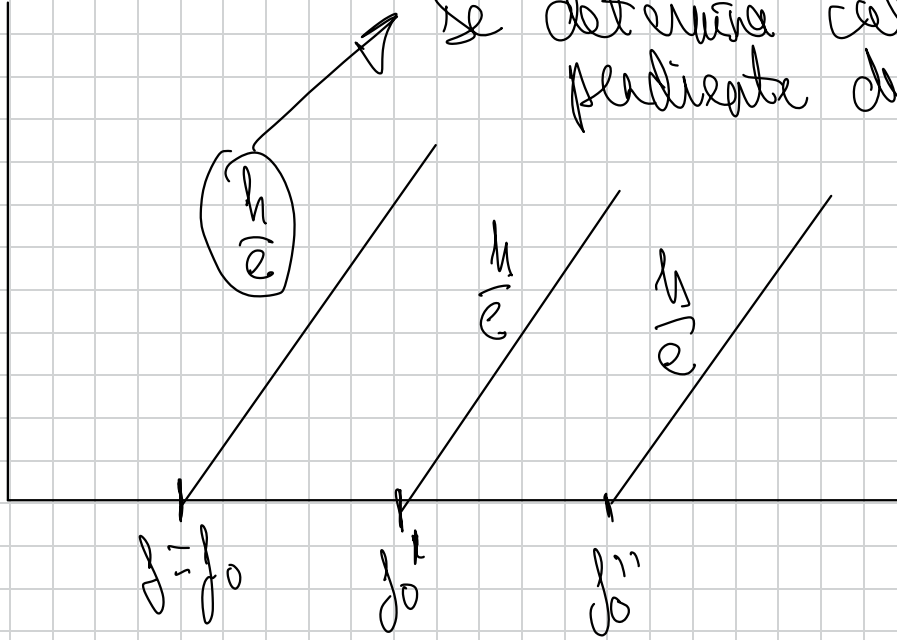
$$h \cdot f - h \cdot f_0 = e \cdot V_c$$

$$e \cdot V_c = h (f - f_0)$$

$$V_c = \left[\frac{h}{e} \right] (f - f_0) \rightarrow \text{pendiente.}$$

b)

V_c



Se determina calculando la pendiente de la recta,

↳ Si depende del material.

44.- a) ¿Cuál es la energía cinética de un electrón cuya longitud de onda de De Broglie es de 10^{-9} m?

b) Si la diferencia de potencial utilizada para que el electrón adquiriera la energía cinética se reduce a la mitad, ¿Cómo cambiaría su longitud de onda asociada?. Razone la respuesta.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$E_{ce} = \frac{1}{2} m v_e^2$$

$$\lambda_{e-} = \frac{h}{m \cdot v_e}$$

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

$$E_{ce} = \frac{1}{2} m \left(\frac{h}{m \cdot \lambda} \right)^2 = \frac{1}{2} m \cdot \frac{h^2}{m^2 \cdot \lambda^2} = \frac{h^2}{2m \lambda^2}$$

$$E_{ce} = 2,39 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

es de 10^{-10} m.

b) Si la diferencia de potencial utilizada para que el electrón adquiriera la energía cinética se reduce a la mitad, ¿Cómo cambiaría su longitud de onda asociada? Razone la respuesta.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

E_c

$(V_A - V_B)$

$W_{A+B} = \Delta E_{C \rightarrow B}$

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

$v = \sqrt{\frac{2 \cdot e(V_A - V_B)}{m}}$

$\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e}$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{m_e \cdot \sqrt{2e(V_A - V_B)}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{\sqrt{2e(V_A - V_B) \cdot m_e}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{\sqrt{2e \frac{(V_A - V_B)}{2} \cdot m_e}}$$

$$\frac{\lambda_{e^-}''}{\lambda_{e^-}} = \frac{\cancel{h}}{\sqrt{2e \frac{(V_A - V_B)}{2} m_e}} \cdot \frac{\sqrt{2e(V_A - V_B) \cdot m_e}}{\cancel{h}}$$

$$\lambda_e' = \frac{1}{\sqrt{\frac{\lambda}{2}}} \lambda_e.$$

$$\boxed{\lambda_e' = \sqrt{2} \lambda_e}.$$

pag 186.

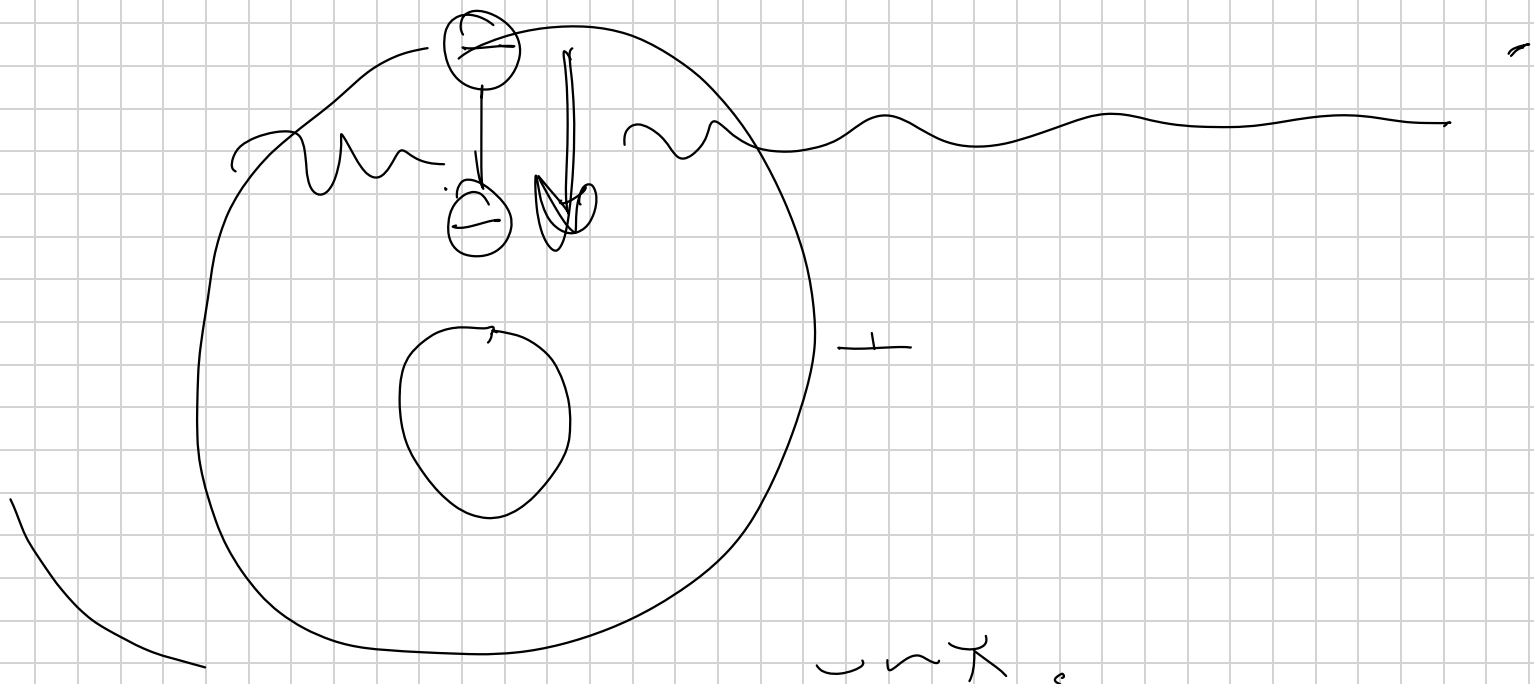
6.- PRINCIPIO DE INCERTIDUMBRE DE HEISENBERG

$$\downarrow \downarrow \nearrow \quad \lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

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

$$\downarrow \Delta x \cdot \uparrow \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\uparrow \Delta x \cdot \downarrow \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$



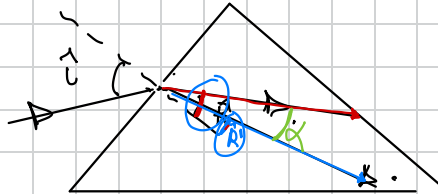
4 (12-R) Un rayo de luz incide desde el aire en una lámina de vidrio con un ángulo de 30° . Las longitudes de onda en el aire de las componentes azul y roja de la luz son, respectivamente, $\lambda(\text{azul}) = 486 \text{ nm}$ y $\lambda(\text{rojo}) = 656 \text{ nm}$.

La Luz y las ondas electromagnéticas

a) Explique con ayuda de un esquema cómo se propaga la luz en el vidrio y calcule el ángulo que forman los rayos azul y rojo. ¿Se propagan con la misma velocidad? Justifique la respuesta.

b) Determine la frecuencia y la longitud de onda en el vidrio de la componente roja.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{vidrio}}(\text{azul}) = 1,7$; $n_{\text{vidrio}}(\text{rojo}) = 1,6$

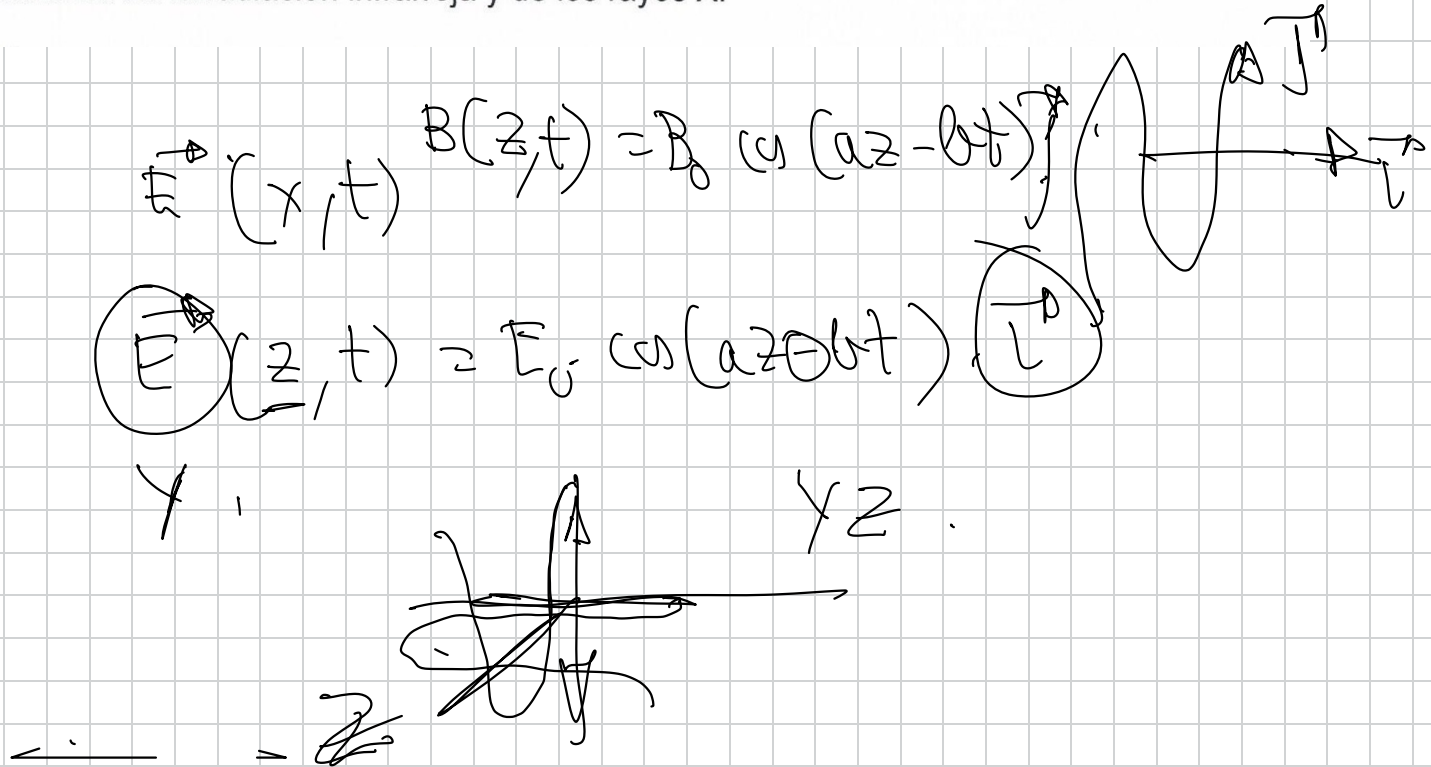


57

(15-R) a) ¿Qué es una onda electromagnética? Explique las características de una onda cuyo campo eléctrico es:

$$\mathbf{E}(z,t) = \mathbf{E}_0 \cos(az - bt)$$

b) Ordene en sentido creciente de sus longitudes de onda las siguientes regiones del espectro electromagnético: infrarrojo, rayos X, ultravioleta y luz visible y comente algunas aplicaciones de la radiación infrarroja y de los rayos X.

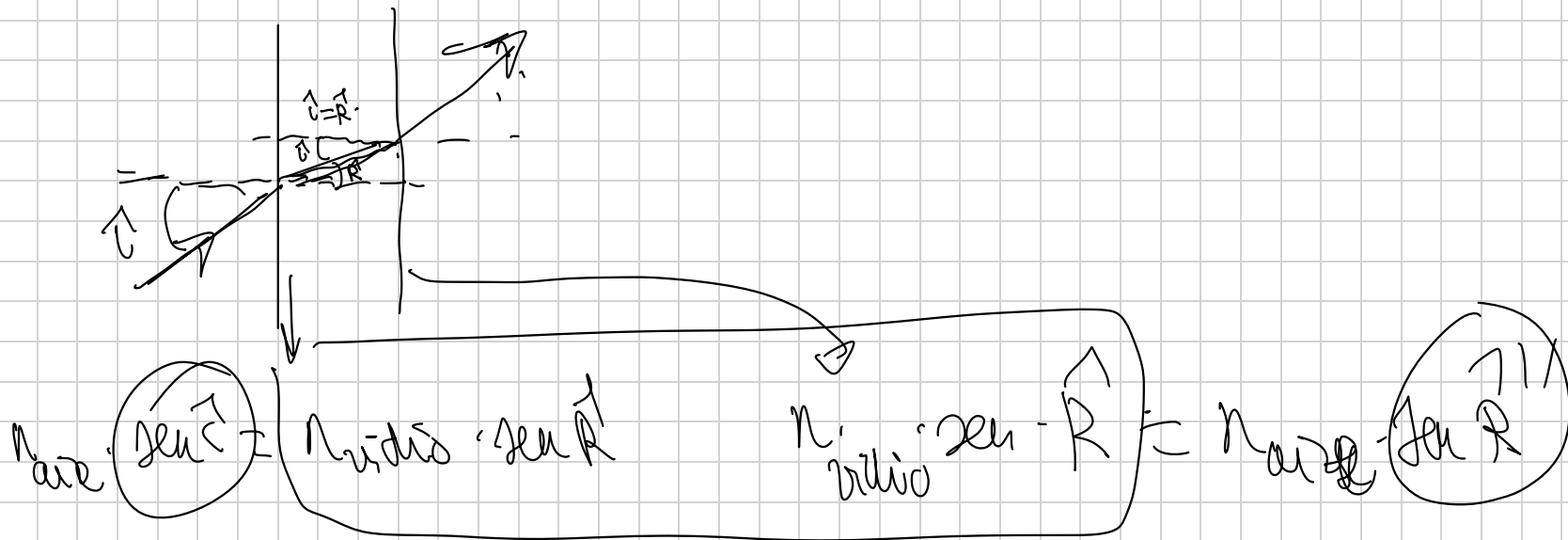


(16-R) Un rayo luminoso incide sobre el vidrio de una ventana de índice de refracción 1,4.

(a) Determine el ángulo de refracción en el interior del vidrio y el ángulo con el que emerge, una vez que lo atraviesa, para un ángulo de incidencia de 20° .

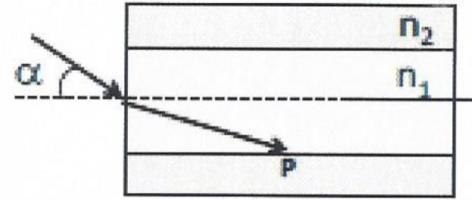
(b) Sabiendo que el vidrio tiene un espesor de 8 mm, determine la distancia recorrida por la luz en su interior y el tiempo que tarda en atravesarlo.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}; n_{\text{aire}} = 1$$



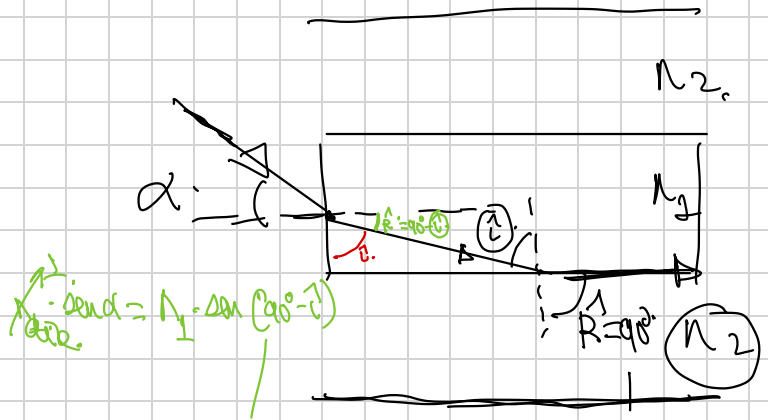
19-E) a) El índice de refracción de un vidrio es mayor que el del aire. Razone cómo cambian las siguientes magnitudes al pasar un haz de luz del aire al vidrio: frecuencia, longitud de onda, y velocidad de propagación.

b) Un rayo de luz de longitud de onda en el vacío de $6,5 \cdot 10^{-7}$ m incide desde el aire sobre el extremo de una fibra óptica, formando un ángulo α con el eje de la fibra (ver figura), siendo el índice de refracción dentro de la fibra $n_1=1,5$. La fibra está recubierta de un material de índice de refracción $n_2=1,4$. Determine:



(i) La longitud de onda de la luz dentro de la fibra. (ii) El valor máximo del ángulo α para que se produzca reflexión total interna en el punto P.

$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$



$$1 \cdot \sin(\theta) = n_1 \cdot \sin(\theta)$$

$$n_1 \cdot \sin(\theta) = n_2 \cdot \sin(R)$$

- 15.- Un grano de arena de masa 1 mg se mueve con una velocidad de $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Si la incertidumbre en su posición es de 10^{-7} m . ¿Cuál será la incertidumbre en la velocidad?
Dar una interpretación del resultado obtenido.

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

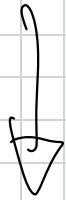
$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$v = 20 \text{ m/s}$$

$$\Delta x = 10^{-7} \text{ m}$$

$$p = m \cdot v$$

$$m = 1 \text{ mg} = 10^{-3} \text{ g} = 10^{-6} \text{ kg}$$



$$\Delta p = m \cdot \Delta v$$

$$\Delta x \cdot m \cdot \Delta v \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v \geq \frac{h}{4\pi m \Delta x} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{4\pi \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-7}} \approx 5.28 \cdot 10^{-22} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\Delta v \geq \underline{5.28 \cdot 10^{-22} \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

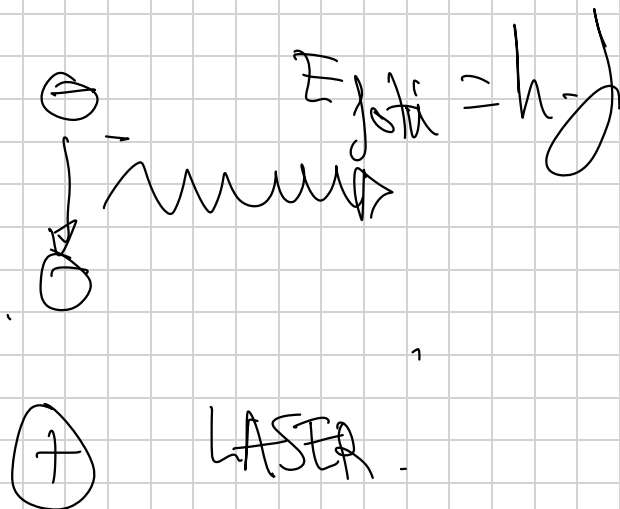
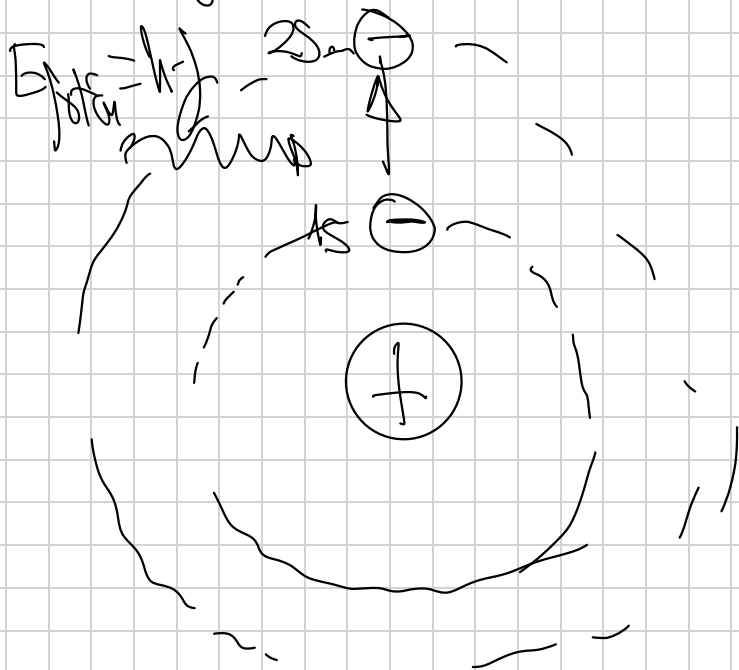
$$20 \text{ M/s} \pm 10 \text{ M/s}$$

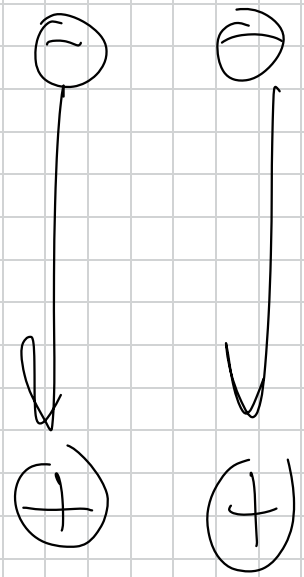
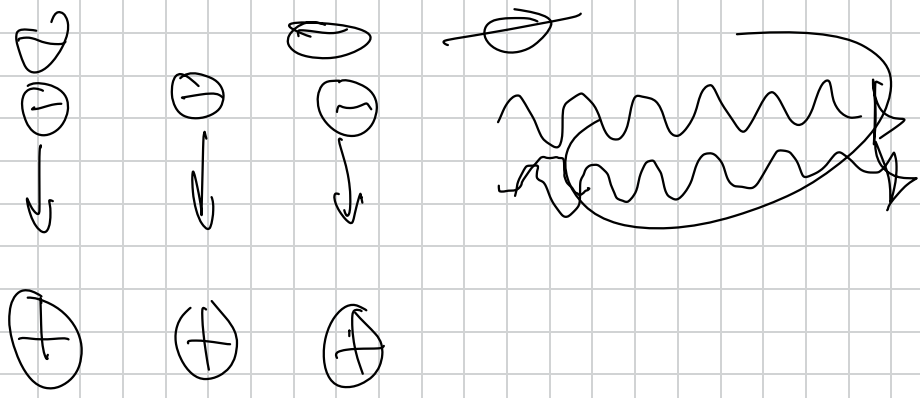
$$20 \text{ M/s} \pm 5.28 \cdot 10^{-22} \text{ M/s}$$

Determinismo, hay certeza en el
valor de su velocidad.

4.- ESPECTROS ATÓMICOS. NIVELES DE ENERGÍA EN LOS ÁTOMOS

Pag 184.





Hand-drawn text on grid paper, possibly representing a mathematical expression or a label.

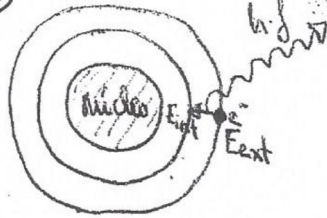
Hand-drawn text on grid paper, possibly representing a mathematical expression or a label.

16.- Un electrón salta desde un nivel de energía más externo a otro más interno entre los que existe una diferencia de energía de $1,5 \cdot 10^{-15}$ J. ¿Absorbe o emite energía? . ¿Cuál es la frecuencia de la radiación?

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$E = h \cdot f$$

(16)



El electrón emitirá energía ya que $E_{\text{ext}} > E_{\text{int}}$.

$$E_{\text{ext}} - E_{\text{int}} = h \cdot f$$

$$f = \frac{E_{\text{ext}} - E_{\text{int}}}{h} = \frac{1,5 \cdot 10^{-15}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 2,26 \cdot 10^{18} \text{ Hz}$$

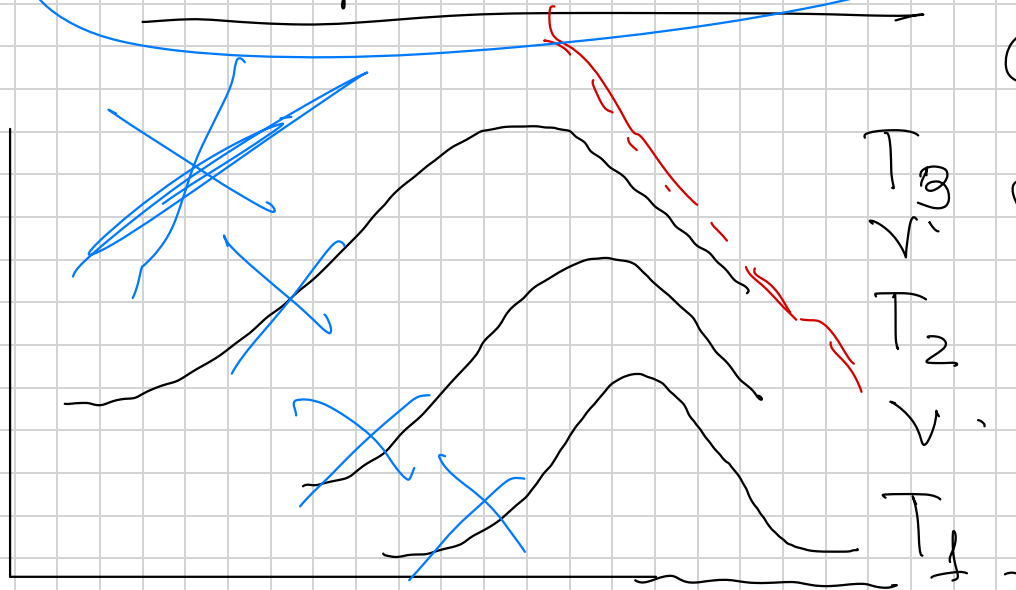
Cuando el electrón se encuentra describiendo cada una de esas órbitas, no absorbe ni emite energía. Sin embargo, si está en una órbita más externa (de mayor nivel energético), tenderá espontáneamente a pasar a una órbita más interna (de menor nivel energético), emitiendo la diferencia de energía entre ambos niveles (se tiende al estado de mínima energía).

pag 181. Radiación del cuerpo negro

Catástrofe del ultravioleta

$$E = h \cdot f$$

Intensidad
de la
radiación



Violeta

$$c = \lambda \cdot f$$

UV

~~UV~~

> 45.-a) ¿Cuál es la energía de un fotón cuya cantidad de movimiento es la misma que la de un neutrón de energía 4 eV?

b) ¿Cómo variaría la longitud de onda asociada al neutrón si se duplicase su energía?

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}, e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}.$$

Neutrón
A ver qué la
↑ del neutrón.

$p = m \cdot v$
 ~~$\lambda = \frac{h}{p}$~~
P
↓
misma p.
implica
tener la
misma λ .

fotón.
 $E_{\text{fotón}} = h \cdot f$
 $E_{\text{fotón}} = h \cdot \frac{c}{\lambda}$



$$E_n = 4 \text{ eV} = E_c.$$

Arriba de λ

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2, \quad \lambda = \frac{h}{m \cdot v}.$$

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

$$E_c = \frac{1}{2} m \left(\frac{h}{m \lambda} \right)^2.$$

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

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

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 m E_c}}.$$

$$E_{\text{photon}} = h \cdot f$$

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \cancel{\lambda}$$

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \frac{c}{h \sqrt{2mE_c}}$$

$$E_{\text{photon}} = c \cdot \sqrt{2mE_c} = 14 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

b) ¿Cómo variaría la longitud de onda asociada al neutrón si se duplicase su energía?

$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.

$$E_n = \frac{1}{2} m v_n^2$$

Obtengo λ en función de E_n .

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 m_n E_n}}$$

obtenida en el apartado anterior.

$$\lambda' = \frac{h}{\sqrt{2 m_n \cdot 2 E_n}}$$

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{\frac{h}{\sqrt{2 m_n \cdot 2 E_n}}}{\frac{h}{\sqrt{2 m_n E_n}}}$$

$$\frac{x^2}{x} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$x' = \sqrt{2} x$$