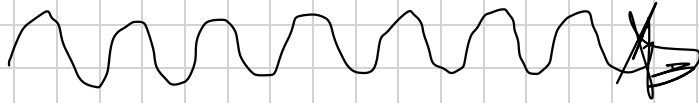


FÍSICA CUÁNTICA.

Cuántica.

Hipótesis de Planck.



Cuántos de E .

$$E = h \cdot f$$

$h \Rightarrow$ de Planck,

$$\boxed{h = 6.625 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}$$

~~$$\boxed{E = h \cdot f}$$~~

~~$$\boxed{E = h \cdot \nu}$$~~

~~$$\boxed{E = h \cdot \omega}$$~~

~~$$\boxed{J \in}$$~~

~~$$\boxed{J \in}$$~~

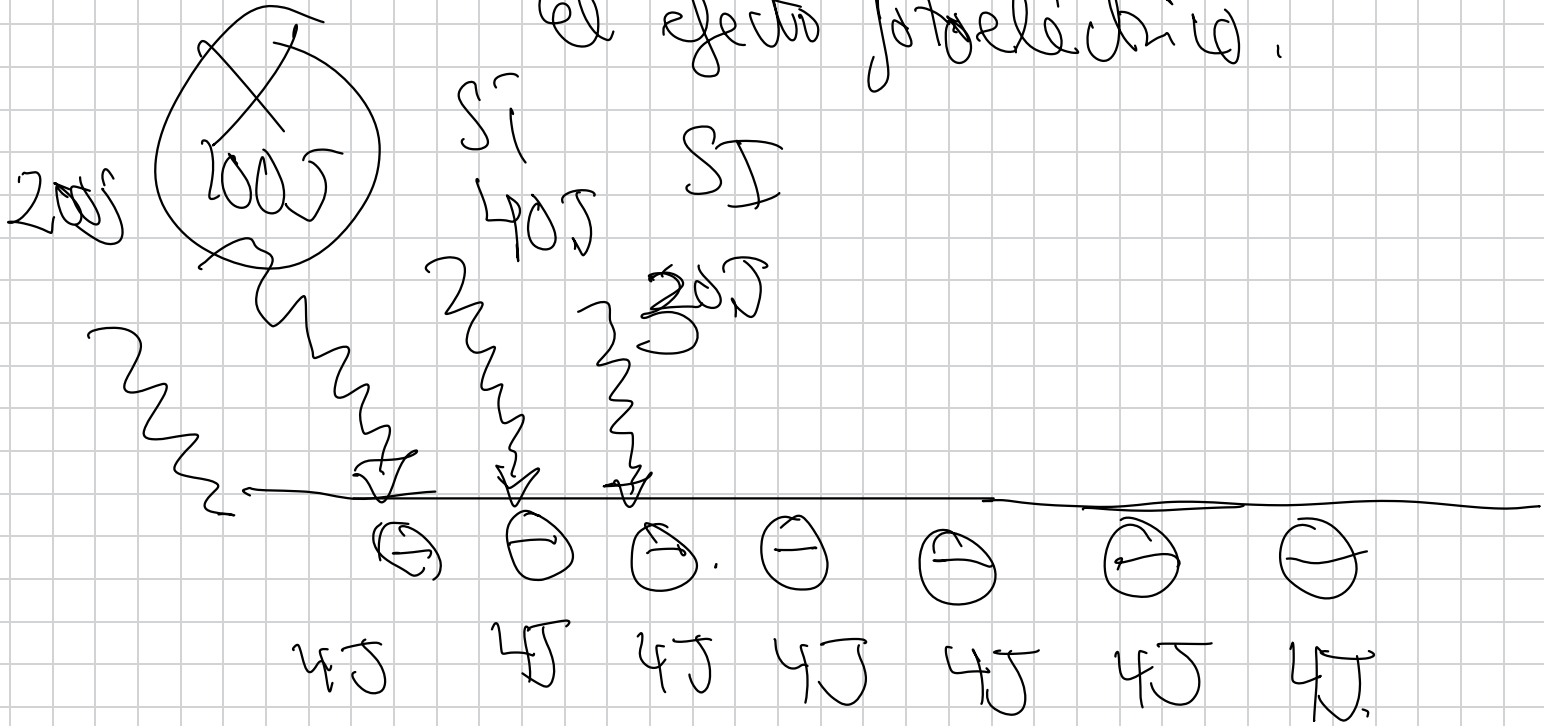
~~$$\boxed{J \in}$$~~

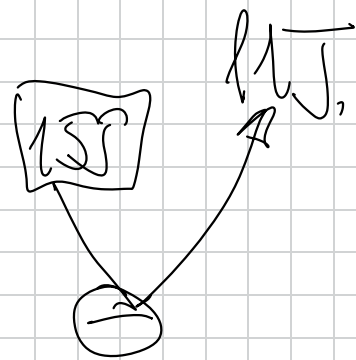
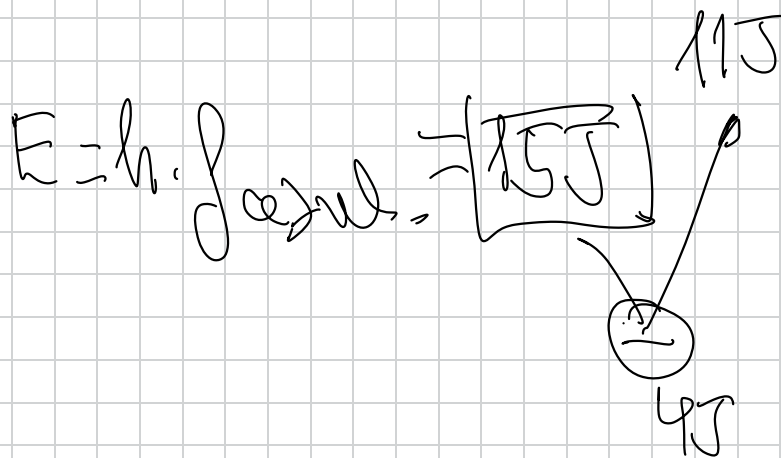
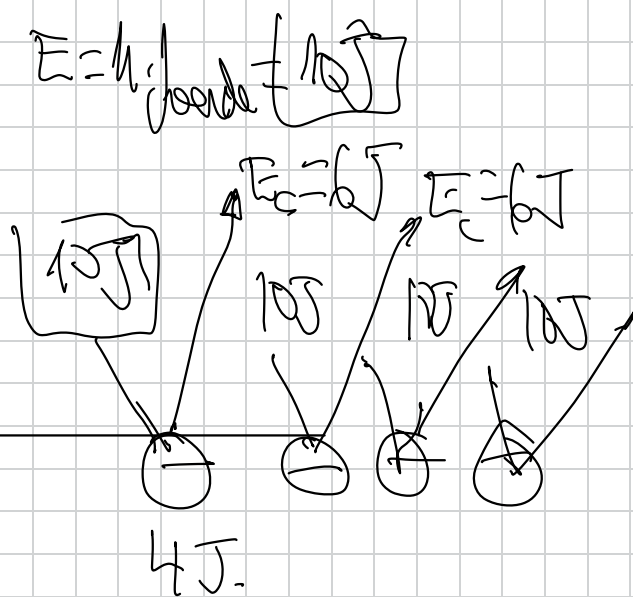
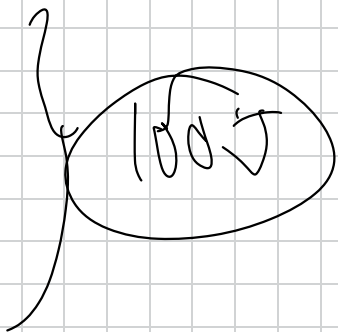
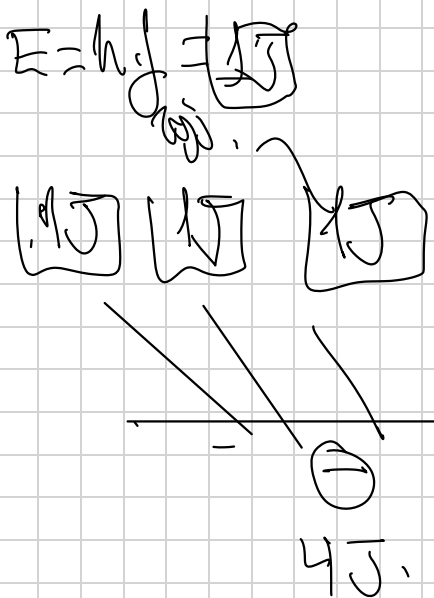
~~$$\boxed{J \in}$$~~

~~$$22/3$$~~

~~$$6$$~~

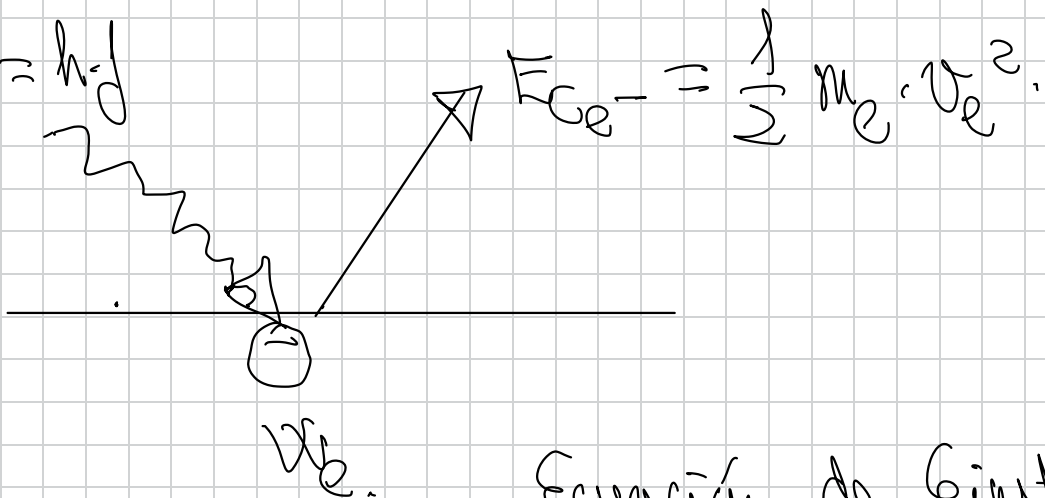
Q efecto fotoeléctrico.





hipótesis de Planck.

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f$$



Ecuación de Einstein.

* $\boxed{E_{\text{fotón}} > W_e}$

Emisión fotoeléctrica

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_{e-}$$
$$h \cdot f = W_e + \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2$$

* $\boxed{E_{\text{fotón}} = W_e}$

$f > f_0$ Produce
efecto fotoeléctrico

$f < f_0$ No produce
efecto fotoeléctrico.

$$E_{\text{fotón}} = W_0$$

$$h \cdot \textcircled{f_0} = W_0.$$

frecuencia umbral.

$$c = \lambda \cdot f$$

$$c = \lambda \cdot \textcircled{f_0}$$

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

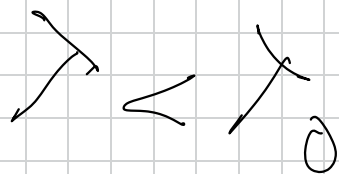
$$h \cdot \textcircled{f_0} = W_0.$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_0} = W_0.$$



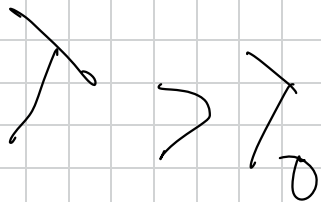
lungimea de
candă undă.


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



$E_{\text{fot}} > W_e$
Se va emite

$$\left[h \cdot \frac{c}{\lambda} \right] = W_e$$



$E_{\text{fot}} < W_e$
Nu va emite.

$E_{\text{fot}} \uparrow$

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

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.

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

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

$$h \cdot f_0 = W_e$$

$$f_0 = \frac{W_e}{h}$$

$\oplus$

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

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{312 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 4.72 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$f > f_0$$

$f > 4.72 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ produces
effect of photoelectric

$$(E_{\text{photon}} > W_0)$$

$$E_{\text{foto}} = W_e.$$

$$h \cdot f_0 = W_e.$$

$$c = \lambda_0 \cdot f_0.$$

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

↑
Hipótese de
Planck.

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



$$\lambda < \lambda_0.$$

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{W_e} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3.12 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\lambda < 6.21 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda_0 = 6.21 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

b)

$$\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Inula

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

$$\lambda < \lambda_0$$

$$E_{\text{fotón}} > \phi_0 \Rightarrow$$

Efecto
fotoeléctrico.

$$\lambda = 5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$



Ecuación de Einstein.

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

$$c = \lambda \cdot f$$

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

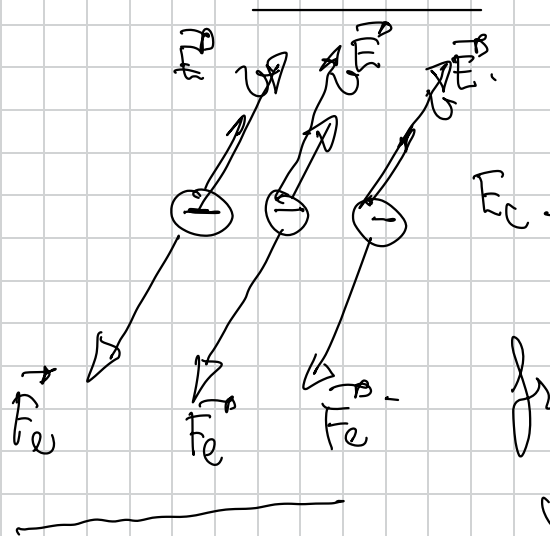
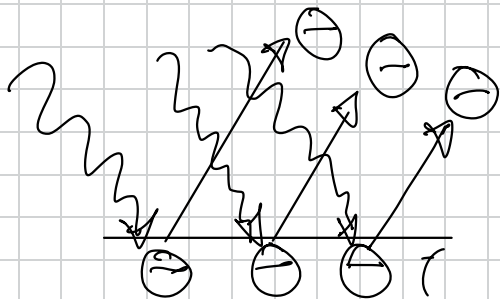
$$f = \frac{c}{\lambda}$$

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

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

$$E_{e^-} = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} - 3.2 \cdot 10^{-19}$$

$$E_{e^-} = 7.78 \cdot 10^{-20} \text{ J.}$$



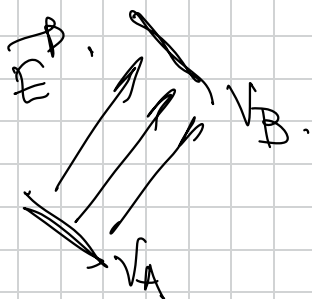
fermions.

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

$$E_{\text{phal}} = 0$$

$$W = \Delta E_c$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = \Delta E_{A \rightarrow B}$$



Potencial de
corte é potencial
de frenado

$$V_c = \frac{E_c}{|q|} = \frac{E_c}{e}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = 0 - \frac{1}{2} m_e v_e^2$$
$$= q \Delta V = - \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

$$q V_c = E_c$$

$$e \cdot V_c = E_c$$

$$V_c = \frac{E_c}{e} = \frac{7,78 \cdot 10^{-20} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = \underline{\underline{0,48 \text{ V}}}$$

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)

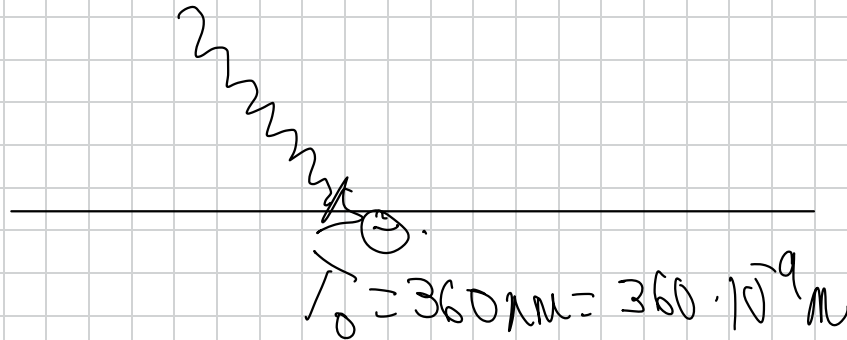
b) Si se duplicase la intensidad de la radiación ultravioleta incidente, ¿afectaría al número de fotoelectrones emitidos?

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

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

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

$$\lambda = 300 \text{ nm} = 300 \cdot 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \text{rayos UV.}$$



The diagram shows a horizontal line representing a metal surface. A wavy arrow representing light is incident on the surface from the upper left. Below the surface, there is a circled minus sign. Below the surface, the threshold wavelength is given as $\lambda_0 = 360 \text{ nm} = 360 \cdot 10^{-9} \text{ m}$.

$$\lambda_0 = 360 \text{ nm} = 360 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

Ecuación de Einstein.

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_{ce}.$$

$$(E_{\text{fotón}} \geq W_e).$$

$$h \cdot f > W_e$$

$$c = f \cdot \lambda \rightarrow f = \frac{c}{\lambda}.$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} > W_e$$

$\lambda < \lambda_0 \Rightarrow$ Se produce efecto fotoeléctrico.

Trabajo de extracción.

$$E_{\text{fotón}} = W_e.$$

$$h \cdot f_0 = W_e.$$

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

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

$$W_e = 5.63 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{360 \cdot 10^{-9}} = \underline{\underline{5.52 \cdot 10^{-9} \text{ J}}}$$

Gesetz de Einstein.

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

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

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

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

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

$$E_{e^-} = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} = 552 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

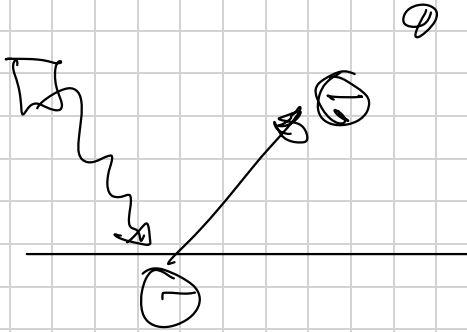
$$E_{\text{ce}^-} = 1.11 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$



$$E_{\text{ce}^-} = e \cdot V_c$$

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

b)



al duplicar o t

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?

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

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

$c = \lambda \cdot f$

$$h \cdot f_0 = W_e$$

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

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{W_e} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,44 \cdot 10^{-19}}$$

$$\lambda_0 = 3,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\lambda = 228 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

↓

$$\lambda = 228 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

↓



$$|E_{\text{fotón}} > W_e|$$

Se hay el
fotoeléctrico



$$\left[\begin{array}{c} \lambda_0 \\ 10 \\ 318 \cdot 10^{-7} \text{ m} \end{array} \right]$$

<

$$\lambda = 524 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\lambda = 524 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$



$$|E_{\text{fotón}} < W_e|$$

No hay efecto
fotoeléctrico.

Ecuación de Einstein.

$$E_{\text{fotón}} = W_e + E_{e^-}.$$

$$h \cdot f_1 = W_e + \frac{1}{2} m_e \cdot \underbrace{v_e^2}$$

$$c = \lambda_1 \cdot f_1.$$

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

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1}.$$

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

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \left(h \cdot \frac{c}{\lambda_f} - W_e \right)}{m_e}} = \left(843 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

$\nabla f \Rightarrow v_e$ no varia.

$\hbar \omega$

$$\hbar \omega = \boxed{W_e} + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

mesmo
para o
mesmo
material.

$\downarrow \lambda$

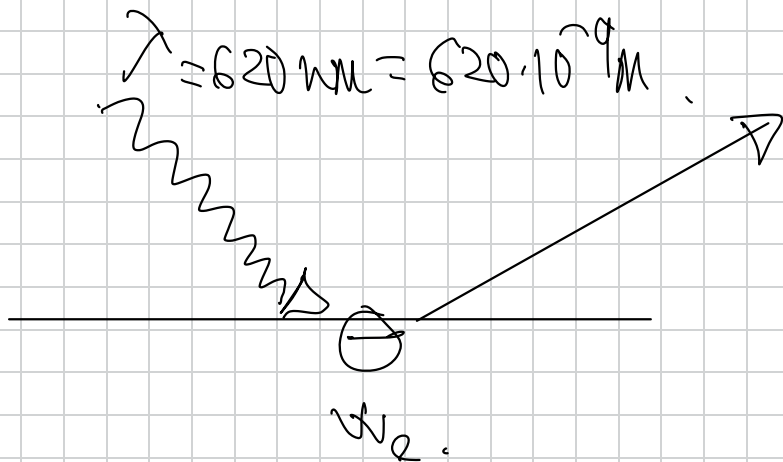
$$\hbar \frac{c}{\lambda} = W_e + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

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.

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



$$E_E = 0,14 \text{ eV} \cdot \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}}$$
$$E_C = 2,24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

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

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

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

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

$$W_e = 663 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{620 \cdot 10^{-9}} - 2.24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$W_e = 2.98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_c = e \cdot V_c$$

$$V_c = \frac{E_c}{e}$$

$$V_c = \frac{2.24 \cdot 10^{-20} \text{ J}}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}$$

$$V_c = 0.14 \text{ V}$$

$$c = \lambda \cdot f$$

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

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.

Para sacar la gráfica primero obtengo la función.

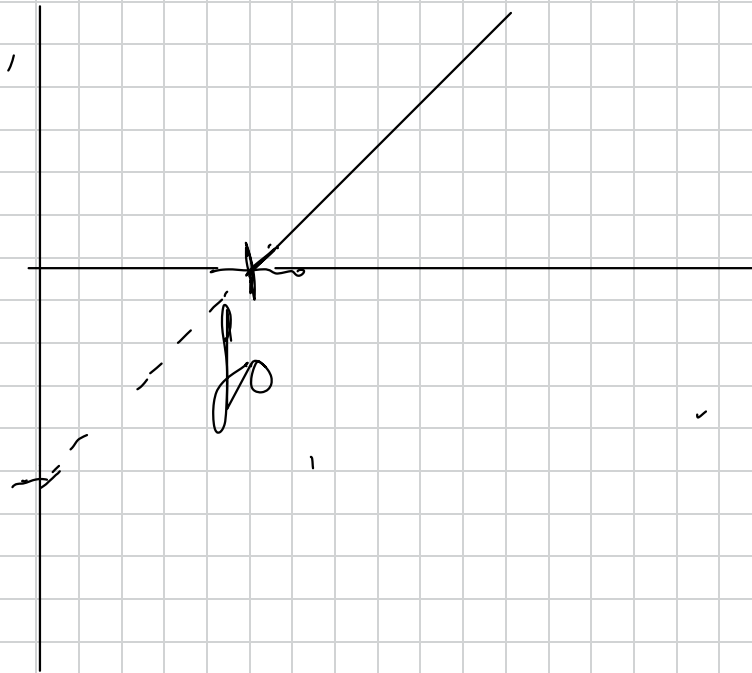
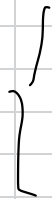
E_{c-} de Einstein:

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

$$E_{c-} = h \cdot f - W_e$$

E_c

W_c



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

Louis de Broglie

$$p = m \cdot v = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

↓
momento lineal
o cantidad de
movimiento.

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

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \text{ asociada}}$$

Hipótesis de Planck.

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

↑

$$E_{\text{fotón}} = E.$$

||

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

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

$$h \cdot \frac{c}{\lambda} = m \cdot c^2$$

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

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

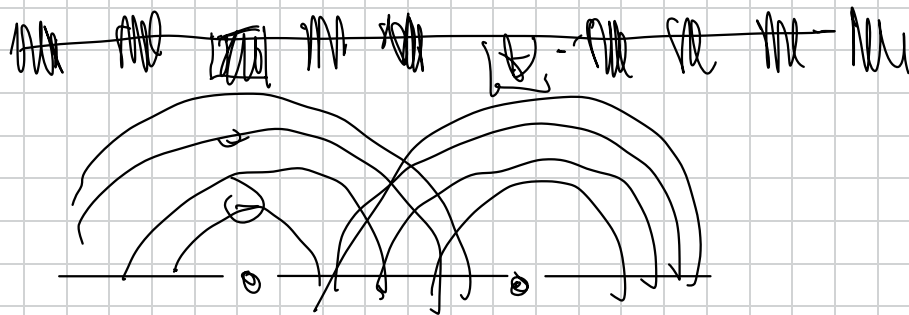
$$h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}.$$

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

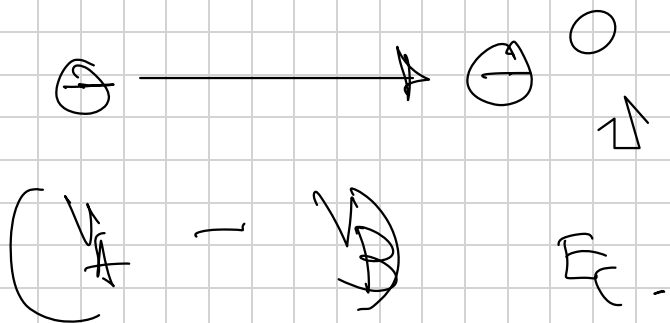
$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v_{\text{electron}}}$$

$$\lambda_e = \frac{663 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 3 \cdot 10^5 \text{ m/s}} = \underline{\underline{2.42 \cdot 10^{-9} \text{ m}}}$$

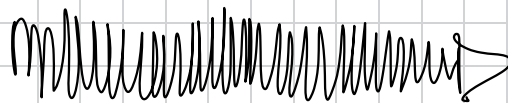


Microscopio electrónico

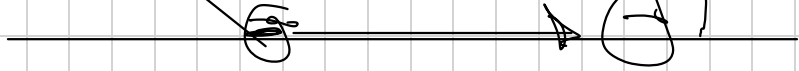


$$\lambda_e = \frac{h}{m \cdot v_e}$$

10^{-8} m
 ~~λ~~



① E_F



$E_c = 0$

$$E_{\text{total}} = h \cdot \int_{-\infty}^{\infty} A \cdot dx$$

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

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

Diagrama de un tubo de rayos catódicos: un cátodo (1) emite electrones que son acelerados por una diferencia de potencial $V_A - V_B$ hacia un ánodo (2). Los electrones adquieren una velocidad v .

$$W_{A \rightarrow B} = -e \cdot (V_A - V_B)$$
$$W_{A \rightarrow B} = e \cdot (V_B - V_A)$$
$$e \Delta V$$
$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v_e}$$
$$\lambda = \frac{h}{m_e \cdot v_e}$$

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

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

$$v = \sqrt{\frac{2 q \cdot (V_A - V_B)}{m_e}} = 5.93 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

los portadores acelerados por la misma diferencia de potencial tienen menor velocidad.

$$\lambda = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{9.1 \cdot 10^{-31} \cdot 5.93 \cdot 10^6}$$

$$\lambda = 1.22 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

Angstrom

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

$$\lambda = 1.22 \text{ \AA}$$

$$v = \sqrt{\frac{2q(V_A - V_P)}{m_p}} = 1.38 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$\lambda_p = \frac{h}{m_p \cdot v_p}$$

$$\lambda_p = \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{1.6 \cdot 10^{-27} \cdot 1.38 \cdot 10^5}$$

$$\lambda_p = 2.88 \cdot 10^{-12} \text{ m}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_p} = \frac{\frac{h}{m_e \cdot v_e}}{\frac{h}{m_p \cdot v_p}}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_e}{\lambda_p} = \frac{m_p \cdot v_p}{m_e \cdot v_e} \quad \frac{\lambda_e}{\lambda_p} = 42.7$$

$$\boxed{\lambda_e = 42.7 \lambda_p}$$

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

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

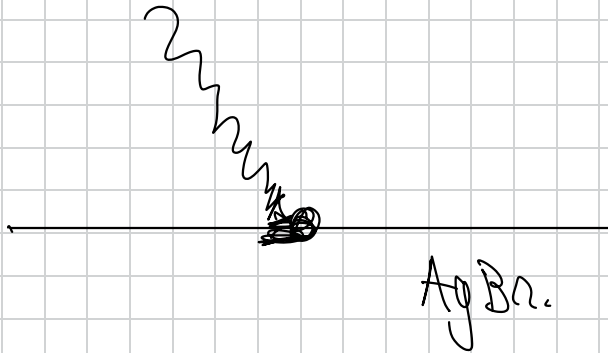
b) Calcule el número de fotones emitidos por segundo por una antena de televisión que emite a 100 MHz con una potencia de 50 KW, indicando cuál será la energía de cada uno de esos fotones.

c) La luz visible tiene una longitud de onda comprendida entre $380 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ 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)

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

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

$$E = 1,7 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$



$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f$$

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

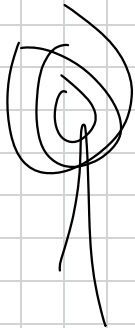
$$f = 2,56 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

$$c = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{256 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = \underline{\underline{1.17 \cdot 10^{-6} \text{ m}}}$$

a)

$$P = \frac{W_{\text{el}}}{t} = \frac{\text{J}}{\text{s}}$$



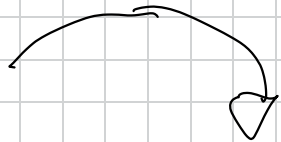
$$50 \text{ kW} = 50 \cdot 10^3 \text{ W} = 50 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$E_{\text{fotón TV}} = h \cdot f_{\text{fotón TV}} = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot \cancel{5 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1}}$$

$$f_{\text{fotón TV}} = 100 \text{ MHz} = 100 \cdot 10^6 \text{ Hz} = 10^8 \text{ Hz}$$

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

Cada
segundo
se emite.



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

↗ n fotones.

(n)

$$= E_{\text{fotón}}$$

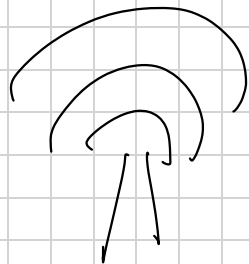
$$n = \frac{50 \cdot 10^3 \text{ J}}{6.63 \cdot 10^{-26} \text{ J/foton}} = 7.5 \cdot 10^{29} \text{ fotones}$$

emite la
antena
cada
segundo

~~7.5 fotones~~

$7.5 \cdot 10^{29}$

c)



$$\lambda = 380 \cdot 10^{-9} < 147 \cdot 10^{-8} \text{ m.}$$

↳ Activa al bromo
de placa.

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

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

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

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

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

$$n = \frac{f_{\text{FM}}}{f_{\text{AM}}} = \frac{99,75 \cdot 10^8}{665 \cdot 10^3} =$$

$n = 15000$ fotones de AM
equivalen a 1 foto
FM -

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

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

hipótesis de
Planck.

$$E_{\text{fotón visible}} = h \cdot f$$

$$c = \lambda \cdot f$$

$$E_{\text{fotó visible}} = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$E_{\text{fotó visible}} = 663 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 397 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

100 W $\xrightarrow{1\%}$ 1 W en su región visible.

$$1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

$$1 \text{ J} = n \cdot E_{\text{fotó visible}}$$

$$n = \frac{1}{397 \cdot 10^{-19}} = 2.52 \cdot 10^{18} \text{ fotones}$$

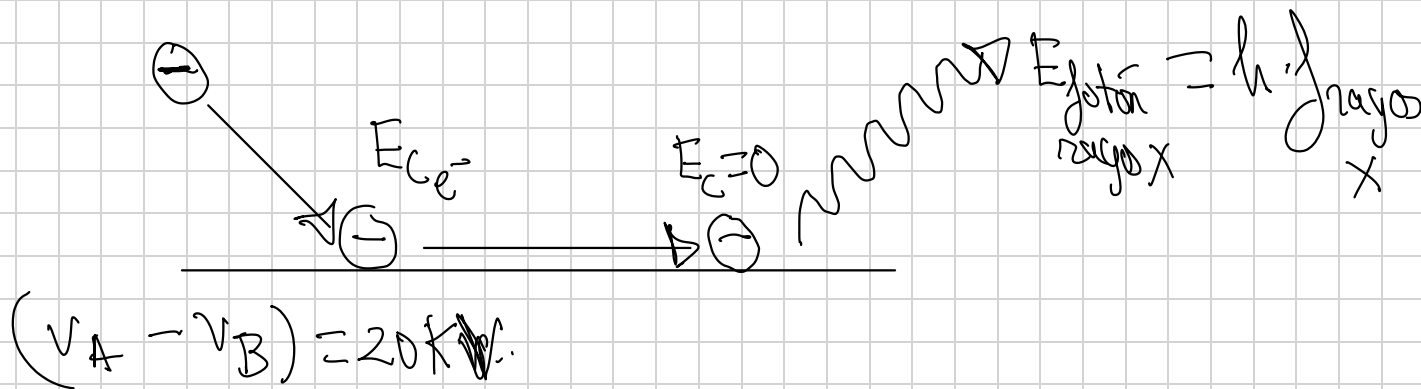
se emiten

pag 206.

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. $\rightarrow E_e$

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



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

$$q \cdot (V_A - V_B) \longrightarrow \Delta E_C \longrightarrow \Delta E_C = 0 \longrightarrow E_{\text{photon}} = h \cdot f_{\text{photon}}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = h \cdot f_{\text{photon}} \quad C = \lambda \cdot f_{\text{photon}}$$

$$q \cdot (V_A - V_B) = h \cdot \frac{C}{\lambda_{\text{photon}}}$$

$$f_{\text{photon}} = \frac{C}{\lambda_{\text{photon}}}$$

$$\lambda_{\text{de Broglie}} = \frac{h \cdot c}{g(V_A - V_B)} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1.6 \cdot 10^{-19} \cdot 20 \cdot 10^3} = 6.2 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

b)

① $\rightarrow u$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{p_{e^-}} = \frac{h}{m_{e^-} u_{e^-}}$$

② $\rightarrow v$

$$\lambda_n = \frac{h}{p_n} = \frac{h}{m_n v_n}$$

lo que quiero encontrar

$$E_{C_n} = \frac{1}{2} m_n \cdot \left(v_n^2 \right) \quad \text{obtengo la expresión de}$$

$$E_C = \frac{1}{2} m_e \underbrace{v_e^2} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{La } E \text{ en función de} \\ \text{velocidad.} \end{array} \right.$$

$m_p \gg m_n \gg m_e$
 busco sustituir la velocidad.

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot \textcircled{v^2}$$

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

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

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

$$\downarrow$$

$$\mu \approx m_a$$

$$\downarrow \left[E_c \right] = \frac{h^2}{2 \textcircled{M} \textcircled{\lambda^2}} \rightarrow n = \lambda_e$$

$$\downarrow \cdot \downarrow m_n > m_e \rightarrow E_{c_n} < E_{e^-}$$

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.

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

$$m_p > m_e$$

$$\lambda_p < \lambda_e$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \rightarrow \text{Algo que aparece la } E$$

↓
Lo que
quiere expresar.

mediente la m ,

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

$$2E_c = m \cdot v^2$$

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

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

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2(E_c - m_e)}} \quad \text{misma } E_c$$

$$m_p > m_{e^-} \quad \lambda < \lambda_{e^-}$$

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

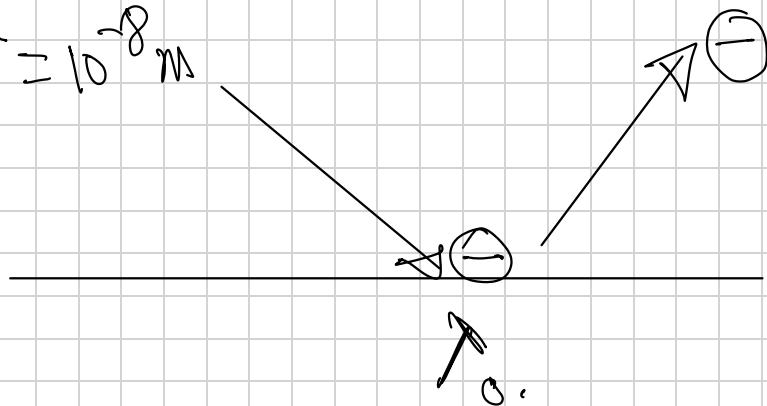
a) Indique el fenómeno físico que rige este proceso y haga un análisis de las transformaciones energéticas que en él se producen.

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

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

a) Efecto fotoeléctrico:

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



$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{m_e v_e}$$

$$\lambda_{e^-} / f_{e^-}$$

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

$$W_e = 2.46 \text{ eV}$$

$$W_e = 2.46 \text{ eV} \cdot \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1 \text{ eV}} = 3.94 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$h \cdot f_0 = W_e$$

$$c = \lambda_0 \cdot f_0$$

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

$$\lambda_0 = \frac{h \cdot c}{W_e} = \frac{6.63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3.94 \cdot 10^{-19} \text{ J}}$$

$$\lambda_0 = 5.05 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\underbrace{\left| \begin{array}{c} \lambda \\ 10^{-8} \text{ m} \end{array} \right|}_{< \lambda_0}$$

$$5.05 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

→ se da el efecto fotoeléctrico

Ecuación de Einstein.

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

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

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

$$c = \lambda \cdot f$$

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

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

$$E_{e^-} = 6.63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{108} - 3.94 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_{e^-} = 1.95 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

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

$$E_{e^-} = \frac{1}{2} m_e \cdot v_e^2$$

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

$\Rightarrow$

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

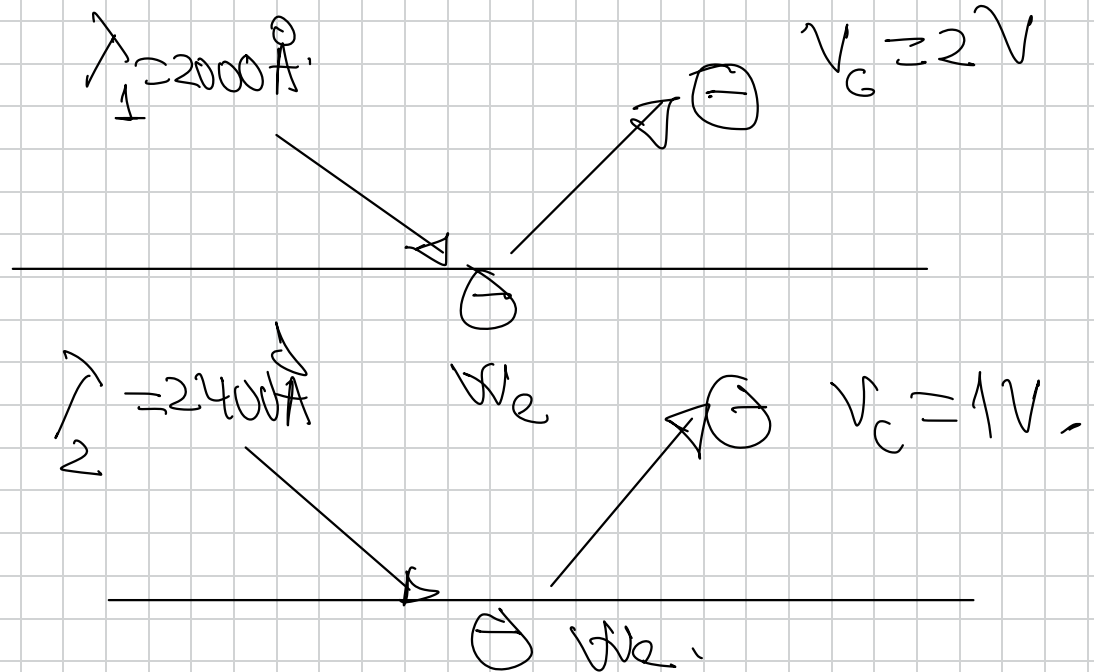
$$\lambda_e = 111 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$c = \lambda_e \cdot f_e$$

$$f_e = \frac{c}{\lambda_e} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{111 \cdot 10^{-10} \text{ m}} = 27 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$

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. $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{ C}$

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



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

Calcular h

misma placa.

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} = \underbrace{W_e}_{\text{misma placa.}} + e \cdot V_1 \Rightarrow W_e = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - eV_1.$$

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = \underbrace{W_e}_{\text{misma placa.}} + e \cdot V_2 \Rightarrow W_e = h \cdot \frac{c}{\lambda_2} - eV_2.$$

↓ igualdo

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - eV_1 = h \cdot \frac{c}{\lambda_2} - eV_2.$$

calculate
h.

$$h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - h \cdot \frac{c}{\lambda_2} = e \cdot V_1 - eV_2$$

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

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

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}.$$

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

$$E_{\text{photon}} = \text{J}\cdot\text{s} \cdot \text{s}^{-1}$$

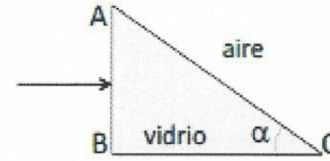
condiciones en que se produce.

b) Perpendicularmente a la cara AB de un prisma de vidrio con índice de refracción 1,5 incide desde el aire un rayo de luz de longitud de onda $6 \cdot 10^{-7}$ m, como se ilustra en la figura. Calcule:

(i) La longitud de onda y frecuencia del rayo dentro del prisma.

ii) El valor más grande que puede tener el ángulo α para que no se refracte el rayo hacia fuera del prisma por la cara AC.

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



$$n_{\text{prisma}} = 1.5$$

$$v = \lambda \cdot f$$

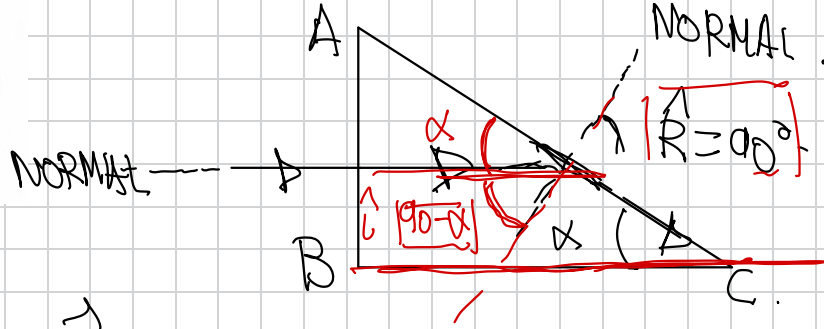
$$f = \frac{c}{\lambda_{\text{vacío}}} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$n_{\text{prisma}} = \frac{c}{v_{\text{prisma}}} = \frac{v_{\text{vacío}}}{v_{\text{prisma}}}$$

$$\lambda_{\text{prisma}} = \frac{v_{\text{vacío}}}{n_{\text{prisma}}} = \frac{6 \cdot 10^{-7} \text{ m}}{1.5} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

ma de vidrio con
n rayo de luz de
a figura. Calcule:
entro del prisma.
lo α para que no
cara AC.



$$n_{\text{aire}} \cdot \sin 0^\circ = n_{\text{vidrio}} \cdot \sin R$$

$$0 = n_{\text{vidrio}} \cdot \sin R$$

$$R = 0^\circ$$

$$n_{\text{vidrio}} \cdot \sin (90 - \alpha) = n_{\text{aire}} \cdot \sin 90^\circ$$

$$n_{\text{vidrio}} \cdot \cos \alpha = 1 \cdot 1$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{n_{\text{vidrio}}} \quad \cos \alpha = \frac{1}{1.5}$$

$$\alpha = \arccos \frac{1}{1.5} = 48^\circ 19'$$

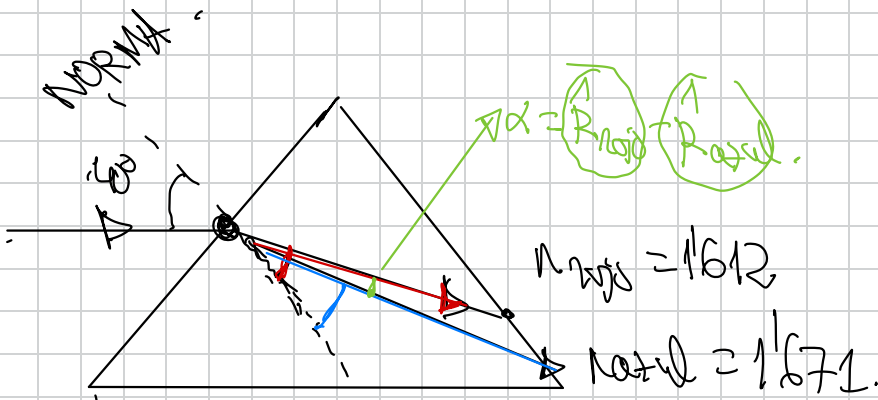
106

(13-E) Un haz compuesto por luces de colores rojo y azul incide desde el aire sobre una de las caras de un prisma de vidrio con un ángulo de incidencia de 40° .

a) Dibuje la trayectoria de los rayos en el aire y tras penetrar en el prisma y calcule el ángulo que forman entre sí los rayos en el interior del prisma si los índices de refracción son $n_{\text{rojo}} = 1,612$ para el rojo y $n_{\text{azul}} = 1,671$ para el azul, respectivamente.

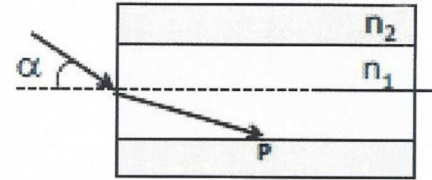
b) Si la frecuencia de la luz roja es de $4,2 \cdot 10^{14}$ Hz calcule su longitud de onda dentro del prisma.

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



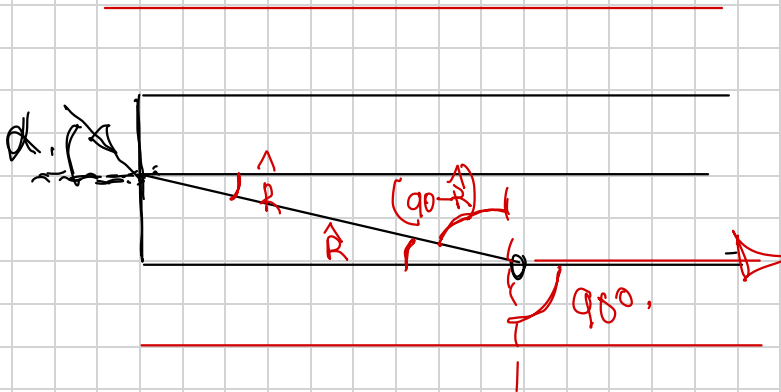
132 (19-E) a) El índice de refracción de un vidrio es mayor que el del aire. Razone cómo cambian las siguientes magnitudes al pasar un haz de luz del aire al vidrio: frecuencia, longitud de onda, y velocidad de propagación.

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.

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



$n_1 = 1,5$
 $n_2 = 1,4$

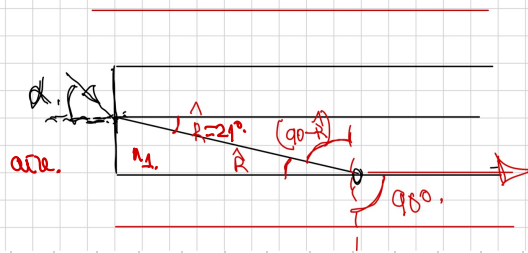
↓ - ley de Snell.

$$n_1 \sin(90 - R) = n_2 \sin 90^\circ$$

$$1.5 \cdot \cos R = 1.4 \cdot 1$$

$$\cos R = \frac{1.4}{1.5}$$

$$R = \arccos \frac{1.4}{1.5} = \boxed{21^\circ}$$



$$n_1 = 1.5$$

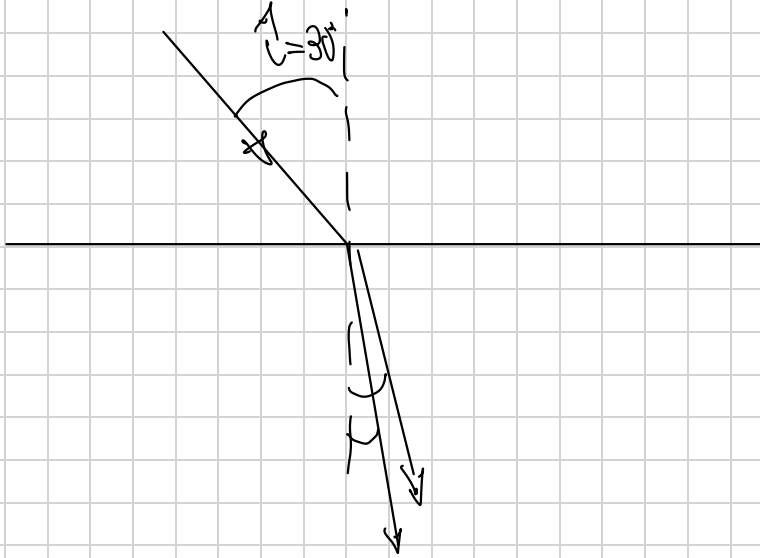
$$n_2 = 1.4$$

$$n_{air} \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin 21^\circ$$

$$1 \cdot \sin \alpha = 1.5 \cdot \sin 21^\circ$$

$$\alpha = 32.6^\circ$$

104 (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 $\lambda(\text{roja}) = 656 \text{ nm}$.

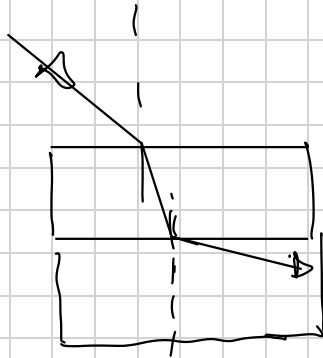
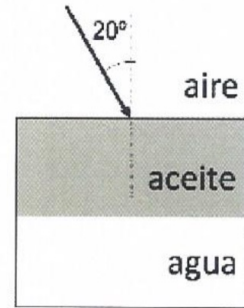


114

(17-E) a) Enuncie las leyes de la reflexión y de la refracción de la luz. Explique la diferencia entre ambos fenómenos.

b) Sea un recipiente con agua cuya superficie está cubierta por una capa de aceite. Realice un diagrama que indique la trayectoria de los rayos de luz al pasar del aire al aceite y después al agua. Si un rayo de luz incide desde el aire sobre la capa de aceite con un ángulo de 20° , determine el ángulo de refracción en el agua. ¿Con qué velocidad se desplazará la luz por el aceite?

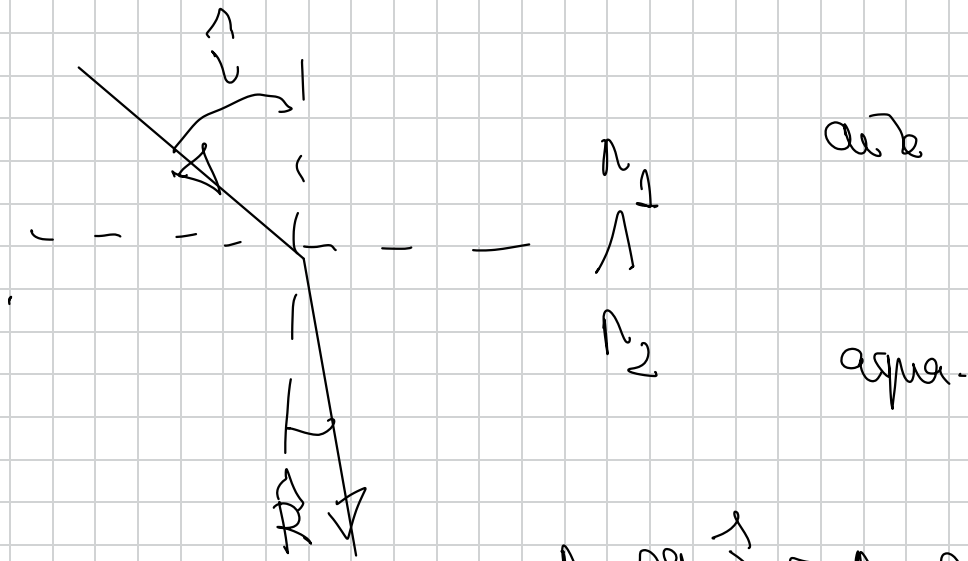
$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $n_{\text{aire}} = 1$; $n_{\text{aceite}} = 1,45$; $n_{\text{agua}} = 1,33$



$$n_{\text{aire}} = 1$$

$$n_{\text{aceite}} = 1,45$$

$$n_{\text{agua}} = 1,33$$



$$n_1 \cdot \sin i = n_2 \cdot \sin r$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1} > 1$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} > 1 \quad i > r$$

$$p = m \cdot v$$

Princípio da incerteza de Heisenberg.

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

15, 16, 41, 42, 44, 45,

15, 16, 41, 42, 44.

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.

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

$$a) E_{e^-} = \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

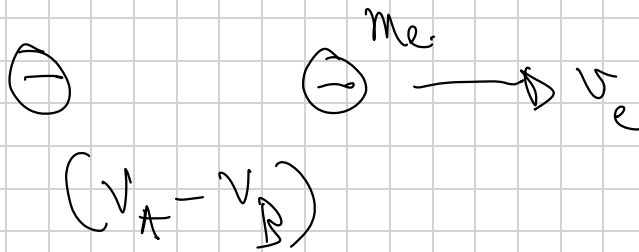
$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

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

$$E_{e^-} = \frac{1}{2} m_e \left(\frac{h}{m \lambda} \right)^2$$

$$E_{ce} = \frac{\hbar^2 m_e}{2 m_e \lambda^2} = \frac{\hbar^2}{2 m_e \lambda^2} = 2.39 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

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.



$$W_{A \rightarrow B} = e E_c$$

Obtengo la expresión de λ_e pero en función de la diferencia de potencial

con la que se le aceleró.

$$e \cdot \Delta V = \frac{1}{2} m_e v_e^2.$$

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

$$v_e = \sqrt{\frac{2e\Delta V}{m_e}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{m_e \sqrt{\frac{2e\Delta V}{m_e}}}$$

$$\lambda_{e^-} = \frac{h}{\sqrt{\frac{2e\Delta V m_e}{m_e}}}$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda_e &= \frac{h}{\sqrt{2e\Delta V \cdot m_e}} \\ \lambda'_e &= \frac{h}{\sqrt{2 \cdot e \frac{\Delta V}{2} \cdot m_e}} \end{aligned} \right\} \frac{\lambda'_e}{\lambda_e} = \frac{\frac{h}{\sqrt{2e\frac{\Delta V}{2} \cdot m_e}}}{\frac{h}{\sqrt{2e\Delta V \cdot m_e}}}$$

$$\frac{\lambda'_e}{\lambda_e} = \frac{\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{2}}}}{1} \Rightarrow \boxed{\lambda'_e = \sqrt{2} \lambda_e}$$

- > 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? $E_n (E_c)$ ~~se pasa a Julius~~
 b) ¿Cómo variaría la longitud de onda asociada al neutrón si se duplicase su energía?
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $m_n = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$.

$$E_n = \frac{1}{2} m_n \cdot v_n^2$$

↓
 Deducto expresión
 la función de λ .

$$E_n = \frac{1}{2} m_n \cdot \lambda_n^2$$

cantidad de movimiento

$$P = m \cdot v$$

$$\lambda = \frac{h}{P}$$

misma p

↓ Ambos tienen la misma

(asociada)

Hipótesis de Planck

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

$$E_{\text{foton}} = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{m_n \cdot v_n} \quad \text{with } v_n \text{ in a circle}$$

$$\frac{h}{m_n \cdot \lambda}$$

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

$$E_n = \frac{1}{2} \frac{h^2 \cdot m_n}{m_n^2 \cdot \lambda^2}$$

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

Diagram showing a wave packet with a wavelength λ and a momentum vector $\vec{p}$ pointing to the right. The wave packet is represented by a circle with a diagonal line through it.

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

$$E_{\text{photon}} = h \cdot \frac{C}{\sqrt{\frac{h^2}{2 m_n E_n}}}$$

$$E_{\text{photon}} \approx \frac{h \cdot C}{h \cdot \sqrt{\frac{1}{2 m_n E_n}}}$$

$$E_{\text{foto}} = C \cdot \sqrt{2m_n E_n} = 14 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Obtengo λ en función de su E .

$$E_n = \frac{h^2}{2m_n \lambda^2} \Rightarrow \lambda = \sqrt{\frac{h^2}{2m_n E_n}} = 10^{-11} \text{ m}$$

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

$$\Delta v \geq \frac{6.63 \cdot 10^{-34}}{4\pi \cdot 10^7 \cdot 10^{-6}}$$

$$20 \frac{m}{s}$$

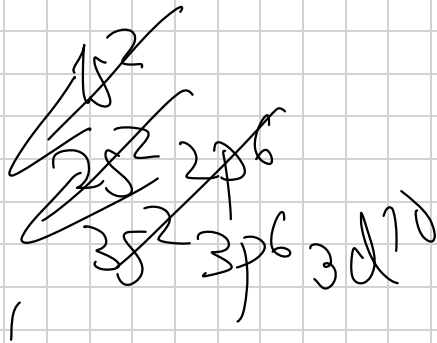
$$\Delta v \geq 5.3 \cdot 10^{-22} \frac{m}{s}$$

↓
grano de arena

↑
incertidumbre muy baja.
(determinismo en el ámbito
macroscópico)

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

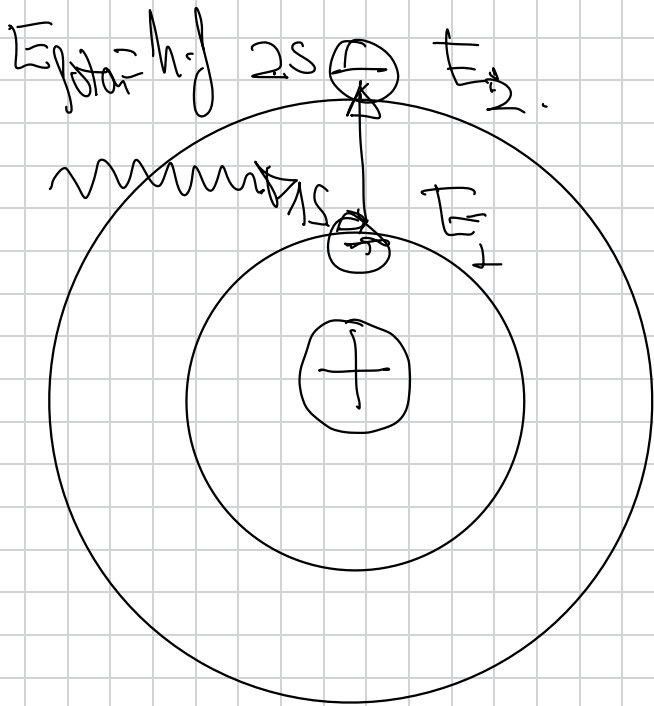
Los niveles energéticos en el átomo están cuantizados



$$H(Z=1) = 1s^1$$

$$He(Z=2) = 1s^2$$

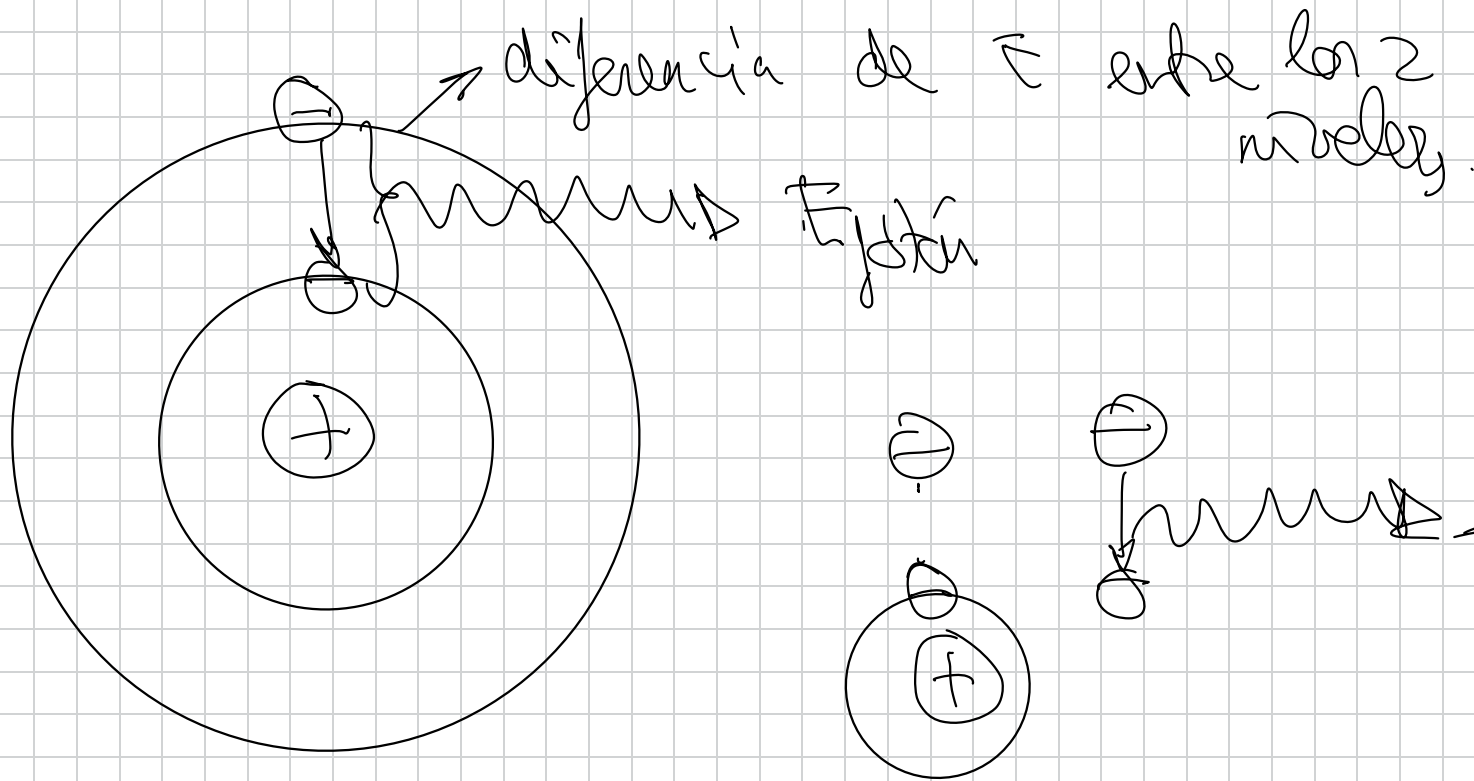
$$Li(Z=3) = 1s^2 2s^1$$



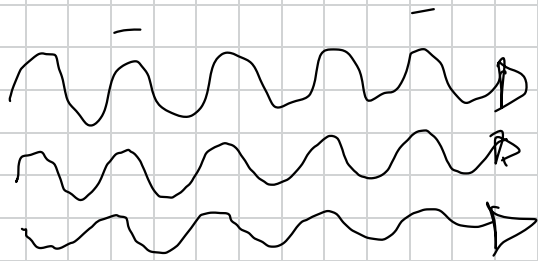
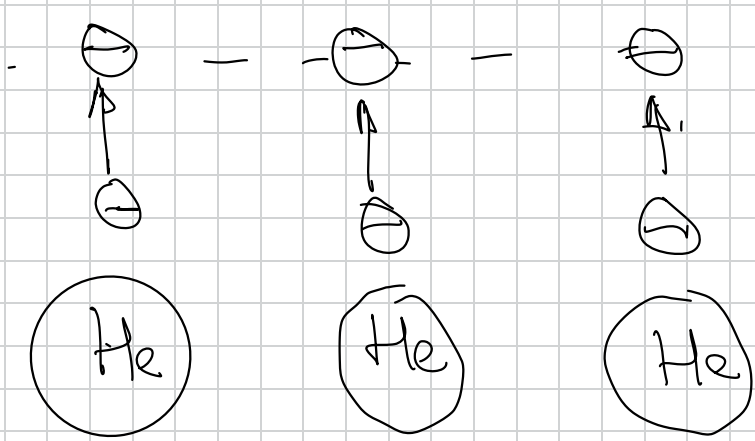
H : 1s¹

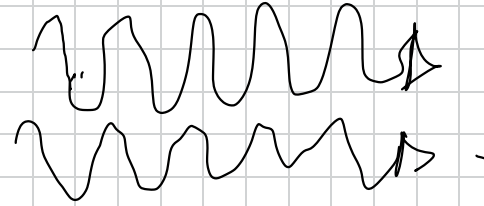
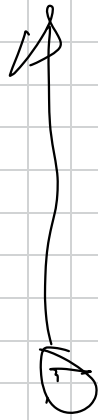
H 2s¹ → Estado
excitado.

$$E_2 - E_1 = h \cdot f$$



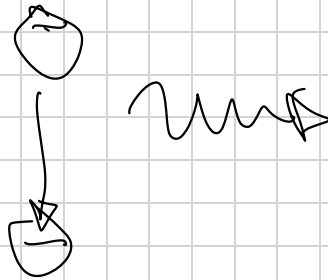
LASER





- 16.- Un electrón salta desde un nivel de energía más externo a otro mas 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?

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

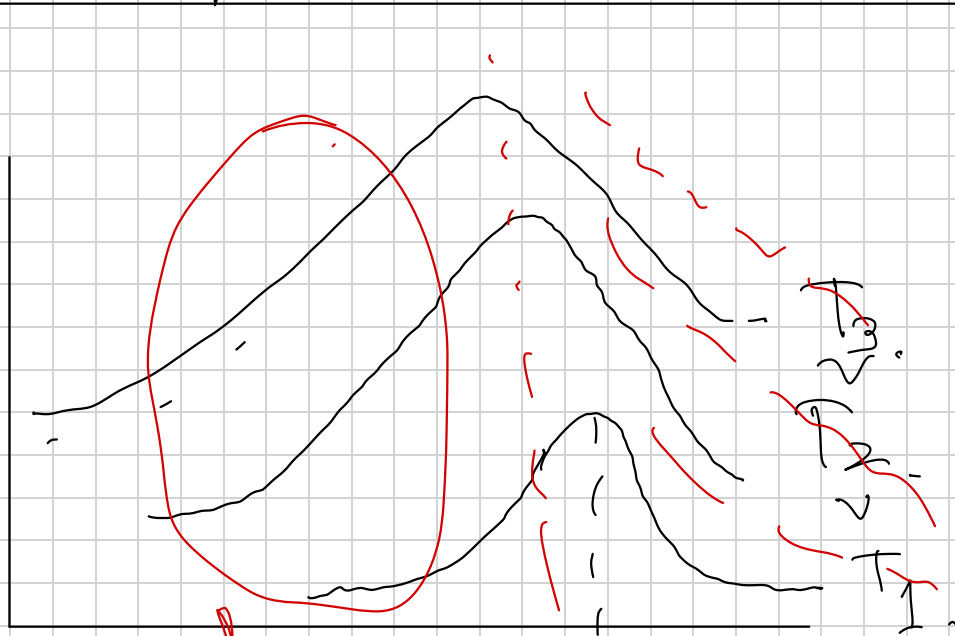


$$E = h \cdot f$$

$$f = \frac{E}{h} = 226 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$

Catástrofe del ultravioleta,

I



$C \Rightarrow \downarrow \uparrow \uparrow$
 $\downarrow$
UV.

UV

X