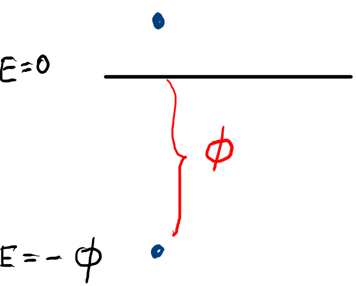
EFECTO FOTOELÉCTRICO

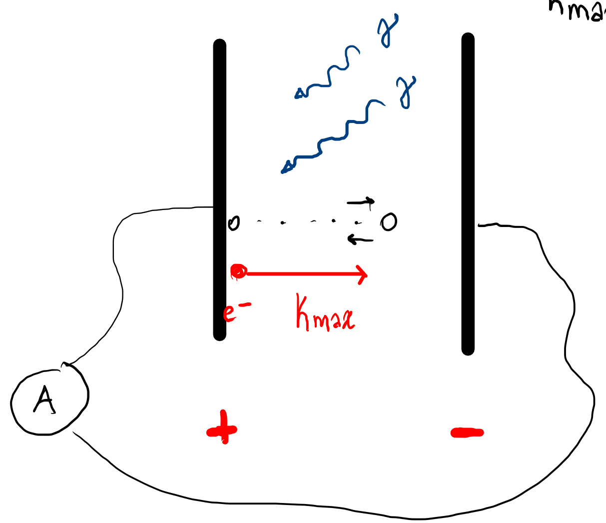
- Fotones $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$
- Electrones ligados ϕ

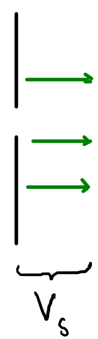
$$E = \phi + K_{max}$$

$$K_{max} = E - \phi$$

$$K_{max} = eV_s$$

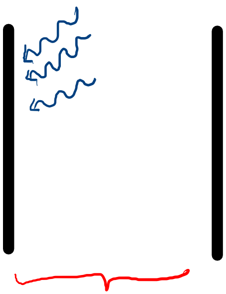






6.2.3- El potencial de frenado para fotoelectrones emitidos desde una superficie iluminada con luz de longitud de onda λ = 491 nm es 0,710 V. Cuando se cambia la longitud de onda incidente, se encuentra que el potencial de frenado es 1,43V. Determine dicha longitud de onda.

$\lambda = 491 \text{nm}$



γ = fotón

$E = E_\gamma$ = energía del fotón

$K_{max} = e \cdot V_s$

$V_s = 0,710 \text{ V} \Rightarrow K_{max} = 0,710 \text{ eV}$

$\lambda \rightarrow E_\gamma = \dfrac{hc}{\lambda} = 2,530 \text{ eV}$

$K_{max} = E_\gamma - \phi$

$\boxed{\phi = 1,82 \text{ eV}}$

$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ $\quad c = 3,00 \times 10^{8} \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ $\quad 1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$

$V_s = 1,43 \text{ V} \Rightarrow K'_{max} = \boxed{1,43 \text{ eV}}$

$E_\gamma = \boxed{K'_{max}} + \boxed{\phi} = 3,25 \text{ eV} = 5,2 \times 10^{-19} \text{ J}$

$\lambda = \dfrac{hc}{E} = \dfrac{(6,626 \times 10^{-34})(3 \times 10^{8})}{5,2 \times 10^{-19}} \text{m}$

$= 3,82 \times 10^{-7} \text{ m}$

$\boxed{\lambda \approx 382 \text{ nm}}$

6.2.4- Rayos X con una longitud de onda de $71{,}0\times10^{-12}$ m se dirigen a una lámina de oro y expulsan electrones fuertemente unidos de los átomos de oro. Los electrones expulsados luego se mueven en trayectorias circulares de radio *r* en una región donde existe un campo magnético uniforme *B*.
Para los electrones más rápidos que son expulsados, el producto *B.r* es igual a $1{,}88 \times 10^{-4}$ T.m.
¿Cuánto vale la función trabajo del oro?

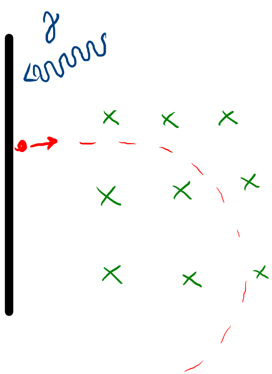
$\lambda = 71{,}0 \times 10^{-12}$ m

$B\cdot r = 1{,}88 \times 10^{-4}$ Tm

$|q_e| = 1{,}6 \times 10^{-19}$ C

$r = \frac{mv}{qB} \rightarrow rB\cdot\frac{q}{m} = v$

$m_e = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg



$$K_{máx} = \frac{mv^2}{2} = \frac{\cancel{m}}{2}\frac{(rBq)^2}{m^{\cancel{2}}} = 3107\ \text{eV} \sim 3{,}107\ \text{keV}$$

$$E_\gamma = hf = \frac{hc}{\lambda} = 17{,}5 \times 10^3\ \text{eV} = 17{,}5\ \text{KeV}$$

$rqB = 3{,}01 \times 10^{-23}$

$m = 9{,}1 \times 10^{-31}$ kg

$\frac{4{,}97 \times 10^{-16}\ \text{J}}{1{,}6 \times 10^{-19}}$

$$\phi = E_\gamma - K_{max} = 14\ \text{KeV}$$

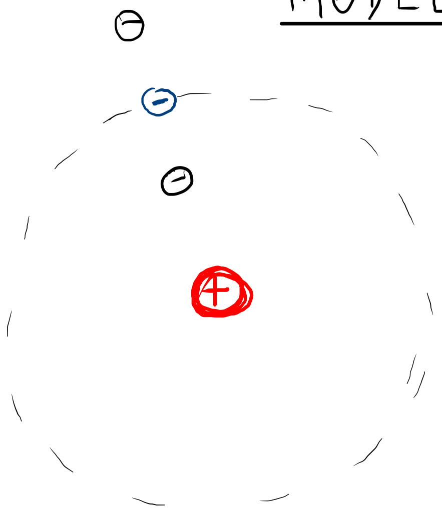
i) El radio de la órbita circular seguida por los fotoelectrones expulsados depende de la longitud de onda de los rayos X incidentes sobre la placa.

ii) La energía cinética de los fotoelectrones emitidos desde un determinado material es mayor cuanto mayor sea la longitud de onda de la luz incidente sobre el mismo.

iii) La fuerza magnética no realiza trabajo sobre los fotoelectrones expulsados.

$r = \frac{mv}{qB}$ a mayor K_{max}, mayor r

MODELO de BOHR



$$E_n = -\frac{13,6\,eV}{n^2}$$

6.2.7- De acuerdo al modelo de Bohr, la energía de un átomo de hidrógeno, expresada en electrón-volt vale: $E_n = -\frac{13{,}6\ eV}{n^2}$, donde n es un número entero que identifica el nivel de energía.

¿Cuánto debe valer la longitud de onda del fotón que se necesita para excitar el electrón del hidrógeno desde el estado base (n=1) hasta el nivel n=3?

Identifique entre las siguientes afirmaciones relacionadas con el experimento anterior las que son correctas:

i) La energía que debe tener el fotón para que el electrón realice la transición anterior es de 15,1 eV. ✗

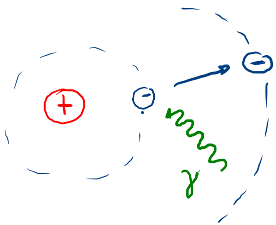
ii) La diferencia de energía entre dos niveles de energía consecutivos es tanto menor cuanto mayor sea el n. ✓

iii) La mayor frecuencia que puede tener un fotón emitido por un átomo de hidrógeno es de $3{,}29\times10^{15}$ Hz. ✓

$n = 1, 2, 3 \ldots$

$E_{max} = 13{,}6\ eV$

$f_{max} = \frac{E_{max}}{h} =$



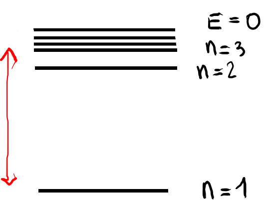
$E_1 \rightarrow E_3$

$E_\gamma = E_3 - E_1 = -13{,}6\ eV \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{1^2} \right)$

$E_\gamma = \frac{hc}{\lambda}$

$E_\gamma = +12{,}1\ eV \rightarrow 1{,}93 \times 10^{-18}\ J$

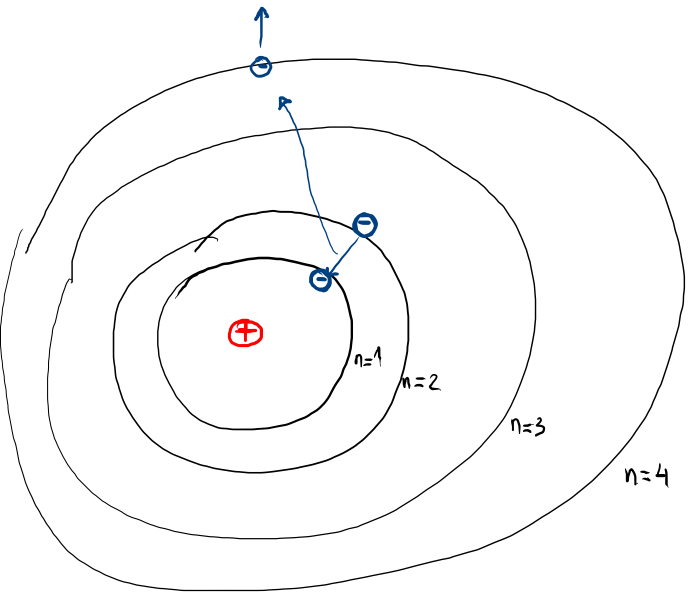
$\boxed{\lambda} = \frac{hc}{E} = 103\ nm = \boxed{1{,}03 \times 10^{-7}\ m}$



$E_n = -\frac{13{,}6\,eV}{n^2}$

$\Delta E = -13{,}6 \left[\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{(n)^2} \right] \rightarrow \frac{\cancel{n^2} - \cancel{n^2} - 2n - 1}{(n+1)^2\, n^2} \sim \frac{-2n}{n^4} \rightarrow 0$

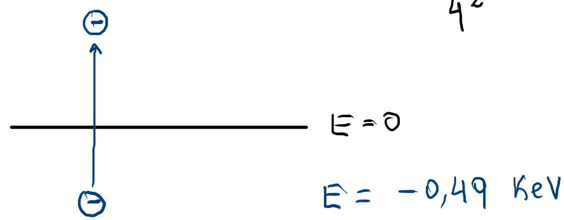
6.2.6- Un electrón de un átomo cuyos niveles de energía están dados por la ecuación $E_n = -7{,}8/n^2$keV (para *n* entero), pasa del estado n=2 al estado n=1 sin emitir ningún fotón. En lugar de eso, el exceso de energía se transfiere a un electrón del estado n=4, el cual es expulsado del átomo (este proceso se llama Auger).
Calcule la energía cinética de dicho electrón.



$$E_{recibida} = -\Delta E = +(+7{,}8\,\text{keV})\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

$$= 5{,}85\,\text{keV}$$

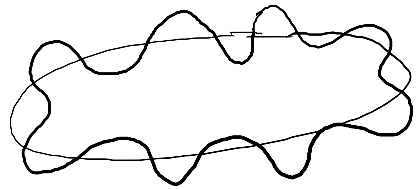
$$E_4 = -7{,}8\,\text{keV} \cdot \frac{1}{4^2} = -0{,}49\,\text{keV}$$



$$K = \Delta E - |E_4| = 5{,}36\,\text{keV}$$

ONDAS DE DE BROGLIE

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$



6.2.12-Un haz de luz violeta de una longitud de onda de 400 nm incide sobre una placa de cesio, emitiendo fotoelectrones. La función de trabajo para el cesio es de 2,14 eV. ¿Cuánto vale la longitud de onda de De Broglie de los fotoelectrones más rápidos que se emiten?

$$\left.\begin{array}{l}\lambda = 400\ nm \\ \phi = 2,14\ eV\end{array}\right\} \quad E = \frac{hc}{\lambda} = 3,11\ eV \Rightarrow K_{max} = 0,966\ eV$$

$$K = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v^2 = \frac{2K}{m} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2K}{m}} \Rightarrow v = 5,83 \times 10^5\ \frac{m}{s}$$

$$m = 9,1 \times 10^{-31}\ kg \qquad mv = 5,30 \times 10^{-25}\ \frac{kg\,m}{s}$$

$$\boxed{\lambda} = \frac{h}{mv} = \boxed{1,25\ nm}$$

Identifique entre las siguientes afirmaciones relacionadas con el experimento anterior las que son correctas:

i) La frecuencia umbral para el cesio vale $2{,}17\times10^{14}$ Hz. ✗

ii) La energía cinética máxima de los electrones emitidos es directamente proporcional a la diferencia entre la frecuencia de los fotones y la frecuencia umbral. ✓

iii) La energía cinética de los fotoelectrones emitidos desde un determinado material es mayor cuanto mayor sea la longitud de onda de la luz incidente sobre el mismo. ✗

iv) La energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos vale $1{,}54\times10^{-19}$ J. ✓

$$\phi = hf_c = hf_u \Leftrightarrow f_u = \frac{\phi}{h} = \frac{2{,}14\cdot 1{,}6\times10^{-19}}{6{,}626\times10^{-34}}\ \mathrm{Hz} = 5{,}17\times10^{14}\ \mathrm{Hz}$$

$$K_{max} = E - \phi = hf - hf_u = h(f - f_u) = h\cdot\Delta f$$

$$K_{max} = 0{,}966\ \mathrm{eV} = 0{,}966\cdot 1{,}6\times10^{-19}\ \mathrm{J} = 1{,}54\times10^{-19}\ \mathrm{J}$$

6.2.8- Calcule la longitud de onda de De Broglie para un núcleo de átomo de hidrógeno de 1,0 Å de diámetro y para un automóvil de 1,0 tonelada de masa y 2,0 m de longitud, si ambos se mueven a 80 km/h. En base a estos resultados, explique porque la naturaleza ondulatoria de la materia no es evidente a escala macroscópica.

núcleo: $m = 1{,}67 \times 10^{-27}$ kg

auto: $M = 1000$ kg

$\Big\}\ v = 80 \frac{km}{h} \sim 22{,}2 \frac{m}{s}$

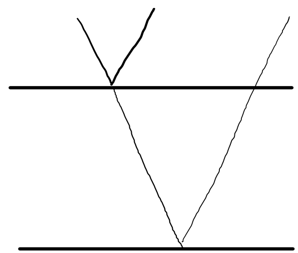
$$\Rightarrow \lambda_{núcleo} = \frac{h}{m \cdot v} = 180 \text{ Å} = 1{,}80 \times 10^{-8} \text{ m}$$

$$\lambda_{auto} = \frac{h}{M \cdot v} = 2{,}98 \times 10^{-38} \text{ m}$$

radio núcleo $\sim 10^{-15}$ m

6.1.7- La luz blanca que incide en una pompa de jabón tiene en el espectro visible un solo máximo de interferencia para λ=600nm y un solo mínimo en el extremo violeta del espectro. Si el índice de refracción de la pompa es 1,33; ¿cuánto vale el espesor de la pompa?

máx en 600



$$2t = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{600\ nm}{1.33}$$

$$t_0,\ t_1,\ t_2,\ \boxed{t_3} \ldots$$

$$\lambda_{violeta} \in [\overset{\lambda_{min}}{\overset{\shortparallel}{380}}\ y\ \overset{\lambda_{max}}{\overset{\shortparallel}{430}}]\ nm$$

$$2t = (m)\frac{\lambda_{violeta}}{1.33}$$

$$2t_m \cdot \frac{1,33}{\lambda_{min}} = 2,2 \qquad 2t_m \cdot \frac{1,33}{\lambda_{max}} = 1,9$$

1,9 1,7