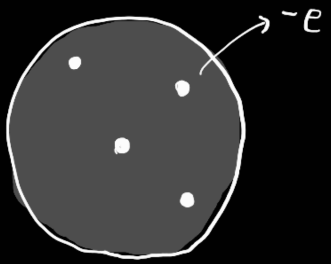
Átomo de Bohr

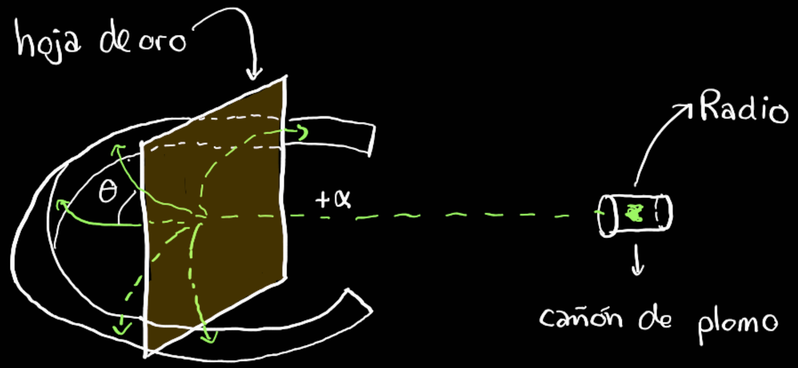
Thompson



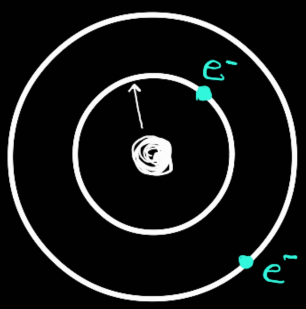
"budín de pasas

Rutherford

* Realizó uno de los primeros exp. de dispersión.



Dado que algunas partículas α rebotaban, Rutherford conjeturó que el átomo debía ser un núcleo rodeado de electrones.



$$\boxed{F_c = \frac{(Ze)(-e)}{r^2}}$$

Sin embargo, hacía falta una explicación en torno a la radiación emitida por el átomo de Rutherford.

Niels Bohr

Analizó el espectro del átomo de hidrógeno

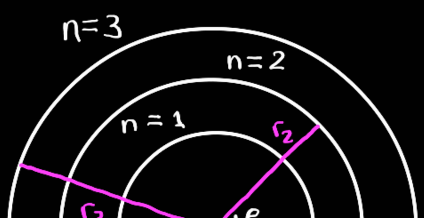
Balmer (Rydberg)

$$\nu = R_H\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \qquad m > n \quad n = 1, 2, 3$$

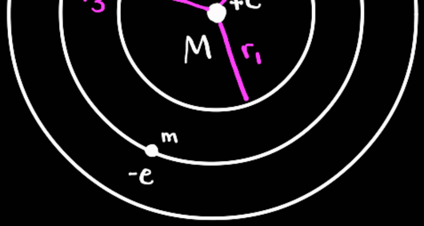
$n = 2$ luz visible

$R_H \equiv cR$

Átomo de Bohr H



(i) ∃ órbitas "estacionarias" $n = 1, 2, 3$ con radios $r_1, r_2, r_3, \ldots, r_n$. Si el -e "está" en una órbita estacionaria no emite Rad. Electromag



... estacionaria no emite Rad. Electromag.

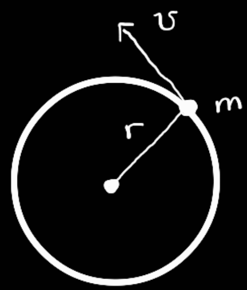
(ii) Si "brinca" de la órbita $m \to n$, $m > n$

$$E_m > E_n$$

$$\boxed{E_m - E_n = h\nu_{mn}}$$

frecuencia EM

(i) Una órbita estacionaria CIRCULAR de radio r



$$F = -\frac{e^2}{r^2} \qquad a = \frac{v^2}{r}$$

$$ma = \frac{e^2}{r^2} \qquad \frac{mv^2}{r} = \frac{e^2}{r}$$

$$E = E_K + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + V(r) = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{e^2}{r} = \frac{e^2}{2r} - \frac{e^2}{r}$$

$$\vec{F} = -\nabla V, \quad V(r) = -\frac{e^2}{r}$$

$$\boxed{E = -\frac{e^2}{2r}}$$

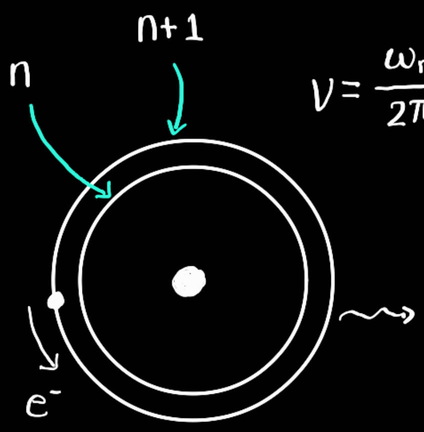
energía de una órbita circular de radio r

$$\Rightarrow E_n = -\frac{e^2}{2r_n}, \qquad v_n^2 = \frac{e^2}{mr_n}.$$ Por lo cual,

$$h\nu_{mn} = E_m - E_n = -\frac{e^2}{2r_m} + \frac{e^2}{2r_n}$$

$$h\nu_{mn} = \frac{e^2}{2}\left[\frac{1}{r_n} - \frac{1}{r_m}\right]$$

$$\boxed{r_n = ¿?}$$



$$\nu = \frac{\omega_n}{2\pi}$$

Conforme $n >> 1$ el radio aumenta y la energía disminuye, se van "pegando".

$$\boxed{2\pi\, \nu_{n+1,n} \approx \frac{v_n^2}{r_n}}$$

Entonces, $h\nu_{n+1,n} = \frac{e^2}{2}\left[\frac{1}{r_n} - \frac{1}{r_{n+1}}\right] \approx h\frac{1}{2\pi}\frac{v_n}{r_n} = \frac{h}{2\pi}\frac{1}{r_n}\left(\frac{e^2}{mr_n}\right)^{1/2}$

Principio de Correspondencia $n >> 1$

$$\Rightarrow \frac{e^2}{2}\left[\frac{1}{r_n} - \frac{1}{r_{n+1}}\right] \approx \frac{h}{2\pi}\left(\frac{e^2}{m}\right)^{1/2}\frac{1}{r_n^{3/2}}.$$

Sea $r_n = a_0 n^2$, $a_0 \equiv$ longitud

$$\Rightarrow \frac{e^2}{2}\left[\frac{1}{a_0 n^2} - \frac{1}{a_0(n+1)^2}\right] = \frac{e^2}{2a_0}\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{(n+1)^2}\right]$$

$$= \frac{e^2}{2a_0}\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2\left(1+\frac{1}{n}\right)^2}\right]$$

$$\approx \frac{e^2}{2a_0}\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2}\left(1-\frac{2}{n}\right)\right] \approx \frac{2e^2}{2a_0}\frac{1}{\cancel{n^3}}$$

$(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha(1+x)^{\alpha-1}\big|_{x=0}$

$$\Rightarrow \frac{e^2}{a_0}\frac{1}{n^3} \approx \frac{h}{2\pi}\left(\frac{e^2}{m}\right)^{1/2}\frac{1}{r_n^{3/2}} \Rightarrow \frac{e^2}{a_0}\frac{1}{n^3} \approx \frac{h}{2\pi}\left(\frac{e^2}{m}\right)^{1/2}\frac{1}{a_0^{3/2}n^3}$$

$$\boxed{\hbar = \frac{h}{2\pi}}$$

$$\therefore e^2 = \hbar\left(\frac{e^2}{m}\right)^{1/2}\frac{1}{a_0^{1/2}} \Rightarrow \boxed{a_0 = \frac{\hbar^2}{me^2}}$$ Radio de Bohr

Por lo cual, $\boxed{r_n = a_0 n^2}$ y $\boxed{E_n = -\frac{e^2}{2a_0}\cdot\frac{1}{n^2}}$ espectro de energía

$(n = 1, 2, \ldots \infty$

visible $m \to n = 2$

ultravioleta $m \to n = 1$

$h\nu_{mn} = R\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right]$, $R = \frac{e^2}{2a_0}$ $\quad n = 1 \quad E_1 = -\frac{e^2}{2a_0}$ $\quad \boxed{r_1 = a_0}$

$a_0 \approx \frac{1}{2}$ Å

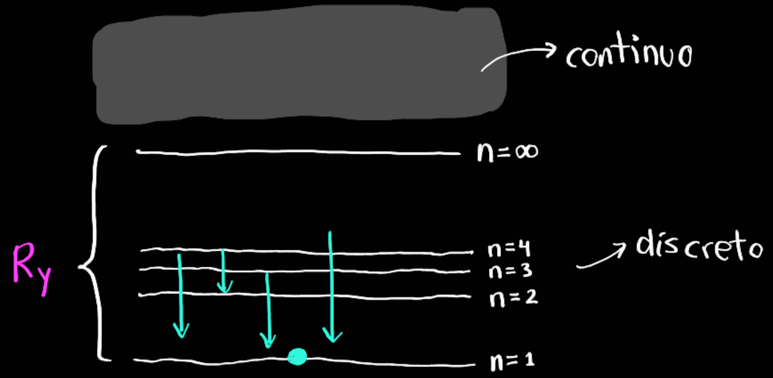
Bohr hipotizó que los electrones tenían "brincos cuánticos" entre órbitas tal que

$$h\nu_{mn} = E_m - E_n$$

frecuencia de la luz (fotón)

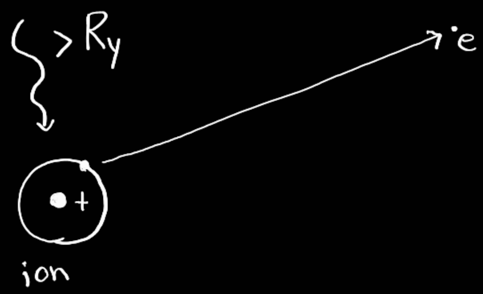
$$= \frac{e^2}{\ldots}\left(\frac{1}{\ldots} - \frac{1}{\ldots}\right)$$

emitida en la transición $\frac{e^2}{2a_0}\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right)$



$$h\nu_\infty = \frac{e^2}{2a_0} \approx R_y \quad \rightarrow \text{Rydberg energía}$$

Cuando el electrón pasa al continuo se "bota" del átomo, i.e. se ioniza el átomo.



c	g	s
cm	g	seg
Longitud	Masa	Tiempo

→ Maxwell descubre que <u>todo</u> puede ser expresado en términos de L, M y T

Por ejemplo: $[F] = \frac{ML}{T^2}$

unidad electrostática de carga

$$\left[\frac{q^2}{r^2}\right] = \frac{ML}{T^2} \Rightarrow [q^2] = \frac{ML^3}{T^2} \Rightarrow [q] = \left(\frac{ML^3}{T^2}\right)^{1/2} = \left(\frac{g\ cm^3}{s^2}\right) \equiv esu$$

$e = 4{,}8 \times 10^{-10}$ esu

$h = 6.62 \times 10^{-27}$ erg · seg

$\hbar = \frac{h}{2\pi} \approx 1 \times 10^{-27}$ erg · seg

$$\therefore\ a_0 \approx \frac{\hbar^2}{me^2} \approx \frac{1}{200} \times 10^{-6}\ cm = \frac{1}{2} \times 10^{-8}\ cm \qquad \mathring{A} \equiv 10^{-8}\ cm$$

$$\boxed{a_0 \approx 0.5\ \mathring{A} \quad \text{Radio de Bohr}}$$

La energía cinética promedio es $\left\langle \frac{\vec{p}^{\,2}}{2m}\right\rangle = \frac{3}{4}k_B T$. La temp. aprox. del día a día es $T \approx 300K$, por lo que $\left\langle \frac{\vec{p}^{\,2}}{2m}\right\rangle \approx 0.0025$ eV. Es decir, el choque entre átomos es sumamente pequeño. Por ello no vemos centelleos de luz por todos lados.