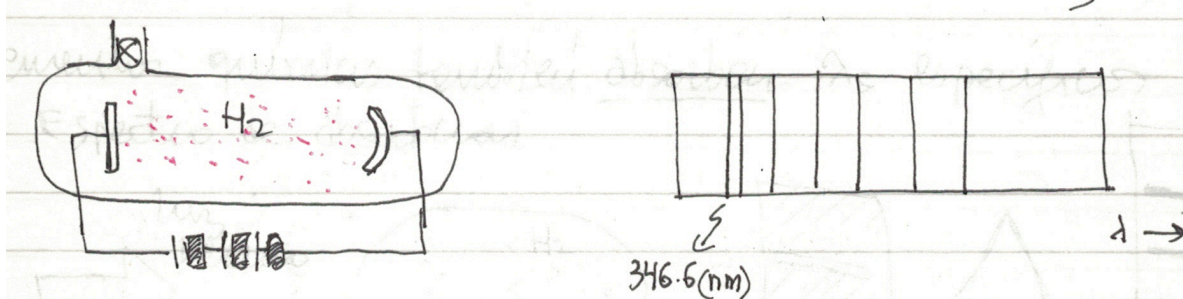
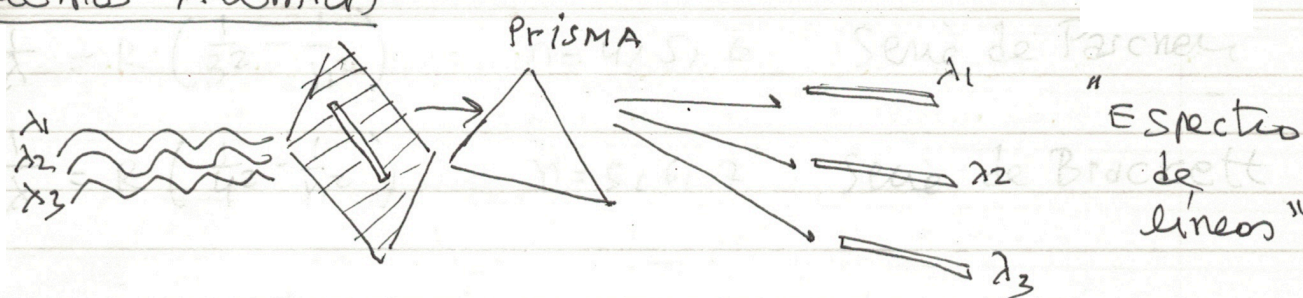


Espectros Atómicos



λ_s contenidos en un espectro de líneas son característicos del elemento.

1er misterio: ¿Por qué sólo ciertos λ_s están presentes?

H₂: en la región VISIBLE, se hallaron los sigs. λ_s :
656.3 nm, 486.1 nm, 434.1 nm y 410.2 nm

Johann Balmer (1885): Fórmula empírica

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n = 3, 4, 5, \dots$$

$$R = 1.09737 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

serie de Balmer

Otras series para el H₂ fueron halladas:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(1 - \frac{1}{n^2} \right)$$

$n = 2, 3, 4, \dots$ serie de Lyman

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n = 4, 5, 6$$

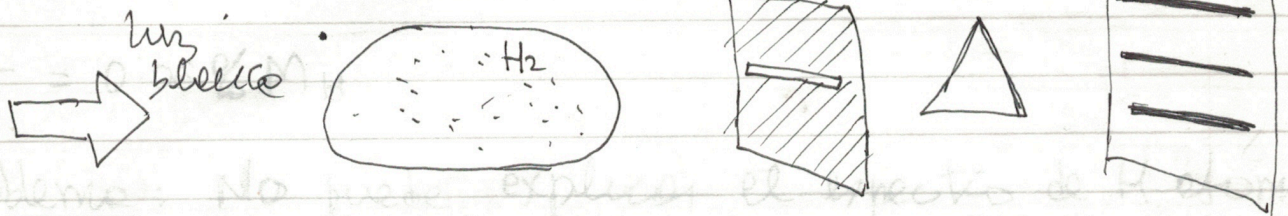
Serie de Paschen

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$n = 5, 6, 7$$

Serie de Brackett

Elementos químicos también absorben λ s específicos
 → Espectro de absorción



c/ línea del espectro de absorción
 con una línea del espectro de emisión.

coincide

Nota histórica: Descubrimiento del He a partir del espectro
 de absorción de la luz solar.

$$c = 4.8 \times 10^8 \text{ cm/s}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

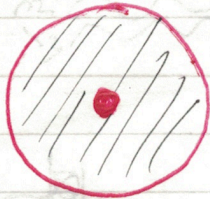
$$\lambda_0 = 0.5 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \omega = 4 \times 10^{16} \text{ (rad/s)} \text{ ultravioleta}$$

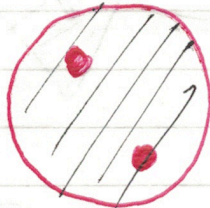
→ solo 1 línea espectral → f

Modelo atómico de Thompson (a.k.a. the plum pudding model)

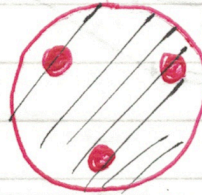
1904



$1e^-$



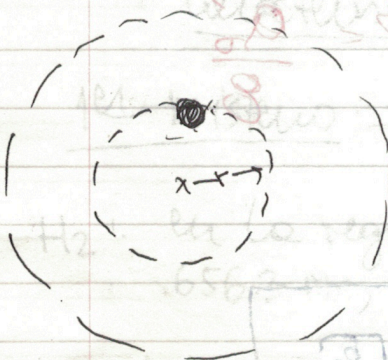
$2e^-$



$3e^-$

$$m_{e^-} = 0.000548 \text{ } M_H$$

Problema: No puede explicar el espectro de H atómico.



$$\text{Gauss} \Rightarrow -\frac{eq(r)}{r^2} = m_e a_e$$

$$q(r) = \frac{4\pi}{3} r^3 \rho = \frac{4\pi r^3}{3} \frac{e}{4\pi a_0^3} = e \left(\frac{r}{a_0} \right)^3$$

$$\Rightarrow F = -e^2 \frac{(r/a_0)}{r^2} = -\frac{e^2 r}{a_0^3}$$

$\Rightarrow$ oscilación armónica de frecuencia

$$\omega = \sqrt{\frac{e^2}{m_e a_0^3}}$$

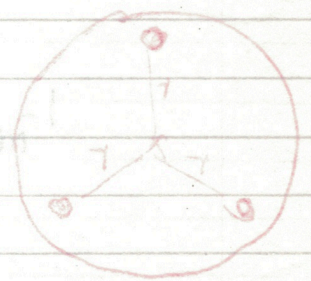
$$e = 4.8 \times 10^{-10} \text{ esu}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-28} \text{ gr}$$

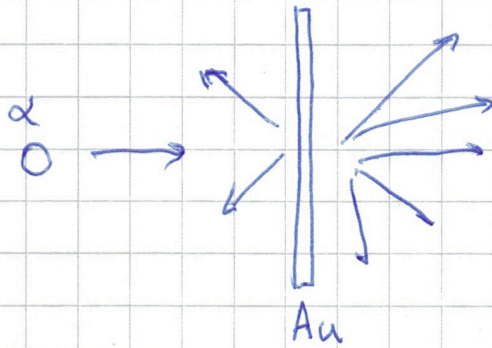
$$a_0 = 0.5 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\Rightarrow \omega = 4 \times 10^{16} \text{ (rad/s)} \text{ ultravioleta}$$

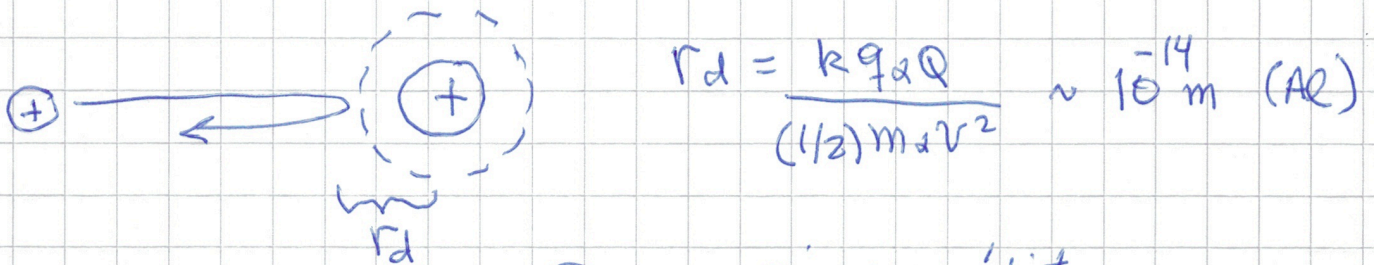
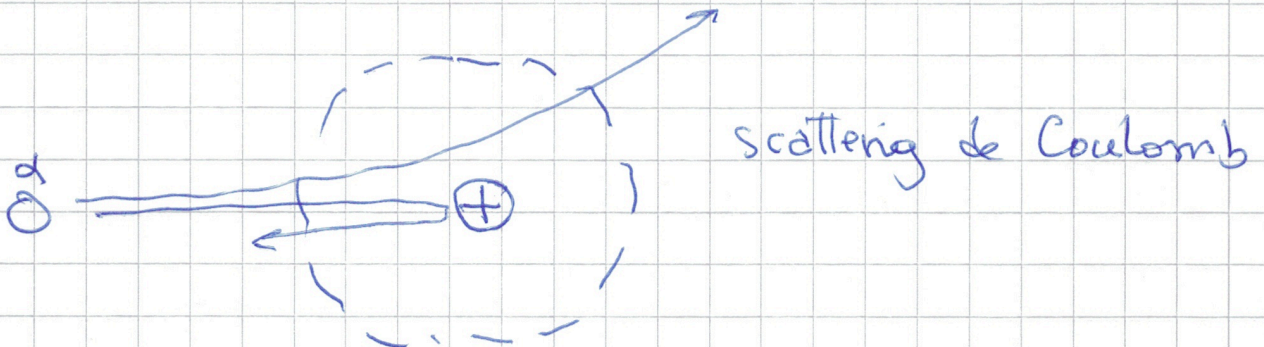
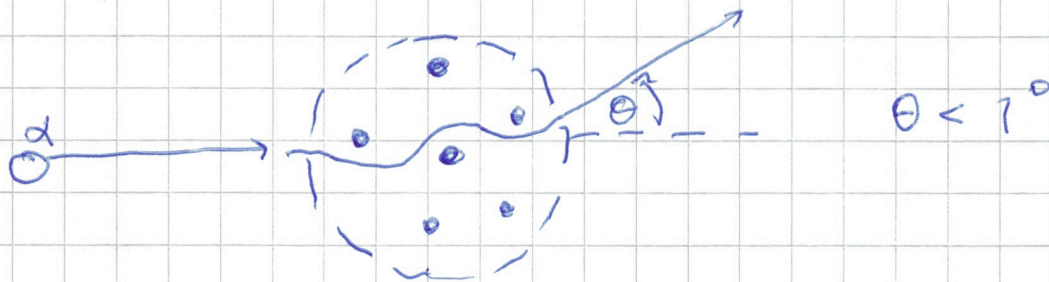
$\Rightarrow$ solo 1 línea espectral $\rightarrow \leftarrow$



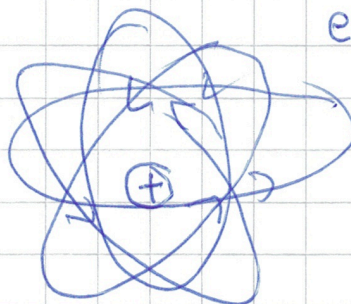
Rutherford



No puede ser explicado
con el modelo de Thompson



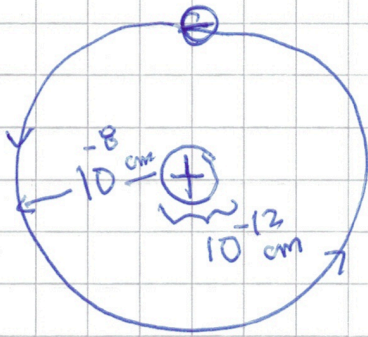
$$r_d = \frac{k q_\alpha Q}{(1/2) m_\alpha v^2} \sim 10^{-14} \text{ m (Å)}$$



e- en órbita

↓
no es posible

H:



Modelo de Rutherford

→ De acuerdo con Newton

→ En contradicción con Maxwell

$$\frac{dw}{dt} = \frac{2}{3} \frac{c^2}{c^3} a^2$$

(Jackson)

potencia
irradiada

Orbita circular: $F_{\text{cent}} = F_{\text{Coulomb}}$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{+e^2}{r^2} \Rightarrow mv^2 = \frac{+e^2}{r}$$

$$y \quad a = v^2/r = \frac{+e^2}{mr^2}$$

$$\Rightarrow \frac{dW}{dt} = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \left(\frac{e^2}{mr^2} \right)^2 = \frac{2e^6}{3c^3 m^2 r^4} \quad (1)$$

Energía: $E = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{e^2}{r} = -\frac{e^2}{2r}$

$$\Rightarrow \frac{dE}{dt} = \frac{e^2}{2r^2} \frac{dr}{dt} \quad (2)$$

Cons. de Energía: $\Rightarrow 0 = \frac{dW}{dt} + \frac{dE}{dt}$

$$\frac{2e^6}{3c^3 m^2 r^4} = -\frac{e^2}{2r^2} \frac{dr}{dt} \Rightarrow dt = \frac{3c^3 m^2 r^4 (-e^2) dr}{4e^6 r^2}$$

$$dt = -\frac{3c^3 m^2}{4e^4} r^2 dr \quad / \quad \int_{r=a_0}^{r=0}$$

$$a_0 = 0.529 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\tau = \frac{m^2 c^3 a_0^3}{4e^4} \sim 10^{-11} \text{ [s]}$$

Modelo de Bohr

1. 3 órbitas (estacionarias) que No irradian
2. El átomo irradia cuando el e- cambia de órbita
 $h\nu = \Delta E = E_n - E_{n-1}$ (órbitas vecinas)

3. Pero $n \rightarrow \infty$, la frec. de la radiación debe coincidir con la clásica (P. de correspondencia).

$$3 \Rightarrow \hbar \omega = \frac{E_n - E_{n-1}}{n - (n-1)} \rightarrow \frac{dE(n)}{dn} = \hbar \bar{\omega} = \hbar \frac{v}{r} \quad \swarrow \text{frec. clásica}$$

y como $mv^2 = \frac{e^2}{r} \Rightarrow r = e^2/mv^2$

$$\Rightarrow \boxed{\bar{\omega} = \frac{mv^3}{e^2}}$$

luego, $\frac{dE}{dn} = \hbar \bar{\omega} = \frac{\hbar mv^3}{e^2} = \frac{\hbar m}{e^2} \left(\frac{-2E}{m} \right)^{3/2} =$

$$\Rightarrow (-E)^{-3/2} dE = \frac{\hbar}{e^2} \sqrt{\frac{8}{m}} dn \quad / \int$$

$$-2E^{-1/2} = \frac{\hbar}{e^2} \sqrt{\frac{8}{m}} n \Rightarrow E_n = - \left(\frac{me^4}{2\hbar^2} \right) \frac{1}{n^2} = -\frac{R_y}{n^2}$$

$$\boxed{E_n = -\frac{R_y}{n^2}}$$

$$n = 1, 2, \dots$$

donde $R_y = \frac{me^4}{2\hbar^2} = \frac{e^2}{2a_0} \approx 13.6 \text{ [eV]}$

donde $a_0 \equiv \hbar^2/m = 0.53 \times 10^{-8} \text{ [m]}$ "radio de Bohr"

$$r_n = \frac{-e^2}{2E_n} = \frac{-e^2}{2(-R_y)} n^2 = n^2 a_0$$

$$\boxed{r_n = n^2 a_0}$$

Al cambiar un e^- de la órbita n_2 a la n_1 , se emite un fotón

$$\Delta E = \underbrace{h\nu}_{\frac{hc}{\lambda}} = R_y \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R_y}{hc} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

En otros palabras, $\boxed{\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)}$ Explica todas las series conocidas.

$$\text{con } R \equiv \frac{R_y}{hc} = \frac{me^4}{2\hbar^2} \cdot \frac{1}{hc} = \frac{\pi me^4}{\hbar^3 c} = 1.09486 \times 10^7 [\text{m}^{-1}]$$

Momento angular : $L = r p = \frac{e^2}{mv^2} \cdot mv = \frac{e^2}{v} = \sqrt{\frac{-m}{2E}} c^2$

$$= \sqrt{\frac{\hbar^2 n^2}{e^4}} \cdot e^2 = n\hbar$$

$$\boxed{L_n = n\hbar}$$

(cuantización del momento angular)