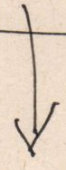
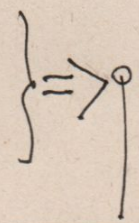


MAS EVIDENCIA
de la Cuantización de la
ENERGIA



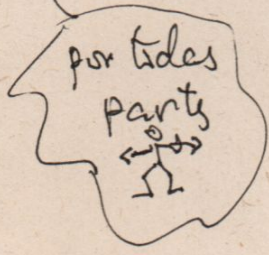
Espectros ATÓMICOS

- LÍNEAS de EMISIÓN
- LÍNEAS de Absorción



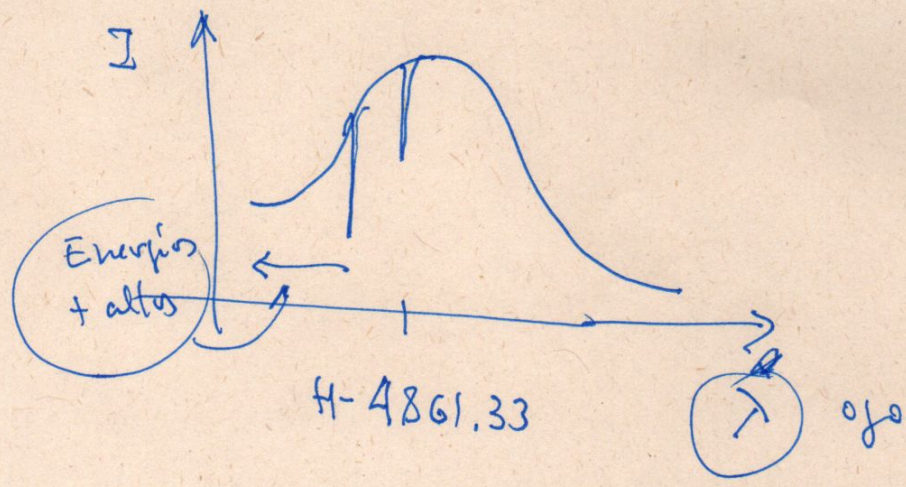
Sección 3.2.3
3.2

Niveles de Energía



ver fotos en Mec. Quant
en U-Cursos

(Espectro de Sirio c/sus
líneas de absorción)



$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda \rightarrow 0$$

$$E \rightarrow \infty$$

Por Ejemplo $\lambda = 4861.33 \Rightarrow$ Luz visible (azul)

Esto, de acuerdo a Planck, implica

que a $\lambda = 4.861.33 \text{ \AA} = 486,13 \text{ nm} = 486,13 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \approx \frac{3 \times 10^8}{486 \times 10^{-9}} \approx \frac{3}{486} \times 10^{17} \text{ s}^{-1}$$

$$\nu \sim 0.006 \times 10^{17} \text{ s}^{-1} \approx 6 \times 10^{14} \frac{1}{\text{s}}$$

Al pasar la radiación de la estrella

és ta le "roba" paquetes de Energía

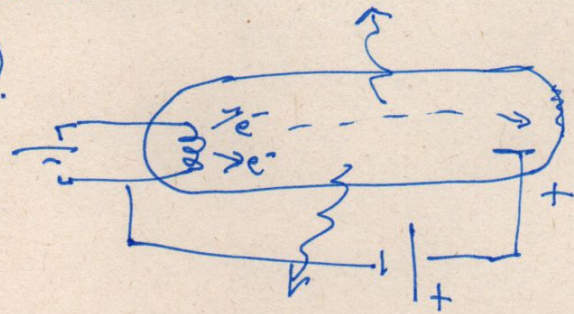
$$E_{\text{AZUL}} \sim \text{By } 6 \times 10^{-34} \cdot 6 \times 10^{14} \text{ Joule.}$$

$$\sim 4 \times 10^{-21} \text{ Joule}$$

¿Cuántos? depende de la disminución de la Intensidad a esa longitud de onda (o frecuencia)

cómo se Grafica esta absorción de Energía en el átomo?

② El átomo tiene niveles discretos de energía. (NO hemos demostrado esto!! pero la evidencia observacional en estrellas y gases diluidos en tubos sellados al vacío con e^{-} 's disparados en su interior lo evidencian!

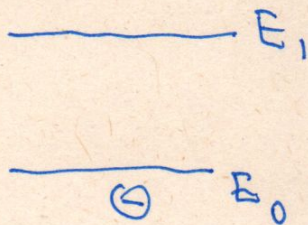


niveles discretos \Rightarrow COLORES BIEN DEFINIDOS

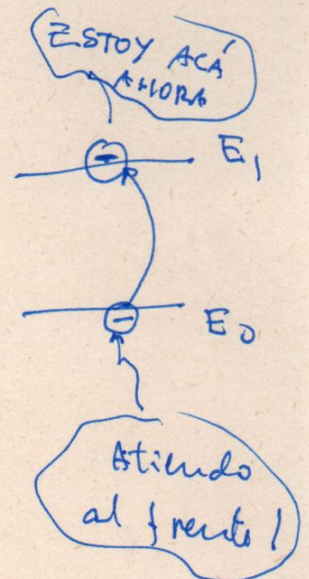
③ MECANISMO: ??

Cómo lo "manejamos": con un gráfico

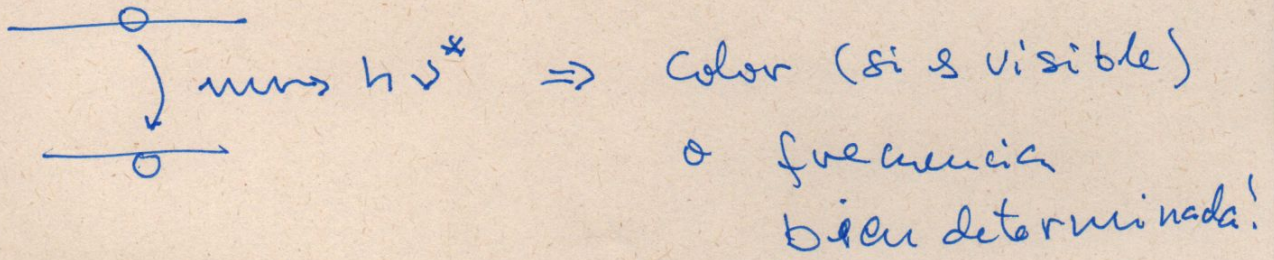
RADIACIÓN INCIDENTE \rightarrow
 (AD-HOC)
 No cualquier $E_{\gamma} = h\nu^*$



ABSORCIÓN \rightarrow
 Si !!
 $h\nu^* = (E_1 - E_0)$



TAMBIEN LA EMISION

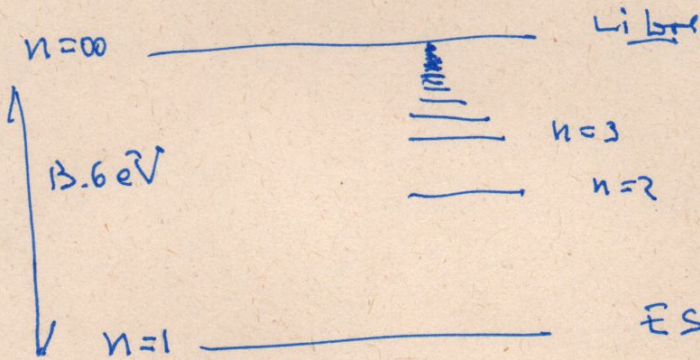


HIDRÓGENO

OTRO desdoblamiento (AJUSTE de VALORES)

BALMER VISIBLE $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n=3, 4, \dots$

$R \equiv$ C^{ta} de Rydberg $= 1.1 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$



LYMAN: (CORSARES + CORRIMIENTO al ROJO)

Espectro de ABSORCIÓN y EMISIÓN

(ver FRAUNHOFER en clases Mec. Quant.)

MODEL de BOHR

$$L = n h \quad (\text{HIPÓTESIS})$$

FUNCIONA !!

Cada vez + seguros que la idea de "cuantos de Energía" es CORRECTA!

↓
DINAMICA de NEWTON

$$F = ma \quad (???)$$

Suponemos que funciona para distancias $\sim 10^{-9}$ m ???

(Veremos que ya comienza a fallar! $L = n h = m v r$

↑
?? puesto a "mano"

Antes de Newton o la mecánica CLÁSICA.

$$r_n = \epsilon_0 \frac{n^2 h^2}{\pi m e^2}$$

$$v_n = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{e^2}{2 n h}$$

BOHR.

$$\epsilon_0 = 8.8 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

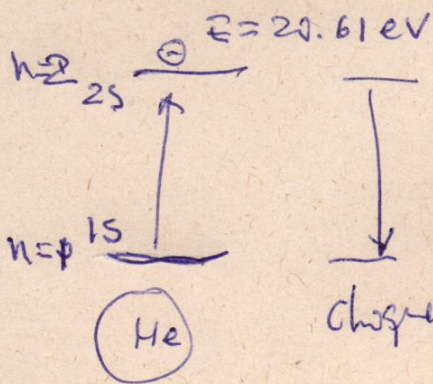
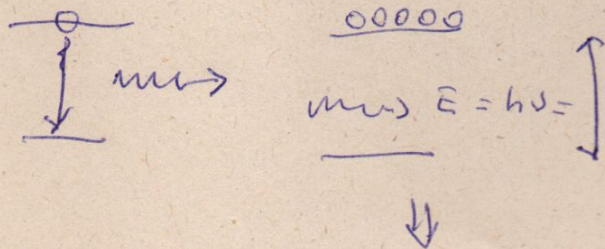
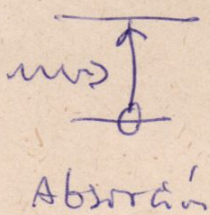
$$r_n = n^2 a_0, \quad a_0 = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi m e^2} = 5,29 \times 10^{-11} \text{ m.}$$

COMPARAR
cm λ_{RUB} , λ_{RUB}
 $\lambda_{\text{RAYOS X}}$

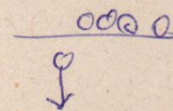
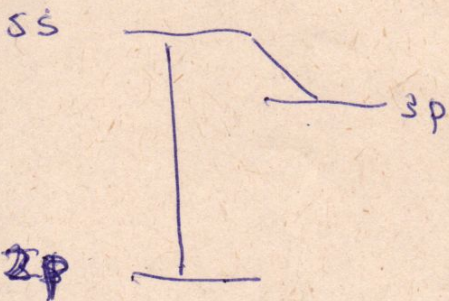
- Átomos Hidrogenoides

- o $e^2 \rightarrow Ze^2$
- o El modelo de Bohr es muy limitado (se pueden átomos se pueden aproximar como el de Bohr).
- o Centro de Masa (clásico)

LASER

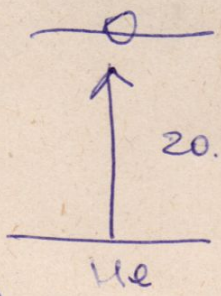


no puede disminuir espontáneamente por conservación del M^l angular.



Emisión Estimulada

Muchos electrones en un nivel superior de Energía, al pasar un fotón con la Energía del salto de Energía entre 2 niveles \Rightarrow los e^- 's resuenan y caen.



no puede decaer directamente

⇓

se apila en el estado superior.

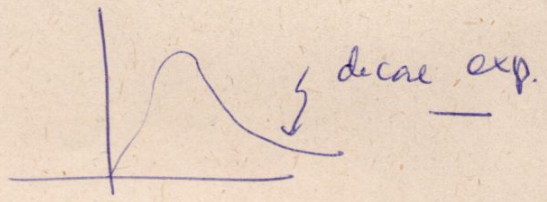
(*)

⇓

$$\frac{n_{\text{excitado}}}{n_{\text{base}}} = A \frac{e^{-E/kT}}{e^{-E_0/kT}} = e^{-\frac{(E_{\text{exc.}} - E_{\text{ground}})}{kT}}$$

⇓

muy pocos Estados Excitados.



(*) es importante por eso: A acumula e^- en ese nivel de Energía y no pueden decaer directamente.

NOTE que estamos DOMINANDO a la NATURALEZA PARA QUE TRABAJE PARA NOSOTROS.

Cómo: Mezclados Helio con Neon (TOMA TIEMPO LLEGAR a esta Solución!!)

De alguna forma, un átomo de
(VAGO...)

[Helio Excitado + un poquito de energía
cinética] CHOCA con un [átomo
de Neón] → el e⁻ excitado del
Helio le TRASPASA su Energía al
e⁻ en el nivel 2p del Ne y lo
deja sentado en el nivel 5s.

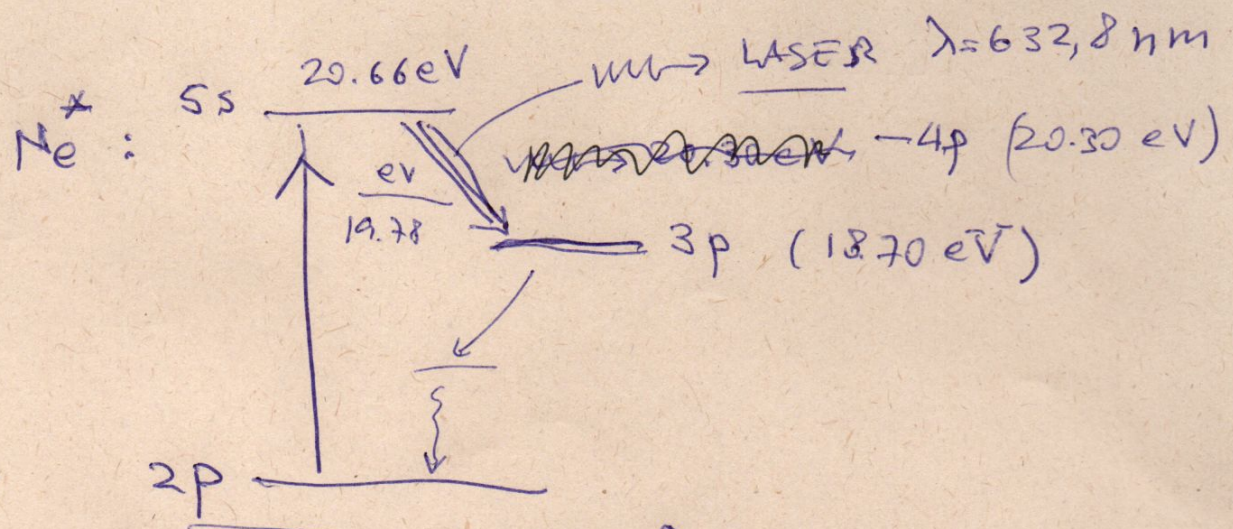
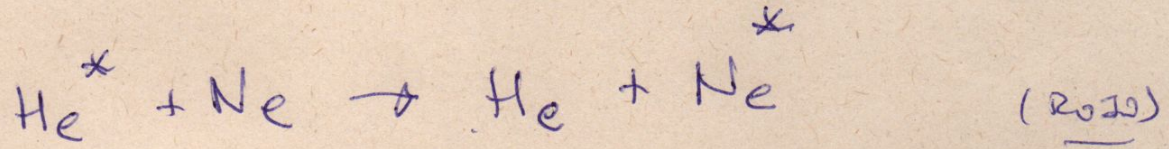


FIG 38.24 b ↗

38.7 Producción y Dispersión de los RAYOS X

Para qué los estudiamos ??

- Rango de longitud de onda

o $\lambda_{\text{RAYOS X}} \sim 0.1 \text{ nm} \rightarrow 0.005 \text{ nm}$

$\lambda_{\text{Azul}} \sim 400 \text{ nm}$

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

\Rightarrow ~~veremos~~ comprobamos la teoría del FOTON para este rango de longitudes de onda

- Más adelante veremos que el e^- presenta también características de onda!

(Davisson y Germer, pag 1353)

- Fotons, RAYOS X, Rayos γ , e^- , protones
 TODOS PRESENTAN DUALIDAD: ONDA
 PARTICULA

Producción : CHOQUES ENERGÉTICOS

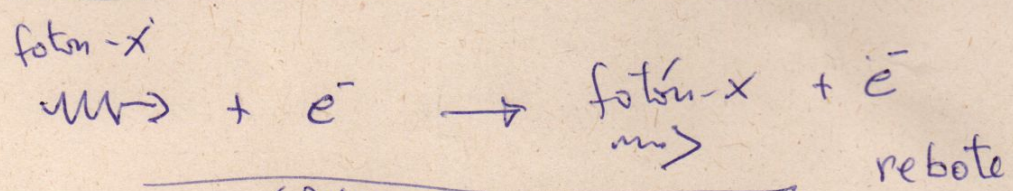
(GALAXIAS ACTIVAS => choques Energéticos

=> Producción de RAYOS X

$$eV = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

CHOQUE de un Rayo-X en un electrón (Efecto Compton pag 1332 -1333)

Rayo-X como una partícula: $(\frac{h\nu}{c}, \frac{h\nu}{c})$



(Repar)

$$P^M_{ANTES} = P^M_{Después}$$

$$\frac{h\nu}{c} \equiv p \quad |p| = \frac{h\nu}{c} \quad \text{Rayo-X}$$

Conservación de la En. (1^{era} componente FIG 38.26

$$pc + mc^2 = p'c + E_e$$

↑ ↑ ↑ ↑
 fotón e^- repaso REBOTE FOTÓN en. del e^- en REBOTE

Despejando $E_e \equiv E_n$ del electrón
de la ec. anterior (elevamos al cuadrado
por conveniencia)

$$E_e^2 = (pc - p'c + m_e c^2)^2 \quad (*)$$

PERO $(p_0^{e^-})^2 - (p_x^{e^-})^2 - (p_y^{e^-})^2 - (p_z^{e^-})^2 = (m_e c)^2$

NOTA
 p_e para distinguir de
 p del fotón

↑
INVARIANTE RELATIVISTA

(Este paso está bien definido PERO
a UNO no se le ocurre de Buenas a
Primera...)

$$\Rightarrow E_e^2 \equiv (p_0^{e^-})^2 = (m_e c^2)^2 + |\vec{p}_e|^2 c^2$$

MIRANDO la figura 38.27 c) del Sears-7
pag 1333

ALGEBRA
TAREA ↓

$$|\vec{p}_e|^2 \equiv p_e^2 = p^2 + p'^2 - 2pp' \cos \phi$$

$$\Rightarrow \frac{m_e c}{p'} - \frac{m_e c}{p} = 1 - \cos \phi \Rightarrow \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos \phi)$$