Ch II § 4

Quantification de l'energie, nbres quantiques

(2)

1) Modèle de Bohr

- l'électron décrit des trajectoires circulaires autour du noyau, mais il suppose qu'il existe certaines orbites où l'e^- n'emet pas de rayonnement.

• postulats de Bohr :

1. lorsqu'un e^- est sur des orbites quantifiées, il n'emet pas de rayonnement, il se trouve donc dans un etat stationnaire.

2. Les lois de la mécanique classique s'appliquent au mvt orbital de l'e^- ds un etat stat., mais ne peuvent s'appliquer lors d'une transition d'état vers un autre.

3. Pour une transition, l'écart d'energie ΔE entre deux etats est converti en un seul photon de fréquence ν

$\Delta E = h\nu$ h = cste de Planck

4. Les orbites sont caractérisées par des valeurs quantifiées du moment angulaire $\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{p}$

La quantification de $\vec{L}$ donne :

$\boxed{L = n\hbar}$ donné par Planck

où $n \in \mathbb{N}$ $\boxed{\hbar = \frac{h}{2\pi}}$ h = cste.

Expression du rayon de la trajectoire

$\Sigma \vec{F_{ext}} = m.\vec{a}$ (Eqt du mvt autour du noyau)

$F_e = m a_N = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{ke^2}{mv^2}$ où $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9$

Or d'après le 4^e pos. de Bohr ($\vec{L} = mrv = n\hbar$)

$v = \frac{n\hbar}{mr} \Rightarrow v^2 = \frac{n^2\hbar^2}{m^2r^2} \Rightarrow r = \frac{n^2\hbar^2}{kme^2} = \frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}$

$r_n = \left(\frac{4\pi\varepsilon_0\hbar^2}{me^2}\right)n^2$

Energie totale :

$E_{tot} = E_{pot} + E_c$

$E_T = q_e \cdot V_{moy} + \frac{1}{2}mv^2$

$= -e\left(\frac{K.e}{r}\right) + \frac{1}{2}mv^2 = -\underbrace{\left(\frac{Ke^2}{r}\right)}_{= mv^2} + \frac{1}{2}mv^2 = -\frac{1}{2}mv^2 < 0$

$E_{tot} = -\frac{1}{2}m\left(\frac{n^2\hbar^2}{m^2r^2}\right) = -\frac{1}{2}\frac{n^2\hbar^2e^4}{mn^4\hbar^4(4\pi\varepsilon_0)^2}$

$\boxed{E_n = \frac{-13,6}{n^2} \text{ (en eV)}}$

$\boxed{\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}}$

* valable pour H
* " elts hydrogénoïdes
* " " rayons X

Energie :

$\boxed{E_n = -\frac{Z^2 . e^4 . m_e}{(4\pi\varepsilon_0)^2 \hbar^2} \cdot \frac{1}{n^2}}$

fréquence du rayonnement X :

$\boxed{\nu = \frac{Z^2 . e^4 . m_e}{4\pi(4\pi\varepsilon_0)^2 . \hbar^3} \cdot \left(1 - \frac{1}{n_j^2}\right)}$

Quantificat° de l'énergie (suite)

Nombres quantiques

1- Nombre qtique principal "n"

Il caractérise la couche électronique :

$n = 1$: K , 3 M
2 L etc...

"n" caractérise le nombre de trajectoires aussi.

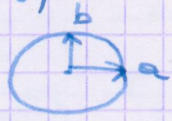
2- Nombre qt secondaire "l"

Il caractérise la nature de la trajectoire de l'e^-, tq :

$$0 \leq l \leq n-1 \quad (l \geq 0)$$

On a la relation :

$$\frac{a}{b} = \frac{n}{l+1}$$



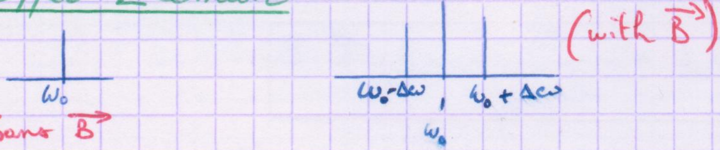
ex :

$n=1$ $l=0$, état S noté 1S : $\frac{a}{b} = \frac{n}{l+1} = 1$
$\Rightarrow$ circulaire

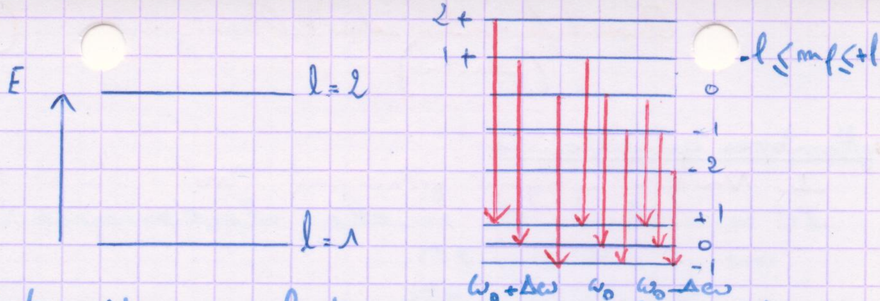
$n=2$ $l=0$ ... $= 2 \Rightarrow$ elliptique
$l=1$ ... $= 1 \Rightarrow$ circulaire

Conclusion :
. n : donne nb de trajectoires poss.
. l : donne le type de la traj.

a) Effet Zeeman



- On observe une raie à + haute γ et une autre à plus basse γ, et une raie inchangé ω_0.



les transitions se font avec des règles de sélections données par la méc. q. :

$$\Delta m_\ell = 0 \,,\ \Delta m_\ell = +1 \,,\ \Delta m_\ell = -1$$

b) Expression du moment magnétique $\vec{\mu}$ de l'e⁻

$I = \frac{q}{\Delta t} = \frac{q v}{2\pi r}$ car $v = \frac{2\pi r}{\Delta t}$ = vitesse

$\vec{\mu} = I.\vec{S} = \frac{q v}{2\pi r}.\pi r^2.\vec{n}$ $\vec{n}$: normale à la trajectoire

$\vec{\mu} = \frac{q}{2m_e}.\underbrace{m r v \vec{n}}_{\vec{r}\wedge\vec{p}}$

$$\boxed{\vec{\mu} = \frac{q}{2m_e}.\vec{L}}$$

$\vec{\mu}$: moment magn.
$\vec{L}$: moment orbital

c) Énergie d'intéraction entre $\vec{\mu}$ et $\vec{B}$

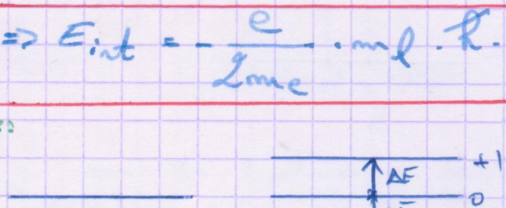
En présence de $\vec{B}$, il y a ≠ éq. de la trajectoire ce qui donne une Énergie + à l'e⁻.

$E_{int} = -\vec{\mu}.\vec{B}$ si $\vec{B}$ selon $\vec{Oz}$ alors $E_{int} = -\mu_z.B$

$= -\frac{e}{2m_e}.L_z.B$ $L_z = m_\ell.\hbar$

$$\boxed{\Rightarrow E_{int} = -\frac{e}{2m_e}.m_\ell.\hbar.B}$$

Ex:



$\Delta E = \mu_B.B$

$E_{int} = -\frac{e}{2m_e}.\hbar.m_\ell.B$

$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}$; $\mu_B = 9{,}27.10^{-24}\, J.T^{-1}$