Rappels (non exhaustifs) du cours pour le TD 10

Atome d'hydrogène : Système 3D avec un potentiel de la forme $V(r) = -\dfrac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}$

* $\hat{H}$ commute avec $\hat{L}_z$ et $\hat{L}^2$ $\Rightarrow$ on peut chercher une base propre commune à $\hat{H}$, $\hat{L}^2$ et $\hat{L}_z$.

* Après calculs (cf. cours), cette base peut s'écrire $|n, \ell, m, m_s\rangle$ avec :

- $n \in \mathbb{N}^*$. n caractérise l'énergie : $E_n = -\dfrac{E_{I}}{n^2}$

  avec $E_{I} = \dfrac{m_e e^4}{32\pi^2\varepsilon_0^2\hbar^2} \simeq 13,6$ eV

- $0 \leq \ell \leq n-1$. ℓ caractérise $\hat{L}^2$.

- $-\ell \leq m \leq \ell$. m caractérise $\hat{L}_z$

- $m_s = \pm\dfrac{1}{2}$ m_s caractérise $\hat{S}_z$

Au final, l'énergie E_n est dégénérée

$$\underbrace{2}_{\text{spin}} \underbrace{\sum_{\ell=0}^{n-1} (2\ell+1)}_{\substack{2\ell+1 \text{ valeurs de } m \\ \text{pour } \ell \text{ fixé}}} = 2n^2 \text{ fois}$$

- Un E.C.O.C. pour l'atome d'hydrogène est donc $\{\hat{H}, \hat{L}^2, \hat{L}_z, \hat{S}_z\}$.

- En ignorant le spin, les fonctions d'ondes associées à $|n, \ell, m\rangle$ sont de la forme

$$R_{n\ell}(r) \underbrace{Y_{\ell m}(\theta, \varphi)}_{\substack{\text{Harmoniques} \\ \text{sphériques}}}$$

- Notation
  - $\ell = 0$: s
  - $\ell = 1$: p
  - $\ell = 2$: d
  - $\ell = 3$: f
  - etc.

- Les premiers niveaux d'énergies sont donc notés

2 états ← $n = 1$: 1s
- 1s → 2 états

8 états ← $n = 2$: 2s, 2p
- 2s → 2 états
- 2p → 6 états

18 états ← $n = 3$: 3s, 3p, 3d
- 3s → 2 états
- 3p → 6 états
- 3d → 10 états

32 états ← $n = 4$: 4s, 4p, 4d, 4f
- 4s → 2 états
- 4p → 6 états
- 4d → 10 états
- 4f → 14 états

<u>Principe de Pauli</u> : 2 fermions (particules de spin demi-entier) ne peuvent pas se trouver dans le même état quantique. S'applique en particulier aux électrons.