

## chapitre 3

26/04/2020

### Le couplage spin-orbite $\vec{S} \cdot \vec{L}$

Le mouvement orbital  $l$  de l'électron donne naissance à un champ magnétique interne  $\vec{B}$  proportionnel à  $\vec{L}$  ( $\vec{B} \propto \vec{L}$ ), champ qui peut interagir avec le moment magnétique  $\vec{\mu}_s$  intrinsèque associée au spin  $\vec{S}$  du même électron ( $\vec{\mu}_s \propto \vec{S}$ ). On appelle cette interaction (faible) le couplage spin-orbite. Elle décrite par un potentiel

d'interaction :  $E_{se} \propto \vec{L} \cdot \vec{S}$  ( $\vec{L} \cdot \vec{S} = l_x s_x + l_y s_y + l_z s_z$ )

on peut écrire :

$$E_{l,s} = K \vec{L} \cdot \vec{S} \quad (K \text{ est une constante})$$

Le couplage spin-orbite se comporte comme un effet Zeeman interne découplant chaque niveau d'énergie pour lequel  $l \neq 0$  en deux sous-niveaux, correspondant aux deux valeurs de  $s_z$  permises ( $\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$ ).

(1)

## Notation :

Les nombres quantiques caractéristiques des états d'électrons individuels seront notés, comme précédemment, par des lettres minuscules ; les nombres quantiques caractéristiques des états d'atomes seront notés des lettres majuscules. Dans le cas par biculier de l'atome à un électron, l'état électrique étant l'état atomique, on utilisera des majuscules.

$$n=3, l=2, 1, 0$$

$$m=2, 1, 0$$

$$m=1, l=0$$

Niveaux d'énergie

$$\text{Le terme } \vec{l} \cdot \vec{s} = 0$$

## Structure fine

Dans le spectre de l'atome d'hydrogène représenté à la figure -1-, on voit que de nombreuses raies auparavant vues comme des raies uniques sont en fait constituées de plusieurs raies (structure fine) séparées les unes des autres par quelques  $\text{\AA}$  de longueur d'onde.

$$l=2$$

$$l=1$$

$$l=0$$

Niveaux d'énergie, le terme  $\vec{l} \cdot \vec{s}$  étant pris

en compte.

Figure -1-

(2)

## Moment cinétique total $\vec{J}$ :

En mécanique ondulatoire, le moment cinétique total (orbital + spin) obtenue par l'addition vectorielle

$$\vec{J} = \vec{L} + \vec{S}$$

Le module de  $\vec{J}$  est :

$$|\vec{J}| = \sqrt{J(J+1)} \hbar$$

et les valeurs possibles du nombre quantique  $J$  sont :

$$J = l + s, l + s - 1, \dots, |l - s|$$

tù  $l$  et  $s$  sont des nombres quantiques orbitaux et de spin respectivement.

La composante de  $\vec{J}$  dans une direction ( $oz$ ), physiquement déterminée, est quantifiée :

$$J_z = M_J \hbar, \quad M_J = J, J-1, \dots, -J$$

Pour un atome hydrogénoïdes  $s = \frac{1}{2}$

$$J = \begin{cases} s, & l = 0 \\ l + s, l - s & \text{pour } l > 0 \end{cases}$$

③