Magnétisme d'atome

Moment magnétique orbital de l'électron :

Etude classique

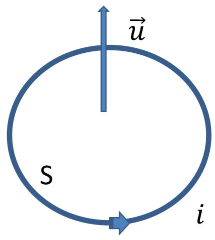
Considérons le mouvement orbital de l'électron de l'atome de Bohr. A ce mouvement est associé un moment cinétique

$$\vec{L} = \vec{r} \wedge m\vec{v}$$

On peut aussi considérer qu'au mouvement circulaire de l'électron est associée une boucle de courant.

Classiquement, à une telle boucle de courant est associé un moment magnétique $\vec{M}$ donné par

$$\vec{M} = i\vec{S}$$



Décrivant un mouvement circulaire uniforme d'une charge $q = -e$ sur une orbite de rayon r avec une vitesse v

$$i = \frac{-e}{T} \; ; \qquad T = \frac{2\pi r}{v}$$

$$\Rightarrow i = \frac{-ev}{2\pi r}$$

Nous considérons un ensemble de points matériels de masse m, de charge q situées en point M et animer du vitesse v

On définit le moment magnétique $\vec{\mu}$, et le moment cinétique $\vec{L}$ par rapport au point O.

Le système que nous considérons est un atome dont le centre de masse est assimilé au noyau que nous prenons comme origine O. Dans ce cas, seuls les électrons contribuent à la constitution des moments cinétique et magnétique .

$$\vec{\mu} = \frac{1}{2}\sum q\, \vec{r} \wedge \vec{v}$$

$$\vec{L} = \sum m_e\, \vec{r} \wedge \vec{v}$$

Pour un seul électron on a

$$\vec{\mu} = \frac{1}{2} q\vec{r} \wedge \vec{v}$$

Q = $-e$

$$\vec{\mu} = \frac{1}{2}(-e)\vec{r}\wedge\vec{v}$$

Et comme

$$\vec{L} = m(\vec{r}\wedge\vec{v})$$

Donc

$$\vec{r}\wedge\vec{v} = \frac{\vec{L}}{m}$$

Alors

$$\vec{\mu} = \frac{-e}{2}\frac{\vec{L}}{m}$$

$$\vec{\mu} = \gamma\vec{L}$$

Où

$\gamma = \frac{-e}{2m}$ (le rapport gyromagnétique).

Dans le cas de l'atome de Bohr ou

$$L = n\hbar,$$

on doit donc avoir

$$\mu = \gamma\, n\hbar = n(\frac{-e}{2m}\hbar)$$

$$\mu = -\, n\mu_B$$

La quantité $\mu_B = (\frac{e}{2m}\hbar)$ s'appelle le magnéton de Bohr

$$\mu_B = (\frac{e}{2m}\hbar) = \frac{h}{2\pi}\frac{e}{2m_e} = 9.273 \times 10^{-24} Am^2$$

A cette contribution s'ajoutent les moments cinétiques et les moments magnétiques de spin, correspondant au mouvement de rotation de l'électron sur lui-même et en plus rajoute le mouvement du noyau crée un champ magnétique qui va donc interagir avec le moment magnétique de spin de l'électron : Il s'agit du couplage spin-orbite.

Le moment cinétique total résultant est alors déterminé par le couplage spin-orbite en fonction de L et S et relié au nombre quantique J

On obtient

$$\mu_0 = g_j J \mu_B$$

où g_j le facteur de Landé

$$g_j = 1 + \frac{j(j+1) + s(s+1) - L(L+1)}{2j(j+1)}$$

Remarque

Les règles de Hund permettent de déterminer les configurations les plus stables et donc la valeur des nombres L, S, J.