

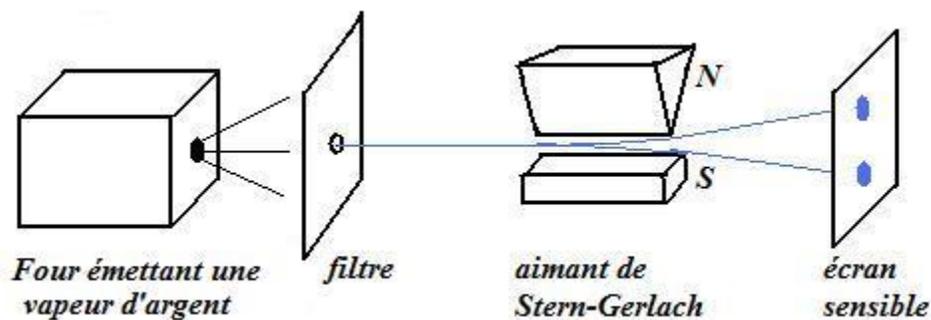
ETUDE DE L'ATOME D'HYDROGENE ET DES HYDROGENOUIDES

1. Historique
2. Théorie de Bohr
 - Spectre de l'hydrogène
 - Rayonnement dans la théorie de Bohr
 - Entraînement du noyau
3. Etude quantique
4. Moment orbital de l'électron et effet Zeeman
- 5. Spin de l'électron**

Spin de l'électron

Expérience de Stern et Gerlach

Dans cette expérience réalisée en 1922, on fait passer des atomes d'argent dans un champ magnétique non uniforme. Dans leur état fondamental les atomes d'argent ont un moment magnétique orbital nul. En physique classique, le faisceau ne devrait pas subir d'influence du champ magnétique. Or on constate une séparation en deux du faisceau comprenant chacun le même nombre d'atomes. On explique ce phénomène en introduisant (Goudsmit 1925) le moment cinétique de spin ou spin de nature quantique comparable à un moment cinétique intrinsèque.



Puisque le moment magnétique orbital des atomes d'argent est nul, alors l'interaction qui entraîne l'apparition de la déviation doit avoir pour origine un autre type de moment magnétique. Le fait que l'électron possède un moment cinétique intrinsèque ou spin donc l'électron possède un moment magnétique supplémentaire $\vec{\mu}_s$.

De la même façon que \vec{L} , le spin et son moment magnétique associé sont quantifiés en grandeur et en direction.

Puisque $L_z = m_l \hbar$; $m_l = -l, \dots, +l$; \vec{L} peut prendre $(2l + 1)$ orientations possibles.

De même si (s) est le nombre quantique de spin, nous ne pouvons avoir que $(2s + 1)$ orientation du moment cinétique de spin \vec{S} . Les $(2s + 1)$ orientations possibles en fait, nous donne que deux taches sur l'écran, d'où ;

$$2s + 1 = 2 \Rightarrow s = \frac{1}{2}$$

Alors

$$\vec{S} = \sqrt{s(s + 1)} \hbar = \sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2} + 1\right)} \hbar = \frac{\sqrt{3}}{2} \hbar$$

De même

$$S_z = m_s \hbar; \quad m_s = -s, \dots, +s = -\frac{1}{2}, \dots, +\frac{1}{2}$$

$$m_s = -\frac{1}{2}; +\frac{1}{2}$$

De la même façon que $\vec{\mu}_l$; $\left(\vec{\mu}_l = -\frac{e}{2m} \vec{L}\right)$

$$\vec{\mu}_s = -g_s \frac{e}{2m} \vec{S}$$

g_s est le rapport gyromagnétique ; $g_s = 2.002$

Ce que nous avons décrit jusqu'à présent est l'effet Zeeman normal, or il est beaucoup plus fréquent de rencontrer l'effet Zeeman anomal qui donne un arrangement plus compliqué.

Dans un champ magnétique, l'électron a donc une énergie

$$E_s = -\vec{\mu}_s \cdot \vec{B} = -\left(-g_s \frac{e}{2m}\right) \vec{S} \cdot \vec{B} = \left(g_s \frac{e}{2m}\right) \vec{S} \cdot \vec{B}$$

Pour $\vec{B} = B \vec{e}_z$

$$E_s = g_s \frac{e}{2m} S_z B; \quad S_z = m_s \hbar$$

$$E_s = g_s \frac{e}{2m} m_s B \hbar$$

Donc l'effet Zeeman anomal a un effet découplant chaque niveau d'énergie en deux sous niveaux (selon $m_s = -\frac{1}{2}; +\frac{1}{2}$)

L'atome d'hydrogène a donc deux moments cinétiques, orbital \vec{L} et de spin \vec{S} , d'où l'apparition du moment cinétique total \vec{J} de telle façon

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

Il faut alors introduire un nouveau nombre quantique j associé au moment cinétique total de l'atome. Les règles de composition des moments cinétiques montrent que pour une valeur de (l) et de (s)

$$|\vec{J}| = \sqrt{J(J+1)} \hbar; \quad J = l + s, l + s - 1, \dots, |l - s|$$

J_z est aussi quantifié ; $J_z = m_j \hbar$ avec $m_j = -J, -J + 1, \dots, +J$