

Moment magnétique de l'atome d'argent

Walther Gerlach (Francfort) et Otto Stern (Rostock)

(reçu le 1er avril 1922)

Dans trois courts traités, il était souligné que

1. l'étude de la déviation d'une structure moléculaire dans un champ magnétique permet de tester la quantification directionnelle¹),
2. la preuve a été apportée que l'atome d'argent normal à l'état gazeux a un moment magnétique²),
3. on a prouvé expérimentalement la quantification directionnelle dans un champ magnétique³
La présente note fournit la mesure du moment magnétique de l'atome d'argent.

Pour cela, deux choses sont nécessaires : premièrement, la distance z entre le faisceau atomique et le bord du pôle doit être maintenue aussi bien dans la zone non déviée (champ magnétique 0) que dans la zone déviée (champ magnétique \mathfrak{H}). L'état doit être connu avec précision. Deuxièmement, aux distances auxquelles les atomes déviés passent le long du tranchant, l'inhomogénéité du champ dans la direction perpendiculaire au faisceau $\left(\frac{\partial\mathfrak{H}}{\partial z}, \text{ s. I}\right)$ peut être mesurée.

Le premier objectif a été atteint grâce à de nouvelles améliorations de la méthode d'ajustement par des marques faites de fils de quartz fixés à l'extrémité du tranchant, qui peuvent être vues comme des "ombres" dans le dépôt d'argent des points de référence pour la mesure. Des ouvertures de fentes encore plus étroites (que dans III) ont été utilisées, ce qui a rendu les précipitations plus étroites.

L'inhomogénéité du champ magnétique a été déterminée sur toute la largeur du champ à partir des mesures du degré \mathfrak{H}^2 en mesurant directement la répulsion sur un très petit échantillon de bismuth d'un point à un autre et en mesurant l'intensité du champ, cela en modifiant la résistance d'un mince fil de bismuth tendu parallèlement au tranchant. Le tableau suivant montre l'inhomogénéité en Gauss par cm dans le plan de symétrie passant par le tranchant en fonction de la distance z sur ce fil du rasoir.

z mm	$\frac{\partial\mathfrak{H}}{\partial z} \times 10^{-4}$
0,15	23,6
0,20	17,3
0,30	13,5
0,40	11,2

¹O. Stern, ZS. f. Phys. 7, 249, 1921 (cité comme I).

²W. Gerlach et O. Stern, ibid 8, 110, 1921 (cité comme II).

³W. Gerlach et O. Stern, ibid 9, 349-352, 1922 (cité comme III).

La formule donnée en I pour calculer la déviation du faisceau atomique dans le champ magnétique est

$$s = \frac{M}{6R} \cdot \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial z} \cdot \frac{l^2}{T},$$

M est le magnéton de Bohr, R est la constante des gaz, T est la température absolue et l est la longueur du tranchant (voir I). Ceci a été modifié en augmentant d'abord la variabilité de $\frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial z}$ le long du trajet des rayons déviés et en la prenant en compte, et d'autre part, pour la vitesse de température moyenne (racine carrée de la vitesse moyenne) des atomes d'argent, ce n'est pas celle habituellement utilisée dans la formule ci-dessus $v = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$ mais on en a utilisé une plus élevée $v = \sqrt{\frac{4kT}{m}}$. La mesure de la vitesse des atomes d'argent sous les mêmes conditions de mesure (mesure du centre des bandes défléchies) avait montré que dans ce cas, on mesure une vitesse comprise entre ces deux valeurs⁵ On n'a donc pas le dénominateur 6 dans la formule ci-dessus, la valeur maximale théorique est 8 et on fixe une valeur moyenne de 7.

Seuls les rayons déviés ont été utilisés pour le calcul car pour le faisceau attiré en raison du fort élargissement et de l'irrégularité de la forme résultante près du tranchant (voir la figure en III), ni la mesure de la déviation ni l'inhomogénéité du champ si proche du tranchant ne pouvaient être mesurés.

La mesure et le calcul de deux enregistrements ont abouti à :

Enregistrement	Suppression du faisceau non dévié de la pointe	Diffraction moyenne du faisceau dévié	
		beob.	ber.
I.	0,32 mm	0,10 ₃ mm	0,11 ₁ mm
II.	0,21 mm	0,15 mm	0,14 ₆ mm

Le premier enregistrement est celui déjà reproduit dans la communication précédente (III). Nous accordons une plus grande importance au second enregistrement car il se déroule à travers les repères mentionnés ci-dessus et le type de réglage du parallélisme de la poutre non déviée et du tranchant et sa distance par rapport au tranchant au 1/100 mm était garanti. Néanmoins, nous pensons que les mesures ne sont pas exactement aussi grandes que ce qui ressort de ce que pourrait être l'accord de la déflexion observée calculée sur la base du magnéton de 5600 Bohr. Nous estimons la marge d'erreur à environ 10 %.

Les mesures montrent que la déviation du moment magnétique par rapport à la normale. L'atome d'argent à l'état gazeux est un magnéton de Bohr.

Les mesures ont été prises pendant les vacances de Pâques lors d'expériences effectuées à l'Institut de physique de Francfort. Nous remercions l'association des amis de l'Université de Francfort pour

⁴O. Stern, Z8. f. Phys. 3, 417, 1920.

⁵O. Stern, ibid 2, 49, 1920; 8, 417, 1990.

les fonds mis à disposition ainsi que M. E. Madelung pour ses précieux conseils à plusieurs reprises, notamment en ce qui concerne le développement de la méthode d'ajustement.

FRANCFORT, MARS 1922.