

ÉLECTRONIQUE. — *Remarques sur le moment magnétique et le moment de rotation de l'électron.* Note de M. **LOUIS DE BROGLIE**, présentée par M. M. de Broglie.

Pour l'électron magnétique et tournant, le rapport du moment magnétique \mathcal{M} au moment de rotation propre M est

$$(1) \quad \frac{\mathcal{M}}{M} = -\frac{e}{m_0 c}.$$

Cette valeur est égale au double de la valeur normale en raison du double magnétisme de l'électron comme il est bien connu. Mais la relation (1), valable dans le système propre de l'électron, n'est pas invariante pour une transformation de Lorentz et n'est pas valable dans tous les systèmes de référence. En effet, pour le moment magnétique, ce sont les *densités* des composantes qui se transforment comme les composantes $\mu_{12}, \mu_{23}, \mu_{31}$ d'un tenseur antisymétrique du second ordre tandis que, pour le moment de rotation, ce sont les composantes elles-mêmes qui se transforment ainsi.

On conçoit donc pourquoi les densités de moment magnétique propre

$$(2) \quad I_x = \mu_{23} = \frac{eh}{4\pi m_0 c} \sum_k \Psi_k^* \alpha_2 \alpha_3 \Psi_k, \dots$$

ne se transforment pas comme les densités de moment de rotation

$$(3) \quad \sigma_x = \frac{h}{4\pi} \sum_k \Psi_k^* \alpha_2 \alpha_3 \Psi_k, \dots$$

En fait, pour un électron au repos ou de faible vitesse (Ψ_1 et Ψ_2 négligeables devant Ψ_3 et Ψ_4), les vecteurs \vec{I} et $\vec{\sigma}$ ont la même direction et sont dans le rapport $-e/m_0 c$ tandis que, pour un électron animé d'une vitesse voisine de c , les deux vecteurs sont presque normaux.

Un raisonnement, souvent reproduit, de M. Dirac conduit à faire correspondre aux composantes du moment magnétique propre les opérateurs

$$(4) \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_2 \alpha_3, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_3 \alpha_1, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_1 \alpha_2,$$

et à celles du moment électrique les opérateurs

$$(5) \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_1, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_2, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_3.$$

Cette correspondance n'est pas satisfaisante pour les raisons suivantes : 1° comme M. Dirac l'a lui-même remarqué, les opérateurs (5) ne sont pas hermitiques; 2° d'après (4) le moment magnétique et le moment de rotation correspondraient aux mêmes opérateurs, ce qui ne doit pas être puisque ces grandeurs ne sont pas covariantes; 3° les opérateurs (4) et (5) ne correspondent pas aux densités de valeurs moyennes du moment magnétique et du moment électrique suivant les règles générales de la nouvelle Mécanique.

Fort heureusement, on peut aisément modifier le raisonnement de M. Dirac en remarquant que le rôle joué dans l'ancienne Mécanique par la masse propre m_0 est joué dans la théorie de Dirac par l'opérateur $-\alpha_4 m_0$. Ceci conduit à faire correspondre aux composantes du moment magnétique les opérateurs

$$(6) \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_2 \alpha_3 \alpha_4, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_3 \alpha_1 \alpha_4, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_1 \alpha_2 \alpha_4$$

et à celles du moment électrique les opérateurs

$$(7) \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_1 \alpha_4, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_2 \alpha_4, \quad \frac{eh}{4\pi m_0 c} i\alpha_3 \alpha_4,$$

tout se trouve ainsi remis en ordre.

Nous terminerons en ajoutant une petite remarque à une Note que nous avons récemment communiquée ⁽¹⁾. Si, dans les formules qui figurent à la fin de cette Note, on fait $v_1 = -v_2$, $\Delta_1 = -\Delta_2$, on obtient la représentation d'une onde lumineuse par la superposition d'une onde à énergie positive et d'une onde à énergie négative, égale et de signe contraire. Cette hypothèse pourrait mériter de retenir l'attention; mais la fréquence du champ électromagnétique serait double de celle de l'onde Ψ , ce qui paraît constituer une difficulté.

(1) *Comptes rendus*, 193, 1932, p. 536.