

Le champ moléculaire

Autor(en): **Weiss, Pierre**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Archives des sciences physiques et naturelles**

Band (Jahr): **3 (1921)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-741074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

dans leur ensemble, par suite de leurs disymétries particulières, ce phénomène entraîne nécessairement une *répulsion moyenne* superposée à ces autres actions et croissant très vite à petite distance.

Le calcul montre cependant que les énergies potentielles auxquelles on arrive ainsi sont beaucoup trop faibles en regard de celles qu'accusent les fluides.

Cela constaté, l'auteur s'était alors adressé aux actions *électrostatiques* des orbites circulaires négatives à centre de charge positive égale, et il avait pu se convaincre, mais sans cependant pousser le calcul dans le détail, que l'action moyenne d'un tel système sur une charge conduit à des énergies positives de l'ordre désiré.

TANK, F. et HERZOG, A. (Zurich). — *Recherches sur les oscillations dans les tubes à vide élevé.*

Comme on sait, les phénomènes dynamiques dans les tubes à électrons sont peu accessibles au calcul; c'est pourquoi l'établissement d'oscillogrammes est d'une importance particulière pour leur étude. La grande constance des tubes à vide élevé permet d'utiliser le pendule d'Helmholz dont l'emploi est en général rare.

Les recherches ont été faites à l'aide d'un très bon pendule d'Helmholz sur un tube R. E. 16 Telefunken. La fréquence était de 1000 à 2000 oscillations par seconde. Par suite de l'absence d'inertie des tubes à électrons, on peut admettre que les résultats obtenus pour les basses fréquences gardent leur valeur pour des fréquences sensiblement plus élevées.

Nous avons étudié des connexions de réception et d'émission. L'usage de l'effet redresseur au point de courbure des lignes de courant d'anode ou de réseau est commun à toutes les connexions de réception. Ces effets paraissent très nettement dans l'oscillographe. En particulier, on peut étudier en détail le rôle des condensateurs à bloc avec des résistances en parallèle.

Si une connexion d'émission possède un circuit simple d'oscillation avec accouplement en retour, une seule des oscillations apparaît. Si les circuits sont couplés, l'une des oscillations prédomine tandis que l'autre est atténuée ou étouffée. Les oscillogrammes rendent compte de ceci dans tous les détails. Pour plus de détails nous renvoyons à un mémoire qui paraîtra prochainement dans le *Jahrbuch für drahtlose Telegraphie*.

WEISS, Pierre (Strasbourg). — *Le Champ moléculaire.*

Le champ moléculaire a été imaginé comme une hypothèse simple permettant d'introduire dans les calculs les actions mutuelles entre les

aimants élémentaires d'une substance magnétique. Sous sa première forme, cette hypothèse s'exprime par l'équation :

$$H_m = n\sigma$$

où H_m est le champ moléculaire, σ l'intensité d'aimantation et n une constante. Cette hypothèse a rendu de grands services. Elle a donné pour la première fois une déduction de la loi de variation de l'aimantation à saturation des ferromagnétiques avec la température. Elle a donné pour ces mêmes corps, au dessus du Point de Curie la loi de variation du coefficient d'aimantation χ avec la température

$$\chi (T - \theta) = C$$

où C est la constante de Curie.

En donnant au coefficient n trois valeurs différentes n_1, n_2, n_3 pour les trois axes principaux on reproduit les phénomènes si riches d'aspects de l'aimantation de la pyrrhotine. Cette hypothèse donne aussi la discontinuité des chaleurs spécifiques vraies au Point de Curie et le phénomène magnétocalorique.

J'ai montré que s'il est commode de se représenter le champ moléculaire comme un champ magnétique qui s'ajoute au champ extérieur, cela n'est nullement nécessaire. Point n'est besoin de faire une hypothèse sur la nature des actions mutuelles, il suffit que l'équation ci-dessus reproduise leur grandeur. Il y a même des raisons péremptoires pour admettre qu'elles ne sont pas magnétiques. Les molécules qui possèdent les moments les plus grands ne sont pas celles qui donnent lieu aux champs moléculaires les plus forts. Les champs moléculaires que l'on peut déduire de l'étude des métaux ferromagnétiques sont de plusieurs millions de gauss, alors que par un calcul calqué sur la théorie des diélectriques la formule de Lorentz donnerait un champ mille fois plus faible.

Puisqu'il est actuellement établi que les atomes sont formés de charges électriques élémentaires il est naturel de chercher l'origine des actions mutuelles dans les phénomènes électrostatiques. L'objection tirée de l'ordre de grandeur disparaît alors. En effet Debye a développé en 1913 une théorie de la polarisation diélectrique qui a une grande analogie avec la théorie du champ moléculaire et dans laquelle le champ électrostatique interne calculé au moyen de la formule de Lorentz fournit des couples suffisants pour lutter contre l'agitation thermique et place le point analogue au Point de Curie à une distance notable au dessus du zéro absolu. Il suffirait donc que les corps magnétiques eussent, outre le moment magnétique, un moment diélectrique de même ordre de grandeur que celui, par exemple, du rutile.

Néanmoins, même pour l'interprétation électrostatique du champ moléculaire certaines difficultés persistent si, comme cela paraît s'imposer, on attribue au champ moléculaire les curieux effets d'aimantation de contact observés par Maurain sur les lames minces.

Dans ces conditions il y a un réel avantage à donner du champ moléculaire une définition énergétique qui ne préjuge rien de sa nature. Quand on fait agir un champ magnétique H sur un paramagnétique sans actions mutuelles des aimants élémentaires le travail dépensé sur cette substance est $Hd\sigma$; il va se fondre dans l'énergie de l'agitation thermique. Si les actions mutuelles se traduisaient par un champ magnétique H_m , un nouveau travail $H_m d\sigma$ viendra s'ajouter au premier pour augmenter, lui aussi, l'agitation thermique. Mais ce travail sera produit aux dépens de l'énergie du système, donc

$$-dU = H_m d\sigma$$

En définissant le champ moléculaire par

$$H_m = - \frac{\partial U}{\partial \sigma}$$

on procède d'une manière analogue à ce qui a été fait pour la pression interne dont la définition la plus satisfaisante est

$$\pi = \frac{\partial U}{\partial v}$$

où v est le volume.

Avec cette définition les problèmes relatifs à l'aimantation des ferromagnétiques s'énoncent très simplement. On a pour la variation d'énergie :

$$dU = c_\sigma dt - H_m d\sigma$$

c_σ étant la chaleur spécifique à aimantation constante et t et σ les deux variables. Il s'ensuit

$$\frac{\partial c_\sigma}{\partial \sigma} = - \frac{\partial H_m}{\partial t} \quad (1)$$

et pour la chaleur élémentaire

$$dQ = c_\sigma dt - (H + H_m) d\sigma \quad (2)$$

et par suite la chaleur spécifique :

$$\frac{dQ}{dt} = c_\sigma - (H + H_m) \frac{d\sigma}{dt} \quad (3)$$

et en l'absence de champ extérieur :

$$\frac{dQ}{dt} = c_{\sigma} - H_m \frac{d\sigma}{dt} \quad (4)$$

Le second terme provient de la disparition progressive de l'aimantation spontanée et s'annule brusquement quand cette disparition est achevée. C'est ce qui fait la discontinuité de la chaleur spécifique vraie au Point de Curie. Sa grandeur est connue quand H_m et la variation de σ avec t sont connus.

Pour une aimantation adiabatique on a

$$dt = \frac{H + H_m}{c_{\sigma}} d\sigma \quad (5)$$

C'est le phénomène magnétocalorique.

Enfin le problème de l'étude magnétique d'une substance sera résolu si l'on connaît σ en fonction des deux variables H et T . La topographie d'une fonction de deux variables est un problème expérimental incomparablement plus étendu que la détermination de deux fonctions d'une variable. Or il se trouve que l'application du principe de Carnot, combinée avec une constatation expérimentale : dans des intervalles de température notables la relation entre H et T qui correspond à une valeur donnée de σ est linéaire, ramène le problème de l'aimantation à ce cas plus simple. On a en effet, pour l'accroissement de l'entropie S

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{c_{\sigma} dt}{T} - \frac{H + H_m}{T} d\sigma$$

d'où

$$\frac{\partial c_{\sigma}}{\partial \sigma} = - T \frac{\partial \frac{H + H_m}{T}}{\partial T} \quad (6)$$

et par la combinaison de (1) et de (6)

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{H + H_m}{T} \quad (7)$$

et en introduisant dans (6)

$$\frac{\partial c_{\sigma}}{\partial \sigma} = - T \frac{\partial^2 H}{\partial T^2} \quad (8)$$

Si donc les lignes d'égle aimantation en T et H sont droites, (8) donne $\frac{\partial c_{\sigma}}{\partial \sigma} = 0$. Il en résulte, d'après (1), que le champ moléculaire est une fonction de σ seulement ainsi que, d'après (6), $\frac{H + H_m}{T}$. La

connaissance que donne l'expérience d'une famille de droite en T et H pour $\sigma = \text{constante}$ donne ces deux fonctions et résout par conséquent le problème de l'aimantation.

WILLIGENS, Chs. (Interlaken). — *Sur l'impossibilité du déplacement des raies solaires par le champ de gravitation.*

Considérons les deux formes quadratiques identifiées

$$dx'^2 - c_0^2 dt'^2 = \left(1 + \frac{\alpha}{x}\right) dx^2 - \left(1 - \frac{\alpha}{x}\right) c_0^2 dt^2$$

proposons nous de déterminer les fonctions

$$x' = \varphi(x, t) \quad t' = \psi(x, t)$$

permettant de passer de l'une à l'autre. Cette identification sert de point de départ à Einstein pour calculer le déplacement des raies spectrales. Substituons dx' et dt' et identifions :

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 - \left(\frac{\partial \psi}{\partial x}\right)^2 = 1 + \frac{\alpha}{x} \quad (1) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial x} \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \frac{\partial \psi}{\partial x} \frac{\partial \psi}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right)^2 - \left(\frac{\partial \psi}{\partial t}\right)^2 = 1 - \frac{\alpha}{x} \quad (3)$$

nous avons 3 relations pour déterminer 2 fonctions φ et ψ

Dérivons (1) nous obtenons en tenant compte de (2)

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} : \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} : \frac{\partial \psi}{\partial x}$$

ou en intégrant et en passant des logarithmes aux fonctions :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial x} k(t)$$

Cette dernière relation joint à (1) donne

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = T_1 \sqrt{1 + \frac{\alpha}{x}} \quad \frac{\partial \psi}{\partial x} = T_2 \sqrt{1 + \frac{\alpha}{x}} \quad (4)$$

T_1 et T_2 sont des fonctions de t seul, de même que k . Des relations (4) on tire en intégrant :

$$\varphi = T_1 F(x) + T_3 \quad \psi = T_2 F(x) + T_4 \quad (4')$$

où

$$F'(x) = \sqrt{1 + \frac{\alpha}{x}}$$

et T_3 et T_4 désignant des fonctions de t seul.

La relation (1) donne

$$T_1^2 - T_2^2 = 1 \quad (5)$$

et en dérivant

$$T_1 T_1' - T_2 T_2' = 0 \quad (6)$$

Les relations (4') donnent d'autre part

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = T_1' F(x) + T_3' \quad \frac{\partial \psi}{\partial t} = T_2' F(x) + T_4'$$

Substituons ces relations dans (2) en tenant compte de (6) on obtien

$$T_1 T_3' - T_2 T_4' = 0 \quad (7)$$

Si nous substituons également dans (3) nous obtenons en ordonnant par rapport à $F(x)$

$$\begin{aligned} (T_1'^2 - T_2'^2) F(x)^2 + 2(T_1' T_3' - T_2' T_4') F(x) + (T_3'^2 - T_4'^2) \\ - \left(1 - \frac{\alpha}{x}\right) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

Cette équation en $F(x)$ doit admettre des racines ne dépendant plus de t . En exprimant la somme et le produit de ces racines à l'aide des coefficients et en dérivant par rapport à t on voit que les coefficients se réduisent à des constantes multipliées par une même fonction de t qui se met en facteur commun dans le premier membre et qu'on peut faire disparaître. Posons donc :

$$T_1'^2 - T_2'^2 = -m^2 \quad (9) \quad T_1' T_3' - T_2' T_4' = m^2 F(x_0) \quad (10)$$

m et x_0 désignant des constantes, de (7) et (10) on tire

$$T_3' = -T_1' F(x_0) \quad T_4' = -T_2' F(x_0)$$

en tenant compte de (6), donc

$$T_3 = -T_1 F(x_0) - x_0' \quad T_4 = -T_2 F(x_0) - t_0'$$

Nous obtenons donc en substituant

$$x' - x_0' T_1 [F(x) - F(x_0)] \quad (11) \quad t' - t_0' = T_2 [F(x) - F(x_0)] \quad (12)$$

il reste à déterminer T_1 et T_2 . Des relations (5) et (9) on tire

$$T_1'^2 = m^2 (T_1^2 - 1) \quad (13)$$

donc

$$T_1 = \text{Ch } m(t - t_0) \quad T_2 = \text{Sh } m(t - t_0)$$

et en définitive

$$\left. \begin{aligned} x' - x'_0 &= \text{Ch } m (t - t_0) [F(x) - F(x_0)] \\ t' - t'_0 &= \text{Sh } m (t - t_0) [F(x) - F(x_0)] \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

nous n'avons pas fait intervenir le troisième coefficient de la relation (8). Si de (14) nous tirons dx' et dt' et si nous essayons d'identifier les formes quadratiques, nous trouvons

$$dx'^2 - c_0^2 dt'^2 = \left(1 + \frac{\alpha}{x}\right) dx^2 - m^2 [F(x) - F(x_0)]^2 c_0^2 dt^2$$

on devrait donc avoir

$$m \int_{x_0}^x \sqrt{1 + \frac{\alpha}{x}} dx = \sqrt{1 - \frac{\alpha}{x}}$$

Ceci est impossible. Il n'existe donc pas de substitution répondant à la question.

Ainsi, dans ce cas très simple, il n'est pas possible d'établir une transformation permettant de passer d'un système galiléen au système gravitique, comme la transformation de Lorentz permet de passer d'un système galiléen à un autre. Il n'est donc pas possible en particulier de comparer les fréquences lumineuses d'un atome vibrant placé tantôt dans le système galiléen, tantôt dans le champ gravitique.

GUILLAUME, Ed. (Berne). — *Représentation graphique de l'Optique des corps en mouvement.*

La présente communication a pour but de montrer comment une représentation graphique remarquable permet d'obtenir les relations de l'Optique des corps en mouvement, pourvu toutefois que l'on admette le temps universel.

Considérons comme d'habitude deux systèmes trirectangle $S_1(x_1, y_1, z_1)$ et $S_2(x_2, y_2, z_2)$ en translation relative uniforme de vitesse v , le long de leurs axes $O_1 x_1$ et $O_2 x_2$ supposés coïncidents. Pour faciliter l'exposé, imaginons-nous les systèmes comme des milieux continus M_1 et M_2 se traversant librement, tels deux gaz qui diffusent l'un dans l'autre. Produisons un ébranlement lumineux à l'origine O_2 de S_2 au moment où elle coïncide avec O_1 . Cet ébranlement se propagera dans toutes les directions avec la vitesse $c_0 = 300\,000$ km/sec dans le milieu M_2 , de sorte qu'au bout d'une seconde nous obtiendrons en portant les vecteurs c_0 dans toutes les directions à partir de O_2 un hodographe *sphérique*:

$$c_2 = c_0 \quad (1)$$