

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 13 (1960)
Heft: 9: Colloque Ampère

Artikel: Action d'un champ magnétique sur la constante diélectrique des liquides purs
Autor: Piekara, A. / Chelkowski, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-738532>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 21.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Action d'un champ magnétique sur la constante diélectrique des liquides purs

par A. PIEKARA et A. CHELKOWSKI

Institut de Physique de l'Académie polonaise des Sciences
Université A. Mickiewicz, Poznan — Laboratoire Cotton, Bellevue

Si on place un liquide diélectrique dans un champ magnétique très intense on doit, en principe, observer un changement $\Delta\epsilon^m$ de la constante diélectrique. On a $\Delta\epsilon^m = \epsilon - \epsilon_0$ où ϵ représente la constante diélectrique mesurée dans le champ magnétique, tandis que ϵ_0 désigne la même grandeur mesurée sans champ. Cet effet, dit saturation diélectrique dans un champ magnétique, a été calculé pour les gaz par Van Vleck [1] et ensuite pour les liquides diamagnétiques par Buckingham [2] et par Kielich et l'auteur [3]. Etant extrêmement petit, il n'a pas été observé jusqu'à présent pour les liquides purs, quoique de nombreux efforts aient été faits. Cependant, un effet énorme a été observé pour les cristaux liquides dans une phase nématique [4].

La théorie [5] conduit à la formule:

$$\Delta \epsilon^m = Q^{em} S_M^{em} H^2$$

où Q^{em} est un facteur contenant les grandeurs macroscopiques et dépendant du champ interne admis (Lorentz ou Onsager). S_M^{em} est une constante molaire de la saturation diélectrique dans un champ magnétique qui, dans le cas des deux champs E et H parallèles, est de la forme:

$$S_M^{em} = \frac{8 \pi N_A}{135} \left(\frac{\mathcal{X}^e \mathcal{X}^m}{k T} R_{CM} + \frac{\mathcal{X}^m s \mu^2}{k^2 T^2} R_K \right),$$

\mathcal{X}^e et \mathcal{X}^m étant les anisotropies: électriques ($a_{33}^e - a_{11}^e$) et magnétique ($a_{33}^m - a_{11}^m$), admettant le cas des molécules avec symétrie de rotation. R_{CM} et R_K sont les mêmes « facteurs de corrélation » qui apparaissent dans les formules exprimant les biréfringences, magnétique et électrique.

De la sorte, nous pouvons calculer $\Delta\epsilon^m$ pour un liquide si nous connaissons ses constantes de Cotton-Mouton et de Kerr. Ainsi, pour le nitrobenzène, en admettant le champ interne de Lorentz, on obtient

$$\Delta \epsilon^m = 3,6 \cdot 10^{-14} H^2 ,$$

tandis que pour le champ interne d'Onsager on a :

$$\Delta \epsilon^m = 2,6 \cdot 10^{-14} H^2 .$$

La méthode expérimentale a été développée pendant plusieurs années. Le condensateur à liquide était un condensateur plan à trois plaques, très robuste, enfermé dans une boîte métallique plane. La principale source de perturbations était l'échauffement des plaques par courants de Foucault. C'est pourquoi la méthode d'observation consistait à mesurer seulement l'accroissement différentiel $\Delta \epsilon_{diff}^m$ ayant place lors de l'augmentation du champ magnétique de la valeur initiale H_0 jusqu'à $H_0 + h$, où $h \ll H_0$. De la sorte, l'effet mesuré croît avec $2 H_0 h$, tandis que l'effet parasite ne croît qu'avec h^2 et devient négligeable. De plus, les trois plaques du condensateur étaient divisées par trois fentes radiales.

Le dispositif de mesures est composé de deux générateurs H.F., dont l'un, générateur de mesures, comportait le condensateur à liquide examiné, et l'autre était un générateur à quartz. L'égalité de fréquences étant établie, on peut établir une certaine différence de *phases* à l'aide d'un mixeur à deux tubes et un galvanomètre. Les petits changements de capacité du condensateur à liquide examiné (provoqués par les changements du champ magnétique) ont été mesurés sur l'échelle du galvanomètre, le dispositif étant étalonné à l'aide d'un condensateur linéaire très précis.

En tenant compte de toutes les sources d'erreur, on obtient une précision des mesures de $\Delta \epsilon_{diff}^m$ de $\pm 0,2 \cdot 10^{-5}$ qui correspond, pour les champs magnétiques que nous avons à notre disposition à Bellevue, à une erreur ne dépassant pas 10%.

Nous pouvons exprimer les résultats de nos recherches sous la forme :

$$\Delta \epsilon^m = A H^2$$

où $A = Q_M^{em} S^{em}$. Pour le nitrobenzène (à 20° C), très soigneusement purifié, nous avons trouvé une augmentation de la constante diélectrique, correspondant à :

$$A = (2,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-14}$$

en accord avec la théorie admettant le champ interne d'Onsager. Pour le tétrachlorure de carbone nous n'avons trouvé aucun effet observable.

Nous avons examiné aussi quelques liquides de la série aliphatique, ayant une constante diélectrique considérable et en même temps une très faible biréfringence magnétique. On a observé de tout petits effets ne dépassant pas les limites d'erreurs. Ainsi pour le 1, 2-dichloroéthane et les alcools :

n-butylique, iso-butylique, et iso-propylique, nous pouvons mettre: $A = (0 \pm 0,3) \cdot 10^{-14}$.

En terminant nous tenons à remercier le Ministère des Ecoles Supérieures en Pologne et le Centre National de la Recherche Scientifique en France pour les possibilités qui nous ont été offertes afin d'effectuer cette recherche, dans sa dernière phase, en France. Nous voulons remercier également le professeur P. Jacquinet, directeur du Laboratoire du grand électro-aimant et des basses températures du C.N.R.S., à Bellevue, qui a mis à notre disposition le grand électro-aimant Cotton et nous a apporté son expérience, ainsi qu'aux professeurs R. Lucas et R. Freymann, de la Sorbonne, M. Scherrer, de l'Université de Caen, et au D^r A. D. Buckingham, de l'Université d'Oxford, pour l'aide importante dans cette recherche et ses discussions fructueuses. Nous remercions aussi le D^r Z. Pajak pour la purification de quelques liquides. Enfin, nous remercions les mécaniciens, MM. J. Miszkin, J. Gierszal et autres, qui ont construit les condensateurs à liquide et les condensateurs linéaires avec une précision remarquable.

RÉFÉRENCES

1. VAN VLECK, J. H. *The Theory of Electric and Magnetic susceptibilities*, Oxford University Press, London, 1932.
2. BUCKINGHAM, A. D. *Proc. Phys. Soc. B* 70, 753, 1957.
3. PIEKARA, A. et S. KIELICH, *Acta Phys. Pol.* 17, 209, 1958.
4. JEZEWSKI, M., *J. Phys. Radium*, 5, 59, 1924; *Z. Phys.* 52, 268, 878, 1929; Kast W., *Ann. Phys.* 73, 145, 1924; *Z. Phys.* 42, 81, 1927.
5. PIEKARA, A. et S. KIELICH, *Arch. Sc.*, 11, 304, 1958 (fascicule spécial).

DISCUSSION

M. Gabillard. — Pouvez-vous nous donner quelques indications sur la méthode expérimentale que vous avez utilisée pour la mise en évidence de $\Delta\varepsilon$ aussi petits. Je suppose qu'il doit s'agir d'une technique très élaborée.

MM. Piekara et Chelkowski. — La méthode de mesures des changements de la constante diélectrique $\Delta\varepsilon$ est basée sur les mesures des petits changements de la capacité. Nous avons utilisé deux méthodes pour mesurer la saturation diélectrique dans un champ électrique, notamment: une méthode de battements pour le champ continu (A. Chelkowski) et une méthode hétérodyne pour le champ d'impulsions (J. Malecki). La précision de la méthode de battements était de 10^{-5} - 10^{-6} pour $\Delta\varepsilon$, tandis que celle de la méthode d'impulsions ne dépassait pas 10^{-5} . Pour la mise en évidence de l'effet de la saturation diélectrique dans un champ magnétique, nous avons appliqué une méthode se basant sur les mesures de différence de phase entre un circuit contenant le condensateur avec le liquide examiné et un circuit-étalon. La précision de cette méthode était de 10^{-6} - 10^{-7} pour $\Delta\varepsilon$ dans des conditions très soigneusement élaborées.