Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 14 (1932)

Artikel: La dispersion anomale de l'alcool amylique dans les ondes courtes
Autor: Weigle, J. / Luthi, R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-740827

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.07.2025

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

réflexion se fait, n est l'ordre de l'interférence et λ la longueur d'onde des rayons X. Si cette distance réticulaire varie, il se produira une variation correspondante de l'angle θ et par conséquent, d'après (1), une variation ΔL dans la position des rayons réfléchis. On trouve alors que:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\Delta L}{4r \operatorname{tg} \theta} \cdot \qquad (3)$$

Comme la longueur L peut être facilement mesurée au dixième de mm et que, dans notre appareil, l'angle θ utile varie entre 70° et 83° (tg 70° = 2.74, tg 85° = 11,43), on trouve que $\frac{\Delta d}{d}$ varie approximativement entre les limites 10^{-4} et 10^{-5}. Cela nous indique la précision avec laquelle les distances réticulaires peuvent être mesurées. Les distances des réseaux cristallins étant de l'ordre de $2\ 10^{-8}$, notre appareil permet donc de mesurer dans le cas le plus favorable $2\ 10^{-13}$ cm. La même relation (3) existant pour des variations de longueur d'onde $\frac{\Delta \lambda}{\lambda}$, on voit que le pouvoir dispersif de notre appareil est grand.

Nous avons pu facilement mettre en évidence le changement de distance entre les atomes d'un cristal de chlorure de sodium lorsque sa température varie de 10° centigrades et nous nous proposons de déterminer, au moyen de cet appareil, les dilatations vraies des cristaux sous l'influence de la température.

Ce travail a été effectué au laboratoire Reiger de l'Institut de Physique.

Université, Genève.

J. Weigle et R. Luthi. — *La dispersion anomale de l'alcool amylique dans les ondes courtes.*

Introduction.

Debye [1] a étudié au point de vue théorique le comportement des molécules à moment électrique permanent (dipoles) placées dans un champ électrique, en fonction de la fréquence du champ, de la température, de la dilution et de la nature du

[1] DEBYE, *Polare Molekeln* (1929).

solvant. Pour les petites concentrations, en négligeant l'interaction des molécules immédiatement voisines, la valeur du moment électrique permanent moyen $\overline{m}$ des molécules placées dans un champ constant faible est donnée par l'expression:

$$\overline{m} = \frac{\mu^2}{3kT} \tag{1}$$

où μ est le moment électrique moléculaire, k la constante de Boltzmann et T la température absolue. Ce moment moyen diminue quand la température augmente, à cause de l'agitation thermique. La polarisation est:

$$P = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2}\frac{M}{\rho} = \frac{4\pi}{3}N\left(\alpha + \frac{\mu^2}{3kT}\right) \tag{2}$$

où ε est la constante diélectrique, M le poids moléculaire, ρ la densité, N le nombre d'Avogadro et α la déformabilité.

Dans le cas d'un champ alternatif, Debye considère le temps de relaxation:

$$\tau = \frac{\zeta}{2kT}. \tag{3}$$

C'est le temps nécessaire pour que le moment électrique moyen produit par un champ constant, diminue dans le rapport $\frac{1}{e}$ quand on supprime le champ. Le facteur ζ est le coefficient de frottement défini par:

$$\mathfrak{M} = \zeta\Omega \tag{4}$$

où $\mathfrak{M}$ est le moment de rotation et Ω la vitesse angulaire. Si l'on suppose la loi de Stokes applicable, la formule (3) devient:

$$\tau = \frac{6\pi a^3\eta}{2kT} \tag{5}$$

où a est le rayon de la molécule, et η le coefficient de viscosité. Pour un champ électrique de période peu différente de τ, le liquide polaire envisagé présente le phénomène de dispersion anomale. On a plus précisément:

$$\omega\tau = \frac{\varepsilon_0 + 2}{\varepsilon_1 + 2}\sqrt{\frac{1}{2}\left\{\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_1 + \varepsilon_0} + \sqrt{4 + \left(\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_0}{\varepsilon_1 + \varepsilon_0}\right)^2}\right\}} \tag{6}$$

où ε_1 est la constante diélectrique dans un champ constant, ε_0 la constante diélectrique dans un champ de fréquence infinie et ω la pulsation[1] pour laquelle la constante diélectrique ε vaut

$$\frac{\varepsilon_0 + \varepsilon_1}{2} .$$

Pour vérifier expérimentalement cette théorie, il faut disposer de champs électriques de très haute fréquence; en effet, pour l'eau par exemple, la formule (5) donne, pour l'ordre de grandeur de τ, la valeur:

$$\tau = 0{,}25 \,.\, 10^{-10} \text{ seconde} ,$$

c'est-à-dire qu'on a besoin d'oscillations électriques de l'ordre du centimètre de longueur d'onde. Ces ondes sont difficiles à produire et à utiliser. Cette même formule (5) laisse espérer qu'en dissolvant le liquide polaire à étudier dans un milieu de haute viscosité, on obtiendrait la dispersion anomale pour des ondes de l'ordre du mètre, faciles à étudier. Plusieurs auteurs ont déjà obtenu des résultats dans cette voie [2]. Mais ces expérimentateurs se sont contentés d'étudier la dispersion anomale en fonction de la température pour une seule longueur d'onde, ou bien n'ont obtenu qu'une petite partie de la courbe de dispersion.

Ces résultats sont difficiles à interpréter. Misushima [3] a étudié des liquides purs (alcool) et n'est donc pas, apparemment, dans les conditions requises par la théorie [4]. Il obtient malgré cela une bonne vérification de la théorie de Debye.

[1] Nombre d'oscillations dans 2π secondes.

[2] Heim, Z. f. Hochfr., 40, H. 5/6 (1927);
Kitchin et Muller, Phys. Rev., 32, 979 (1928);
J. H. L. Johnstone et John Warren Williams, Phys. Rev., 34, 1483 (1929);
Goldammer et Sack, Phys. Zeitschr., 31, 224 (1930);
Muller et Sack, Phys. Teitschr., 31, 815 (1930);
R. Goldammer, Phys. Zeitschr., 33, 361 (1932).

[3] Misushima, Bull. of the Che. Soc., of Japan, t. I, n° 3, p. 47.
Misushima, Proc. of the Imp-Acad. Tokio, t. IV, n° 5, p. 205.

[4] On sait que la polarisation des alcools change beaucoup avec la concentration. Ce fait, peut être attribué à l'interaction des molécules que la théorie néglige.

Il nous a semblé intéressant de chercher à obtenir la courbe de dispersion complète en fonction de la longueur d'onde, dans le cas des solutions diluées, qui se rapprochent davantage des conditions théoriques.

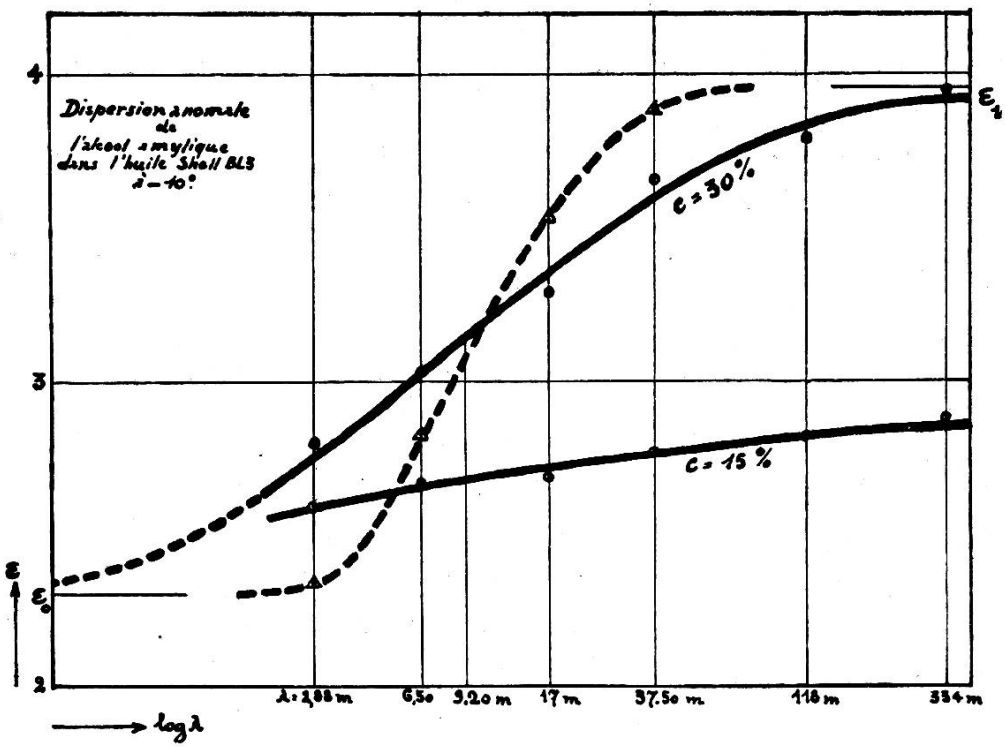
Expériences.

Nous disposons d'une gamme de longueurs d'ondes allant de 2,88 m. à 334 m. Les oscillations électriques sont produites par un oscillateur symétrique à lampes. Un ondemètre précis permet de contrôler la longueur d'onde à tout instant. La mesure des constantes diélectriques est faite par la méthode de résonnance. La mesure du courant de résonnance donne une valeur approximative de l'absorption. Cette absorption reste faible pour les concentrations étudiées; il n'y a donc pas lieu de faire une correction aux lectures, le point de résonnance n'étant pas sensiblement déplacé par l'absorption.

Nous avons dissous l'alcool amylique, qui, à l'état pur, donne, à la température ordinaire, une dispersion anomale pour des ondes de l'ordre du mètre, dans des huiles minérales de haute viscosité ne possédant pas de moment électrique. Dès le début de nos essais, il a été établi que l'expression (5), comme on pouvait s'y attendre, ne rend pas compte des faits. Dans le cas étudié, le coefficient ζ de Debye ne peut pas être calculé à partir de la viscosité mesurée dans un viscosimètre ordinaire. La viscosité η, calculée par la formule (5) supposée applicable, est plusieurs centaines de fois plus petite que la viscosité mesurée.

L'huile la plus visqueuse que nous avons étudiée a été mise à notre disposition par la maison Shell. C'est le type Shell B L 3 qui possède, à 18°, une viscosité de 18 poises environ. La solution d'alcool amylique dans cette huile ne donne, à 18°, qu'un commencement de dispersion, pour l'onde de 2,88 m, alors que d'après (5) elle devrait donner la dispersion complète dans la gamme de longueurs d'ondes dont nous disposons. Nous avons dû refroidir à — 10° pour obtenir la courbe que montre la figure. L'abaissement de température agit de deux façons pour faciliter la dispersion: en augmentant le temps de relaxation, et en augmentant la viscosité. A la température de — 10°, l'huile

Shell B L 3 reste claire, ne se fige pas et ne change pas d'aspect, mais prend une viscosité plus grande. La figure montre les courbes obtenues avec les deux concentrations de 30% et 15% en volume. Ces courbes ne suivent pas la théorie. Leur



pente est beaucoup trop faible. Nous donnons en pointillé la courbe théorique pour la concentration 30%, calculée par la formule de Debye :

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_0}{1 + \left(\frac{\varepsilon_1 + 2}{\varepsilon_0 + 2}\right)^2 \omega^2 \tau_2} \qquad (7)$$

où τ est calculé par la formule (6) et ω, ε_1 et ε_0 déterminés expérimentalement.

Conclusions.

Nous continuons ces expériences en les étendant à différents alcools et à d'autres liquides polaires. Des renseignements plus complets permettront de tirer des conslusions importantes sur la nature de la viscosité entre molécules et sur la structure des liquides en général.

Institut de Physique, Université, Genève.