

Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 10 (1928)

Artikel: Dans un mélange de deux liquides : les "contractions de réfringence et de densité" sont de même signe
Autor: Counson, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-742786>

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: 23.01.2025

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

Dans un mélange de deux liquides

LES "CONTRACTIONS DE RÉFRINGENCE ET DE DENSITÉ"

SONT DE MÊME SIGNE

PAR

L. COUNSON

L'indice de réfraction n d'un mélange de deux liquides dépend des indices n_1, n_2 des deux constituants, ainsi que des densités respectives de ceux-ci. La traduction de cette dépendance a été faite de différentes manières, notamment comme suit:

$$P \frac{n-1}{D} = P_1 \frac{n_1-1}{D_1} + P_2 \frac{n_2-1}{D_2} .$$

L'expérience a montré que cette traduction des phénomènes était parfois insuffisante. Pulfrich¹ a remplacé cette formule par

$$P \frac{n-1}{D} \cdot \frac{1-\alpha c}{1-c} = P_1 \frac{n_1-1}{D_1} + P_2 \frac{n_2-1}{D_2} \quad \text{où} \quad c = \frac{D-D_v}{D} ;$$

$$\alpha = \frac{\frac{n-n_v}{n-1}}{\frac{D-D_v}{D}} , \quad \text{avec} \quad D_v = \frac{D_1 \varphi_1 + D_2 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2}$$

$$\text{et} \quad n_v = \frac{n_1 \varphi_1 + n_2 \varphi_2}{\varphi_1 + \varphi_2} .$$

D'après Pulfrich α est toujours positif.

¹ *Zeitschr. f. phys. Ch.*, 1889, p. 561.

D'après une note de Van Aubel, présentée par Lippmann à l'Académie des sciences de Paris ¹, il se peut que les « contractions » soient de signes contraires. L'auteur a effectué les calculs pour des mesures faites par Wintgens ² et a trouvé que les variations de réfringence et de densité étaient de sens contraires dans les mélanges étudiés.

A priori, ce n'était pas impossible puisque Pulfrich a donné l'énoncé d'après des résultats d'expériences. J'ai donc fait ³ des mesures d'indices et de densités à propos des liquides exceptionnels signalés par Van Aubel, j'ai trouvé que la loi de Pulfrich leur était applicable.

Entre temps M. Quinet ⁴ avait étudié les mêmes mélanges et trouvé que les « contractions » ne sont pas de même signe. M. Chéneveau ⁵ a trouvé aussi une valeur négative de la grandeur α en effectuant les calculs sur des résultats de mesures de Kowalski, pour une solution d'éther et de chloroforme voisine de la solution moyenne. J'ajouterai donc « Il devient intéressant d'étudier des mélanges des mêmes solutions en d'autres proportions ». Ce serait un excellent prétexte à faire des mesures de densité et des mesures d'indices de réfraction avec la plus grande précision possible. Cependant, des résultats nombreux et variés de mesures, publiés par de Lattre ⁶ dans le Journal de chimie physique, montrent que la loi de Pulfrich est applicable à tous les exemples étudiés. Il résulte même du travail de M. de Lattre que la loi ne comporte pas d'exception.

En effet, l'auteur arrive à l'expression suivante de la relation entre la variation dD de la densité et la variation dn de l'indice d'un mélange:

$$\frac{\frac{dD}{D}}{\frac{dn}{n}} = \frac{6n^2}{(n^2 - 1)(n^2 + 2)},$$

¹ *C. R. Ac. sc. Paris*, 1910, p. 210.

² *Thèse de l'Univ. Bonn*, 1908.

³ *Arch. d. sc. phys. et nat. Genève*, 1923, p. 361.

⁴ *Thèse de la Fac. des Sc. de Lille*, 1911; je n'ai pu me procurer ce travail, faute du nom de l'éditeur.

⁵ *Les propriétés optiques des solutions*, Paris, Gauthier-Villars, 1913.

⁶ *Journ. de Ch. phys.*, mai 1927, p. 289.

c'est-à-dire que $\frac{dD}{dn}$ est toujours positif. Mais M. de Lattre établit cette relation en partant de $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{D} = \text{cte}$ qu'il applique à un mélange binaire. Il justifie cette extension en expliquant qu'on peut considérer le mélange « comme un individu pourvu de propriétés caractéristiques différentes de celles d'un simple conglomerat et dont une certaine relation $\frac{D'}{D} = \text{const.}$ nous fait connaître la relation existant entre les contractions du volume et la contraction du pouvoir réfringent du mélange ». Cela ne paraît pas suffisant pour remplacer par une constante le second terme de la relation de Lorentz, relation qui reste applicable sous la forme :

$$\frac{n^2 - 1}{(n^2 + 2) D} = a_1 \frac{n_1^2 - 1}{(n_1^2 + 2) D_1} + a_2 \frac{n_2^2 - 1}{(n_2^2 + 2) D_2} .$$

* * *

D'après Laplace¹ et H.-A. Lorentz² la relation entre la densité et l'indice de réfraction d'un liquide est la conséquence de propriétés spécifiques de la molécule. Le physicien hollandais insiste même sur le fait qu'il ne faut pas, en particulier, chercher l'explication de la dispersion par un liquide, dans un agencement des molécules, mais dans des variations des propriétés de la molécule constituante.

Considérons une molécule d'un liquide L_1 et une molécule d'un liquide L_2 . Par la mise en présence, les molécules agissent l'une sur l'autre; il se produit une modification de leurs propriétés. Il peut en résulter une variation de leurs densités respectives. Supposons que ce soit une augmentation de la densité de L_1 , une diminution de la densité de L_2 . La densité du mélange des deux molécules sera égale, inférieure ou supérieure à la densité calculée par application du principe d'additivité. Si l'augmentation de densité de L_1 est plus grande que la

¹ *Traité de méc. céleste*, tome 4^{me}, 1805, p. 231.

² *An. d. Physik*, 1880, p. 641.

diminution de densité de L_2 il y aura augmentation de la densité du mélange.

Mélangeons K molécules L_1 et N molécules L_2 . Il y a variation de densité des K molécules L_1 ; il y a variation de densité des N molécules L_2 ; cela produit une variation résultante qui est la variation de densité du mélange, et cette variation est certainement de même sens que la variation de densité de l'un au moins des liquides mélangés.

De la modification des propriétés spécifiques des molécules L_1, L_2 par leur mise en présence il résulte aussi une variation de leurs indices respectifs. Il y a donc, pour le mélange, une variation d'indice — que nous traduirons d'après Pulfrich par $n - n_v$ — et qui sera la résultante des variations d'indices des liquides L_1 et L_2 .

On peut donc écrire :

$$\begin{aligned} D - D_v &= dD_1 + dD_2 \\ n - n_v &= dn_1 + dn_2 . \end{aligned}$$

La relation entre la densité et l'indice de réfraction d'un liquide est traduite par les formules classiques :

$$\begin{aligned} \frac{n_1 - 1}{D_1} &= \text{cte} \quad (a) ; & \frac{n_1^2 - 1}{D_1} &= \text{cte} \quad (b) ; \\ \frac{n_1^2 - 1}{(n_1^2 + 2) D_1} &= \text{cte} \quad (c) . \end{aligned}$$

En appliquant à ces relations les transformations imaginées par M. de Lattre on trouve :

pour (a) :

$$\log . (n_1 - 1) - \log . D_1 = \text{cte} ,$$

$$\frac{dn_1}{n_1 - 1} = \frac{dD_1}{D_1} , \quad \frac{dn_1}{n_1} = \frac{n_1 - 1}{n_1} \frac{dD_1}{D_1} ,$$

$$\frac{\frac{dD_1}{D_1}}{\frac{dn_1}{n_1}} = \frac{n_1}{n_1 - 1} = \alpha_1 ; \quad \alpha_1 \text{ est toujours positif ;}$$

pour (b):

$$\frac{\frac{dD_1}{D_1}}{\frac{dn_1}{n_1}} = \frac{2n_1^2}{n_1^2 - 1} = \beta_1 ; \quad \beta_1 \text{ est toujours positif ;}$$

pour (c):

$$\frac{\frac{dD_1}{D_1}}{\frac{dn_1}{n_1}} = \frac{6n_1^2}{(n_1^2 - 1)(n_1^2 + 2)} = \gamma_1 ; \quad \gamma_1 \text{ est toujours positif .}$$

Il en résulte que :

$$\frac{dD_1}{dn_1} = \frac{n_1}{n_1 - 1} \times \frac{D_1}{n_1} ; \quad \frac{dD_1}{dn_1} = \frac{2n_1^2}{n_1^2 - 1} \times \frac{D_1}{n_1} ;$$

$$\frac{dD_1}{dn_1} = \frac{6n_1^2}{(n_1^2 - 1)(n_1^2 + 2)} \times \frac{D_1}{n_1} .$$

C'est-à-dire que pour un seul liquide le rapport des variations de densité et d'indice est toujours positif, quelle que soit la cause de ces variations. On a donc, pour un mélange binaire :

$$\frac{dD_1}{dn_1} = \alpha_1 \quad (\text{avec } \alpha_1 > 0) ; \quad \frac{dD_2}{dn_2} = \alpha_2 \quad (\text{avec } \alpha_2 > 0) .$$

On a aussi $\frac{dD_1}{dn_1} + \frac{dD_2}{dn_2} = \alpha$; il reste à démontrer que α est toujours positif.

De :

$$\frac{dD_1}{dn_1} = \alpha_1 \quad \text{et} \quad \frac{dD_2}{dn_2} = \alpha_2 \quad \text{on déduit} \quad \alpha_2 \frac{dD_1}{dn_1} = \alpha_1 \alpha_2 ; \quad \alpha_1 \frac{dD_2}{dn_2} = \alpha_1 \alpha_2 ,$$

d'où on tire aisément $\frac{\alpha_2 dD_1 + \alpha_1 dD_2}{dn_1 + dn_2} = \alpha_1 \alpha_2$ grandeur positive. On doit donc avoir en même temps:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha_2 dD_1 + \alpha_1 dD_2 > 0 \\ dn_1 + dn_2 > 0 \end{array} \right\} \text{ I} \quad \text{ou} \quad \left. \begin{array}{l} \alpha_2 dD_1 + \alpha_1 dD_2 < 0 \\ dn_1 + dn < 0 \end{array} \right\} \text{ II}$$

De $\frac{dn_1}{dD_1} = \frac{1}{\alpha_1}$ et $\frac{dn_2}{dD_2} = \frac{1}{\alpha_2}$ on déduirait de la même manière qu'on doit avoir :

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{\alpha_2} dn_1 + \frac{1}{\alpha_1} dn_2 > 0 \\ dD_1 + dD_2 > 0 \end{array} \right\} \text{III} \quad \text{ou} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{1}{\alpha_2} dn_1 + \frac{1}{\alpha_1} dn_2 < 0 \\ dD_1 + dD_2 < 0 \end{array} \right\} \text{IV}$$

Deux systèmes tels que I et IV ne peuvent être satisfaits en même temps; en effet, on aurait simultanément :

$$\begin{array}{l} \alpha_2 dD_1 + \alpha_1 dD_2 > 0 \\ dD_1 + dD_2 < 0 \end{array} ,$$

ce qui est impossible puisque le sens de la variation de densité du mélange est le même que celui de la variation de densité de l'un au moins des liquides mélangés.

Il en résulte que l'on ne peut grouper que les systèmes I et III ou II et IV, c'est-à-dire que :

$$dD_1 + dD_2 \quad \text{et} \quad dn_1 + dn_2$$

sont toujours de même signe.