Sur l'équation d'état d'un fluid dégénéré : application à l'hélium

Autor(en): **Schidlof, A.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **7 (1925)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-740720

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Séance du 5 mars 1925.

A. SCHIDLOF. — *Sur l'équation d'état d'un fluide dégénéré. Application à l'hélium.*

En vertu de la continuité des états liquides et gazeux, les considérations développées précédemment [1] s'appliquent non seulement aux gaz comprimés, mais aussi aux liquides. Pour un fluide quelconque de masse moléculaire M occupant un volume V à la température absolue T, la grandeur caractéristique η est définie par la formule:

$$\eta = \left(\frac{h^2 L^2}{2\pi MR}\right)^{3/2} \frac{L}{V T^{3/2}}. \tag{1}$$

Pour calculer α je me suis servi du développement de cette fonction suivant les puissances croissantes de η:

$$\alpha = a_0 + a_1 \eta + a_2 \eta^2 + a_3 \eta^3 + \dots \tag{2}$$

Les valeurs numériques des coefficients consécutifs de cette série sont:

$$a_0 = 0 \; ; \quad a_1 = 1 \; ; \quad a_2 = -0{,}3535534 \; ; \quad a_3 = 0{,}0575499 \; ;$$
$$a_4 = -0{,}0057648 \; ; \quad a_5 = 0{,}0004020 \; ; \quad a_6 = -0{,}0000210 \; ;$$
$$a_7 = 0{,}0000010 \; ; \tag{2a}$$

Le coefficient a_8 est négatif et de l'ordre de grandeur 10^{-8}.

En posant $\eta = 2{,}62$, on trouve $\alpha = 1$ avec une précision de 0,00005. La valeur limite de la série

$$\eta(1) = 1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} + \frac{1}{3\sqrt{3}} + \dots \tag{3}$$

doit donc être très rapprochée de 2,62. On sait, d'autre part [2]

[1] A. SCHIDLOF. *Sur les propriétés des gaz aux températures extrêmement basses.* C. R. Soc. de Phys. Séance du 19 février 1925.

[2] Voir p. ex. J. A. SERRET. — *Calcul différ. et intégr.*, 5me édit., p. 141.

que cette somme est plus petite que

$$\frac{1}{1 - \frac{1}{\sqrt{2}}} = 2 + \sqrt{2} = 3{,}414 \ .$$

Dans l'évaluation approximative de la température limite de l'hélium liquide qui sera effectuée plus loin, je supposerai $\eta(1) < 3$.

Pour l'hélium (M = 4) on a en unités c.g.s.

$$\eta = \frac{3{,}956.10^2}{VT^{3/2}} \ . \qquad (4)$$

Selon Kamerlingh Onnes [1], la température critique de l'hélium est $T_c = 5{,}25°$ K. Le volume moléculaire critique doit être voisin de 40 cm³. On obtient, par conséquent, pour η la valeur « critique » $\eta_c = 0{,}8219$, d'où l'on déduit, selon (2) et (2*a*): $\alpha_c = 0{,}6125$ et:

$$\frac{f(\alpha_c)}{\eta_c} = 0{,}853 \ .$$

Le rapport caractéristique présente donc au point critique une valeur notablement inférieure à sa valeur normale. En refroidissant l'hélium liquide au-dessous de sa température critique on se heurte rapidement à la barrière dont j'ai signalé l'existence dans ma communication précédente [2]. En effet, la température du liquide doit rester en tout cas supérieure à

$$\Theta = \frac{h^2 L^2}{2\pi MR}\left(\frac{L}{3V}\right)^{2/3} \ . \qquad (5)$$

Or, aux températures les plus basses que ses puissants moyens de réfrigération lui ont permis d'atteindre, Kamerlingh Onnes [3] a observé une densité

$$\rho = 0{,}1465$$

[1] H. Kamerlingh Onnes. Communicat. Leiden, N° 124*b*, décembre 1911.

[2] A. Schidlof. *l. c.*

[3] H. Kamerlingh Onnes. Communicat. Leiden. N° 119, février 1911.

de l'hélium liquide, à laquelle correspond un volume moléculaire de 27,30 cm³. Avec

$$V = 27{,}30$$

la formule (5) fournit:

$$\Theta = 2{,}9^\circ \text{ abs}.$$

Il doit donc être impossible d'abaisser la température de l'hélium liquide au-dessous de 2,9° K. Expérimentalement, on observe entre 3° et 2° K un maximum de densité de l'hélium liquide qui ne peut pas être attribué à un changement de la structure moléculaire et ne semble pas encore avoir reçu une interprétation satisfaisante. La présente théorie prévoit, à une température voisine de Θ, non pas un maximum, mais une limite supérieure de la densité. Sans être une conséquence nécessaire de la théorie, l'existence d'un maximum de densité n'est, toutefois, pas en contradiction avec elle. En effet, la densité du liquide doit décroître si, la limite de η une fois atteinte, on réussit cependant à abaisser davantage la température du liquide; car le produit $VT^{3/2}$ doit, dans ces conditions, rester constant, de sorte qu'une diminution de la tempétraure T entraîne forcément une augmentation du volume V.

Il importe d'insister sur le fait que la température Θ est certainement supérieure à celle indiquée dans ces expériences par le thermomètre à hélium qui était en contact avec le liquide et qui marquait, par exemple, 2,4° K comme température du maximum de densité observé. Cela n'est non plus en contradiction avec la théorie; en effet, lorsque la grandeur catactéristique η a atteint, pour le liquide, sa valeur extrême, le thermomètre marquera des températures qui peuvent être considérablement inférieures à celle du liquide.

Selon la théorie exposée dans l'une de mes communications précédentes, les indications du thermomètre à hélium à volume constant sont exactes, même à des températures inférieures à 1° K [1]. Toutefois, dans le voisinage du zéro absolu, le thermomètre mesure uniquement sa propre température qui sera, en général, plus ou moins différente de celle des corps liquides ou solides avec lesquels il est en contact.

[1] A. Schidlof. C. R. Soc. de Phys. Séance du 5 février 1925.

Enfin, l'impossibilité d'abaisser la température de l'hélium liquide au-dessous d'une certaine grandeur voisine de 2,9° K explique l'insuccès des tentatives faites pour solidifier cette substance.

Pierre CASTAN. — *Sur les tri- et hexahexosanes.*

Pour essayer de préciser les relations de la trihexosane et de l'hexahexosane entre elles et avec l'amidon, ces deux corps ont été soumis à l'action de différents ferments et agents chimiques.

La trihexosane est totalement hydrolysée en glucose par les acides dilués; soumise à l'action de l'amylase d'orge, elle donne uniquement du maltose. La formation de glucose n'a pu être mise en évidence dans cette réaction. Ce résultat confirme celui de Pringsheim [1].

En traitant la trihexosane par le bromure d'acétyle selon la méthode de Karrer, on obtient de l'heptacétyl-maltose (p. f. 175°-176°). Lors de cette opération, les rendements sont moins bons que lorsque l'on se sert de l'amidon comme produit de départ. On obtient 0,3 gr d'heptacétyl-maltose par gramme de substance initiale lors de l'emploi de la trihexosane, tandis que 1 gr. d'amidon donne environ 0,5 gr d'heptacétyl-maltose dans les mêmes conditions.

La différence entre ces deux rendements ne peut pas être expliquée par la formation de glucose, car on n'en trouve que très peu (0,10-0,15 gr. d'osazone du glucose par gramme de trihexosane).

L'hexahexosane a été soumise aussi à l'action de l'amylase; ce ferment la dédouble en maltose deux fois plus rapidement qu'il ne dédouble la trihexosane.

Le bromure d'acétyle agissant sur l'hexahexosane donne autant d'heptacétyl-maltose qu'à partir de l'amidon. L'hexahexosane a donc une grande similitude avec l'amidon; d'ailleurs, la coloration rouge qu'elle prend avec l'iode en est déjà une preuve.

[1] Berichte **57**, 1581 (1924).