

unterworfen ist. (Bei der Diskussion der Regelmäßigkeiten, die die Reibungskoeffizienten der geladenen Ionen zeigen, siehe oben, haben wir von eventuellen Änderungen in  $\gamma_1$  bzw.  $\gamma_3$  abgesehen.)

Die Diskussion zeigt, daß in großen Zügen qualitative Übereinstimmung mit dem experimentellen Material für

sämtliche Modelle vorliegt und daß die erreichte Meßgenauigkeit von einigen Prozenten zu grob ist, um eine entscheidende Wahl zwischen den Modellen nur auf Grund der bisherigen Messungen zu treffen. Dies verlangt weitere Messungen vor allem von Diffusionskoeffizienten, z. B. für eine Reihe der Alkalihalogenide.

## Die Wärmeleitfähigkeiten von Normal- und Para-Wasserstoff bei 20 °K

VON KARL HEINZINGER

Max-Planck-Institut für Chemie (Otto-Hahn-Institut), Mainz  
(Z. Naturforschg. 15 a, 1022 [1960]; eingegangen am 6. Oktober 1960)

Bisher wurde zweimal versucht, einen Unterschied in den Wärmeleitfähigkeiten von Normal- und Para-Wasserstoff bei 20 °K zu finden. UBBINK<sup>1</sup> benutzte die Plattenmethode, fand aber keinen Effekt. Die Versuche von WALDMANN und BECKER<sup>2</sup> mit der Methode des coaxialen Drahtes ergaben, daß der Unterschied  $< 1\%$  sein sollte.

Bei derselben Temperatur fanden aber BECKER und STEHL<sup>3</sup> einen Unterschied von  $5,6\%$  in den Viskositäten dieser beiden Wasserstoffmodifikationen. (Die gaskinetischen Rechnungen von COHEN u. a.<sup>4</sup> ergaben bei 20 °K einen etwa 5-mal kleineren Unterschied.) Nun kann der Wasserstoff bei Temperaturen unter 40 °K in guter Näherung als einatomiges Gas aufgefaßt werden, und deshalb ist hier Proportionalität von Viskosität und Wärmeleitfähigkeit zu erwarten. Es schien daher geboten, die Wärmeleitfähigkeitsmessungen zu wiederholen<sup>5</sup>.

Für die Messungen wurden zwei Wärmeleitfähigkeitszellen nach SCHLEIERMACHER in einen Kupferzylinder eingebaut. Damit war die unbedingt notwendige gleiche Außentemperatur der Meßzellen gewährleistet. Die als Heizdraht benutzten 10  $\mu$ -Platindrähte bildeten, in Reihe geschaltet, einen Zweig einer WHEATSTONE-Brücke. (Diese Differentialmethode ist früher schon benutzt worden, z. B. zur genauen Analyse eines Ortho-Para-Wasserstoffgemisches<sup>6</sup>.) Die Herstellung des Para-Wasserstoffs erfolgte durch Absorption von Normal-Wasserstoff an Aktivkohle, die mit flüssigem Wasserstoff gekühlt war. Die vollständige Umwandlung wurde in einer einfachen Analysenzelle bei der Temperatur des flüssigen Stickstoffs kontrolliert<sup>7</sup>.

Nach dem Einlassen von Normal-Wasserstoff in beide Meßzellen wurde die Brücke abgeglichen. Dann wurde in der ersten Zelle der Normal-Wasserstoff durch Para-Wasserstoff ersetzt. Zum Brückenabgleich war eine Vergrößerung des Widerstandsverhältnisses um  $0,1\%$  notwendig. Die Messung wurde wiederholt mit dem Unterschied, daß jetzt in der zweiten Zelle der Normal-Wasserstoff durch Para-Wasserstoff ersetzt war. Jetzt war zum Brückenabgleich eine Verkleinerung des Widerstandsverhältnisses um  $0,1\%$  notwendig. Die Meßgenauigkeit betrug  $\pm 10\%$  dieses Effektes.

Aus den Absolutbeträgen der Widerstände bei Badtemperatur und Meßtemperatur folgt das Wärmeleitfähigkeitsverhältnis:

$$\frac{\lambda(p-H_2)}{\lambda(n-H_2)} = 1,0057 \pm 0,0007.$$

Die bei 20, 50 und 100 Torr durchgeführten Messungen lieferten innerhalb der Fehlergrenzen das gleiche Ergebnis. Eine Verringerung der Heizstromstärke ergab zwar eine kleinere Änderung des Widerstandsverhältnisses, führt aber dann wegen der gleichzeitigen Verringerung der Absolutbeträge der Widerstände bei Meßtemperatur zum gleichen Wärmeleitfähigkeitsverhältnis.

Das gefundene Verhältnis der Wärmeleitfähigkeiten stimmt mit dem von BECKER und STEHL<sup>3</sup> gemessenen Viskositätsverhältnis innerhalb der Fehlergrenzen überein. Die Messungen werden noch fortgesetzt.

Herrn Professor L. WALDMANN danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und Herrn Professor KLEMM für die Bereitstellung der experimentellen Mittel. Die Versuche mit flüssigem Wasserstoff wurden am Eduard-Zintl-Institut der Technischen Hochschule Darmstadt durchgeführt. Den Herren in Darmstadt, Herrn Professor WITTE und Herrn Dr. EICHENAUER, bin ich zu besonderem Dank verpflichtet. Das Bundesministerium für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft hat die Arbeit finanziell unterstützt.

<sup>1</sup> J. B. UBBINK, *Physica* **14**, 165 [1948].

<sup>2</sup> L. WALDMANN u. E. W. BECKER, *Z. Naturforschg.* **3 a**, 180 [1948].

<sup>3</sup> E. W. BECKER u. O. STEHL, *Z. Physik* **133**, 615 [1952].

<sup>4</sup> E. G. D. COHEN, M. J. OFFERHAUS, J. M. J. VAN LEUWEN, B. W. ROOS u. J. DE BOER, *Physica* **22**, 791 [1956].

<sup>5</sup> L. WALDMANN in FLÜGGE: *Handbuch der Physik*, Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1958, Band XII, S. 467.

<sup>6</sup> E. W. BECKER, W. HENKES u. U. SEIFERT, *Z. phys. Chemie* **5**, 90 [1955].

<sup>7</sup> A. FARKAS, *Light and Heavy Hydrogen*, Cambridge University Press 1935.

Nachdruck — auch auszugsweise — nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags gestattet

Verantwortlich für den Inhalt: A. KLEMM

Gesamtherstellung: Konrad Tritsch, Würzburg



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.