

## Werk

**Titel:** Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen

**Jahr:** 1903

**Kollektion:** Mathematica

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN360709532

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360709532>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360709532>

**LOG Id:** LOG\_0450

**LOG Titel:** 78. Ausdruck für die theoretische Normaldichte auf Grund von Dichtigkeits- und Kompressibilitätsbestimmungen

**LOG Typ:** chapter

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN360504019

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN360504019>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=360504019>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

### a) Bestimmung der Molekulargewichte von Gasen und Dämpfen.

77. **Korrektion der Normaldichte auf die theoretische Normaldichte.** a) Schon aus den *van der Waals'schen* Grundanschauungen<sup>892)</sup> folgt unmittelbar, dass das *Avogadro'sche* Gesetz bei den Gasen und Dämpfen in nahezu normaler Dichte erst zur Geltung kommt, nachdem an demselben eine der Zustandsgleichung zu entnehmende Korrektion angebracht ist<sup>893)</sup>. Diese Korrektion wurde zuerst experimentell berücksichtigt von *Leduc*<sup>894)</sup>, sodann teilweise mit Hilfe der in Nr. 18 gegebenen *van der Waals'schen* Hauptzustandsgleichung, Gl. (6), mit konstanten  $a_w$ ,  $b_w$ ,  $R_w$  von *D. Berthelot*<sup>895)</sup> berechnet und angewandt und von *van der Waals*<sup>896)</sup> allgemein aus Gl. (6) mit konstanten  $a_w$ ,  $b_w$ ,  $R_w$  entwickelt und für  $p = \frac{1}{76}$  näher diskutirt.

Kennt man das Molekulargewicht und bei gegebener Gasdichte also auch diese Korrektion, so wird dieselbe Rückschlüsse auf den Wert von  $B$  in dem betreffenden speziellen Zustand erlauben. Andererseits schaffen aber die nachfolgenden Entwicklungen die Möglichkeit, das Molekulargewicht mit Hilfe der Zustandsgleichung selbst abzuleiten. Unsere Darstellung entspricht unmittelbar dieser Seite der Frage.

b) Die empirische Zustandsgleichung vereinfacht sich für die hier in Betracht kommenden Dichten (vergl. Nr. 76b) jedenfalls zu der Gl. (56). Die *Normaldichte*  $\rho_{\Gamma \text{ norm}} = v_{\Gamma 0^\circ \text{ C } p=1}^{-1}$  ist dann mit der zu  $M$  proportionalen Grösse  $M \Theta_M^{-1}$  (vergl. Einh.  $b$  und besonders Fussn. 23), welche man *theoretische Normaldichte*  $\rho_{\Gamma \text{ th norm}}$  nennen kann, verbunden durch [vergl. Gl. (56) auf  $v_N$  (Einh.  $b$ ) bezogen, vergl. Fussn. 359]:

$$\rho_{\Gamma \text{ th norm}} = \rho_{\Gamma \text{ norm}} N_{\Theta} = \rho_{\Gamma \text{ norm}} (1 + B_{N0^\circ \text{ C}} + C_{N0^\circ \text{ C}}). \quad (126)$$

78. **Ausdruck für die theoretische Normaldichte auf Grund von Dichtigkeits- und Kompressibilitätsbestimmungen.** a) Um die Beziehung von  $\rho$  in der Nähe der Normaldichte zu der theoretischen Normaldichte anzugeben, kann man Gl. (56) nach  $p$  entwickeln<sup>897)</sup>. Mit

892) Wie von *H. Kamerlingh Onnes* [a] p. 7 zuerst ausgesprochen wurde.

893) Vergl. *Rayleigh*, London Proc. Roy. Soc. 50 (1892), p. 448.

894) *A. Leduc*. Paris C. R. 125 (1897), p. 299; [a] p. 55.

895) *D. Berthelot*, Paris C. R. 126 (1898), p. 954, 1030, 1415, 1501; *J. de phys.* (3) 8 (1898), p. 263. Vergl. Paris C. R. 144 (1907), p. 77.

896) *J. D. van der Waals* [e] Nov. 1898, [a] p. 85.

897) *H. Kamerlingh Onnes* und *C. Zakrzewski*, Leiden Comm. Nr. 92 (1904).

$$B^{(p)} = BA^{-1}, C^{(p)} = (C - B^2) A^{-2} \quad (127)$$

$$\text{ist }^{504)} p v = A \{1 + B^{(p)} p + C^{(p)} p^2\}, \quad (128)$$

sodass die von *Regnault* eingeführte und von *Leduc* [a] und *D. Berthelot*<sup>895)</sup> benutzte, aus *einer* Kompressibilitätsbestimmung sich experimentell ergebende Grösse

$$\mathcal{E} = p_2 v_2 / p_1 v_1 - 1 = \mathcal{B}_{p_1}^{p_2} (p_2 - p_1) \quad (129)$$

und die also ebenfalls aus *einer* Kompressibilitätsbestimmung sich ergebende Grösse

$$\mathcal{B}_{p_1}^{p_2} = B^{(p)} + C^{(p)} (p_1 + p_2) - B^{(p)2} p_1 \quad (130)$$

$$\text{ist. Es wird } p v_M = p \rho_{\Gamma}^{-1} M = A_{\Theta} \Theta_M (1 + \Delta), \quad \text{wo} \quad (131)$$

$$\Delta = B^{(p)} p + C^{(p)} p^2 = p \mathcal{B}_{p_1}^{p_2} + p \left\{ \left( \mathcal{B}_{p_1}^{p_2} \right)^2 p_1 + C^{(p)} \{p - (p_1 + p_2)\} \right\}. \quad (132)$$

Es sind also drei Bestimmungen, z. B. eine Dichte<sup>898)</sup>  $\rho_{\Gamma}$  und zwei Kompressibilitäten  $\mathcal{E}$  notwendig um  $M$  zu finden oder umgekehrt  $B$  zu kontrollieren mit  $M$  und  $\rho_{\Gamma}$ , wenn  $\alpha_A$  (vergl. Nr. 82b) und  $\Theta_M$  anderweitig bekannt sind.  $\Theta_M$  erhält man aus drei entsprechenden Operationen mit einem Gas ( $O_2$ ), dessen  $M$  man den Atomgewichten zu Grunde legt (vergl. Einh. b).

b) Kann man in der empirischen Zustandsgleichung (z. B. auf Grund des Korrespondenzgesetzes)  $C$  bei  $\rho_{norm}$  vernachlässigen<sup>899)</sup>, so vereinfacht sich Gl. (56) zu Gl. (57), und dementsprechend Gl. (132), sodass eine  $\rho_{\Gamma}$ - und eine  $\mathcal{E}$ -Bestimmung genügt. Bei einer geforderten Genauigkeit von  $10^{-4}$  in  $M$ , welcher in  $B$  bei gewöhnlicher Temperatur z. B. eine Genauigkeit von 14 ‰ bei  $H_2$ , von 1,4 ‰ bei  $CO_2$  (bei  $100^\circ C$  eine von 0,2 ‰ bei Isopentan) entspricht, muss dazu bei  $0^\circ C$   $t$  etwa 1,8 oder höher sein<sup>900)</sup>.

898) Eine Übersicht über die neueren Gasdichtebestimmungen: *Ph. A. Guye*, J. chim. phys. 5 (1907), p. 203, der mit seinen Schülern viele Anwendungen derselben auf die genaue Bestimmung des Atomgewichts gemacht hat (vergl. Fussn. 909).

899) Durch Vergleichung von  $C^{(p)}$  mit  $C$  findet man, wie *D. Berthelot*, Paris C. R. 144 (1907), p. 269, 145 (1907), p. 317, besonders betont, Gl. (57) bis zu grösseren Dichten gültig als die entsprechende Entwicklung nach  $p$ . Vergl. Fussn. 504.

900) Es ist die Tatsache, dass *Guye*, Paris C. R. 144 (1907), p. 976,  $\Theta_M$  mit  $T_k$  regelmässig veränderlich findet, nicht auf Vernachlässigung von  $C^{(p)}$  zurückzuführen. Bevor ein Grund angeführt wird,  $\Theta_M$  mit  $T_k$  zu verknüpfen, ist es nicht zulässig,  $\Theta_M$  einer Extrapolation nach  $T_k = 0$  zu entnehmen. Vergl. weiter *Guye*, Paris C. R. 144 (1907), p. 1360, 145 (1907), p. 1164, 1330.