



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

Zur Grösse der Luftmolecüle

Joseph Loschmid

m.)
3rd (3.)

Zur Grösse der Luftmolecüle.

Von J. Loschmidt.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 12. October 1865.)

Von jeher war man darüber einig, dass in den Gasen die Mole-
durch Distanzen von einander getrennt seien, gegen deren
esse man den Durchmesser derselben in den meisten Fällen als
schwindend klein annehmen dürfe. Die Molecüle selbst liess man
fortwährender Bewegung begriffen, und die Geschwindigkeit
der Bewegung von der Temperatur beherrscht sein. Über die
der Bewegung haben sich in letzterer Zeit zwei scharf getrennte
Sichten festgestellt. Die eine, ältere, lässt die Gasmolecüle an
distanten Orten durch gegenseitige Anziehungs- und Abstos-
gskräfte in einer Art stabiler Gleichgewichtslage festgehalten
den, um welche sie oscilliren. Diese Anziehungs- und Abstos-
gskräfte nimmt man entweder als ursprüngliche, der Substanz
Molecüle angehörige, oder, und zwar meistentheils, als durch
Ätherhüllen oder auch einem eigenen Wärmestoff bedingte an.

Es vermag diese Ansicht wohl im Allgemeinen über alle Erschei-
gen so ziemlich Rechenschaft zu geben, es hat sich aber schliess-
herausgestellt, dass sich aus ihr eben nur das deduciren lasse,
man von Anfang in die Prämissen hineingelegt hatte. Darüber
auszuführen vermochte sie nicht.

Weit besser gelang dies der zweiten Ansicht, welche von
Crapath und Krönig aufgestellt, durch die Arbeiten von

es Millimeters, oder noch viel weiter hinabzusteigen habe, unerörtert geblieben. Die neuere Theorie ist nun allerdings hierüber Auskunft zu geben.

enützen dazu eine Gleichung, welche von Maxwell auf derde 1) und von Clausius eine kleine Modification erfahren letzterer heisst sie:

$$1 = \frac{1}{3} N \pi l s^2.$$

bedeutet N die Anzahl der in der Volumeinheit enthaltenen le, l die mittlere Länge des Weges, welchen ein solches ischen zwei auf einander folgenden Zusammenstössen durch den Durchmesser desselben.

geben derselben eine Gestalt, in welcher sie eine Relation zwei molecularen Räumen ausspricht, nämlich:

$$\frac{1}{N} = 5\frac{1}{3} \cdot \frac{\pi l s^2}{4}.$$

ntlich sind in der Raumeinheit bei gleicher Temperatur em Drucke von allen gasförmigen Körpern gleichviel Mole-

ten. Da nun N die Anzahl derselben bedeutet, so ist $\frac{1}{N}$ der-

eil der Raumeinheit, welcher auf ein Molecül kommt, wenn dieselben durchaus gleichmässig vertheilt denkt. Wir

n dieses Raumelement mit dem Ausdruck moleculares men.

en wir zur rechten Seite der Gleichung über, so begegnen

$$\text{rösse } \frac{\pi l s^2}{4}.$$

elbe drückt das Volumen jenes Cylinders aus, welcher zur centralen Durchschnitt, und zur Höhe die mittlere Weges Molecüles hat. Er repräsentirt demnach die Summe aller lehen, welche das Molecül, während es den mittleren Weg t, successive einnimmt. Nennen wir ihn deshalb das mole- Wegvolumen, so sagt unsere Gleichung:

oph. Magazine XIX, p. 28.

selbst p. 434.

sein. Unsere sphärischen Molecüle nehmen in gedrängung einen nur wenig grössern Raum ein, als der Condensicent anzeigt — wie $1 : 1 \cdot 17$ — während bei der lockerung die Differenz sehr bedeutend wird — wie $1 : 1 \cdot 91$. —

geneigt sein dieses Intervall zur Erklärung der Ausrech die Wärme zu benützen, und das Minimum in den grössten Dichte zu verlegen, das Maximum hingegen dort, wo eine eingeschlossene Flüssigkeit bei hoher Temperatur Ausdehnung ein Volumen annimmt, welches sie lichen Übergang in die Gasform beibehält. Bei nicht Molecülen würden die Extreme der Schichtung offenbar aus einander liegende Dichtigkeiten erwarten lassen. Diese würde die Benützung der beobachteten Condensations- sehr misslich machen, wenn es sich eben nicht blos um gswerthe handeln würde, und wenn nicht auch die übrigen e in der Voraussetzung der Kugelgestalt der Molecüle, in zogenen Abstossungssphäre u. s. w. bereits Nothbehelfe in nommen hätten.

aber, wo es sich blos um die Frage handelt, in welche usse der Durchmesser eines Molecüles gehöre, ist das fac- achtete Condensationsverhältniss vollkommen ausreichend. dagegen die Voraussetzung betrifft, dass zwischen zwei, welche sich in einer Flüssigkeit berühren, derselbe Central- estehe, wie beim Zusammenstoss zweier Molecüle derselben ampe, so hat sie alle Wahrscheinlichkeit für sich. Denn richt die geringe Zusammendrückbarkeit der Flüssigkeiten, ormen Druckkräften gegenüber, dagegen, dass die lebendige elche in der Gasform zwei Molecüle gegen einander treibt, ter an einander zu bringen vermögen sollte. Eben so auch heinungen an der starren Aggregationsform, bei welcher ch die Dichte nicht erheblich abweicht von derjenigen der Form. Es kann also der Durchmesser der Molecüle im Gase hl geringer sein als in der Flüssigkeit. Er kann aber auch glich bedeutend grösser sein, da die Erscheinungen zu der : nöthigen, dass das Intervall zwischen dem Beginn der Ab- zweier Molecüle und jenem Punkt, wo sie alle gewöhnlichen m Intensität überschreitet, überhaupt verschwindend klein Unterschiede endlich in der Dichte einer Flüssigkeit, welche

en Temperatur mit der Beobachtung übereinstimmen dass für Substanzen von ähnlichen chemischen Charakter eine gewisse Analogie in diesen Temperaturen manifestiren. In der wichtigen Entdeckung von H. Kopp tritt nun eine Einstimmung klar hervor, wenn man für alle Flüssigkeiten Temperaturen wählt, bei welchen ihre Dämpfe die gleiche Dichte besitzen — wie es namentlich bei den Siedepunkten der Fall ist. Es lässt sich nicht läugnen, dass in einer Reihe von Flüssigkeiten die Dämpfe so weit erhitzt sind, dass in jeder die Dämpfe gerade in einer Atmosphäre zu überwinden im Stande sind, eine Schwierigkeit der Schichtung schon von vorn herein zu vermeiden, wenigstens in so lange, als die chemische Constitution nicht zu verschiedenartig war.

In der beigefügten Tabelle sind die specifischen Volumina aller jener Flüssigkeiten zusammengestellt, für welche Angaben vorliegen, und welche blos Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Chlor, Brom und Jod enthalten. Die einzigen Ausnahmen sind sie sämmtlich den Arbeiten von Kopp entnommen.

Die erste Columne enthält den Namen der Substanz, die zweite die chemische Formel, die dritte das specifische Volum bei 0, die vierte das beim Siedepunkt — beide aus den Beobachtungen entnommen. In der fünften sind die specifischen Volumina für den Siedepunkt nach den Annahmen von Kopp berechnet, in der sechsten die Grundlagen, welche der oben angedeuteten Anschauungsform gewählt wurden. Und zwar ist in ihr genommen $\Theta = 11$, $N = 13$, $C = 14$, $S = 26$, $Cl = 22 \cdot 8$, $Br = 32 \cdot 1$, $J = 43$ Zahlen der 7. Columne weiter unten.

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung stellen unsere sechste Columne im Ganzen etwas grösser heraus als Kopp der Fall ist, allein seine Annahmen sind mit der oben entwickelten Ansicht über die Constitution der Flüssigkeiten nicht wohl vereinbar zu bringen. Er setzt nämlich $C = 11$, $H = 5 \cdot 5$, Θ im Radical = $12 \cdot 2$, Θ ausserhalb des Radicals = $7 \cdot 8$, S im Radical, C den Kohlenstoff ersetzend = $28 \cdot 6$, S ausserhalb des Radicals = $2 \cdot 6$, N in flüchtigen Basen = $2 \cdot 3$, N in der Untersalpeter = $3 \cdot 6$, N in den Cyanverbindungen = 17 ; endlich $Cl = 22 \cdot 8$, $J = 37 \cdot 5$.

er That wird ein genügendes Resultat nur dadurch erhalten, Columne 6 $C_6H_6=72$ statt 84 genommen, und diese Zahlen für stanzen, welche dieses Radical enthalten, festgehalten wurde. Ist finden sich grössere Abweichungen nur bei einigen schwer lösbaren Substanzen mit den einfachsten Molecülen, wie bei Essigsäure und dem Cyanwasserstoffe; also in Fällen, wo eine ungleiche Schichtung nicht unerwartet sein kann.

Nach diesen Principien berechnet sich die Dichte des condensirten Sauerstoffes zu 1.4545 , die des condensirten Stickstoffes zu 1.224 und die der Luft als eines Gemenges von vier Theilen Stickstoff und einem Theil Sauerstoff zu 1.224 .

Die Erfahrung zeigt, dass sich hinsichtlich des specifischen Volums chemische Verbindungen und blosse Gemenge ganz anders verhalten, so kann man die beobachteten Dichten der Oxyde des Stickstoffes mit jener berechneten Dichte der hypothetisch flüssigen Luft vergleichen. Wir finden hierbei:

Chlorsäure . $N\Theta_2$ enthaltend	N 30.45%	Θ 69.15%	$d=1.50$
Hydrosulfid $N_2\Theta$	„ 65.45%	„ 34.15%	$d=1.30$
Reine Luft	„ 77%	„ 23%	$d=1.224$

Die Dichte nimmt mit steigendem Stickstoffgehalt regelmässig abnehmende

Wir haben oben gefunden, dass sich der ideale Condensationscoefficienten zu dem erfahrungsmässig bei der Temperatur der grössten Dichte bestimmten verhält wie $1 : 1.17$, so hätten wir statt 1.224 , 1.41 zu nehmen. Aber die Zahl 1.224 würde sich auf den Siedepunkt der Luft beziehen, und wenn wir die Differenzen zwischen den Dichten einer Flüssigkeit für verschiedene Temperaturen erwägen, so wird wir den Werth 1.5 für die ideale Luftdichte eher zu klein als gross ansehen müssen. Da die Luft in Gasform 770mal leichter als das Wasser, so haben wir schliesslich für den Werth des Condensationscoefficienten der Luft

$$\frac{1}{770 \times 1.5} = \frac{1}{1155} = 0.000866.$$

Maxwell *) hat zuerst mit Hilfe des von Stokes bestimmten Coefficienten der innern Reibung der Luft für diese die mittlere freie Weglänge berechnet, und dabei 0.000062 Millimeter gefunden.

*) der oben cit. Abhandlung.

lichtstrahlen durch moleculare Zwischenräume durch-
 n der That berechnet sich für eine solche Schicht, in
 der grösseren Goldatome, nur mehr eine Dicke von 3—5
 . Nebenbei stellt sich für die Atomgewichte der Chemiker
 onstel des Milligrammes als passende Gewichtseinheit

imposante Zifferreihen aber auch aus unserm Resultate
 en, namentlich wo drei Dimensionen ins Spiel kommen,
 och nicht zu läugnen, dass sie entschieden zurückblei-
 r den Erwartungen welche die Redensarten der Mikro-
 von dem bodenlosen Abgrund des „unendlich Kleinen“
 ben. Ja es drängt sich die Befürchtung auf, dass die
 orie, wenigstens in ihrer jetzigen Gestalt, an dieser Klippe
 könnte, wenn jene Unendlichkeit des Kleinen sich nicht
 en lassen sollte.

ert ¹⁾ zieht 4000 Linien auf der Breite eines Millimeters;
 glichsten Instrumente vermögen sie noch aufzulösen und
 rössen am Detail der zartesten organischen Gebilde zur
 nung zu bringen. Dieser Abstand ist 250mal grösser als
 messer der Luftmolecüle. Da man aber Grund hat die
 ler einfachen Gase als Doppelatome zu betrachten, so wird
 00 nahebei die Anzahl von Atomen Sauerstoff oder Stick-
 zellen, welche an einander gereiht, den Abstand zweier
 0bert'schen Linien ausfüllen. Ein Würfel von der Seiten-
 ses Abstandes enthält demnach 64 Millionen, oder bei
 rer Schichtung beiläufig 100 Millionen solcher Atome. Die
 se der organischen Gebilde wird aber von ziemlich com-
 ecülen, wie Albumin, Chitin u. s. w. gebildet, welche durch-
 mehr als je 50 Atome C, N, H und O umfassen. Dies bringt
 t unseres Würfels auf 2 Millionen Molecüle organischer
 erab.

ei lebenden Organismen reichlich die Hälfte des Gewichtes
 ekeiten, welche die Höhlungen ausfüllen, zu rechnen ist, so

at. der Ausstellung des Zollvereins in der Londoner Ausstellung 1862,
 nd Harting: Das Mikroskop. Übersetzt von Theile, p. 881.

eigungen der materiellen Substrate. Da sich ihre Existenz Theorie des Lichtes und der Elektrizität immer unabweisbarer stellt, so ist in der That nicht abzusehen, wie sie in den letzten Stufen der organisirten Materie nicht eine bedeutende Rolle spielen sollten. Unter diesem Gesichtspunkte würde das organische Leben selbst als der eigentliche Elementar-Organismus erscheinen, welchem die tastbare Materie nur das Gerüste ausmache, während dasselbe durchziehenden Ätherhüllen, von unendlich feinerer Beschaffenheit, Raum für eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit des elementaren Lebens gewährten. Über die Nothwendigkeit und den Werth solcher Erweiterung der Atomistik mögen die Thatsachen der Natur entscheiden.

"	"	Amyl	$C_4H_9\Theta_2$	96.7	107.4—107.6	100	100	148	150.6
"	"	Butyl	$C_6H_{13}\Theta_2$		149.3	152	152	169	172.2
"	"	Amyl	$C_7H_{14}\Theta_2$	148.2	173.3—175.5	174	174	127	129
"	"	Propionsaures Äthyl	$C_3H_{10}\Theta_2$	110.5	125.8	130	130	127	129
"	"	Buttersaures Methyl	$C_3H_{10}\Theta_2$	110.8	126.3—127.3	130	130	148	150.2
"	"	Äthyl	$C_6H_{12}\Theta_2$	128.3	149.1—149.4	152	152	148	150.2
"	"	Valeriansaures Methyl	$C_6H_{12}\Theta_2$	128.7	148.7—149.6	152	152	169	172.2
"	"	Äthyl	$C_7H_{14}\Theta_2$	194.4	173.5	174	174	232	237
"	"	Amyl	$C_{10}H_{30}\Theta_2$	93	244.1	240	240	110	109.8
"	"	Essigsäure-Anhydrid	$C_4H_6\Theta_2$		109.9	109.2	109.2		
"	"	Kohlensaures Äthyl	$C_2H_{10}\Theta_2$	118	138.8—139.4	137.8	137.8	138	139
"	"	Oxalsaures Methyl	$C_4H_6\Theta_4$	102 bei 50°	116.3	117	117	121	119.8
"	"	Äthyl	$C_6H_{10}\Theta_4$	132.5	166.8—167.1	161	161	163	164
"	"	Bernsteinsaures Äthyl	$C_8H_{14}\Theta_4$	162.3	209	205	205	205	207.2
"	"	Benzol	C_6H_6	86.8	96.0—99.7	99	99	93	
"	"	Cymol	$C_{10}H_{14}$	152.5	183.5—185.2	187	187	177	
"	"	Phenol	$C_6H_6\Theta$	86.96	103.6—104	106.8	106.8	104	
"	"	Benzylalkohol	$C_7H_8\Theta$	101.6	123.7	128.8	128.8	125	
"	"	Bittermandelöl	$C_7H_6\Theta$	99.5	118.4	122.2	122.2	118	
"	"	Cuminol	$C_{10}H_{13}\Theta$	150.4	184.5—186.8	187	187	175	
"	"	Benzoësäure	$C_7H_6\Theta_2$	112.6 bei 21°	126.9	130	130	129	
"	"	Benzoësäures Methyl	$C_8H_8\Theta_2$	123.3	148.5—150.3	152	152	150	

Chloräthyl	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	70	71.2—74.5	72.3	68.3
„ einfach gechlort	$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$	79.8	86.9—89.9	89.6	87.6
„ zweifach gechlort	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$	99.2	105.6—109.7	106.9	106.9
Chloramyl	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Cl}$	120.2	135.4—137	138.3	131.3
Chloral	$\text{C}_2\text{HCl}_3\text{O}$	97.1	108.4—108.9	108.1	110.9
Chloracetyl	$\text{C}_2\text{H}_3\text{OCl}$	69.2	74.4—75.2	73.5	72.3
Chlorbenzoyl	$\text{C}_7\text{H}_5\text{OCl}$	114	134.2—137.8	139.5	137.3
Chlorschwefel	SCl	39.7	45.7		
Brom	Br	26	27—28.7	27.8	32.1
Brommethyl	CH_2Br	57.1	58.2	55.3	56.6
Bromäthyl	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$	74	78.4	77.3	77.6
Bromamyl	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{Br}$	129	149.2	143.3	140.6
Bromeläyl	$\text{C}_8\text{H}_9\text{Br}_2$	86	97.5—99.6	99.6	106.2
Jodmethyl	CH_3J	64.6	65.4—68.3	65	67.5
Jodäthyl	$\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$	78.8	85.9—86.4	87	88.5
Jodamyl	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{J}$	134.8	152.5—158.8	153	151.5
Stickoxydul	N_2O	45.6 _{bei -6°}	36.1	33	37
Untersalpetersäure	NO_2		31.7—32.4	33	35
Salpetrigsaures Methyl	CH_3NO_2		15° unterm Siedep.	60.5	59.5
„ Äthyl	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$		61.6, 27° üb. Siedep.	82.5	80.5
			79—84		80

midt.)

2