Untersuchungen aus dem chemischen Laboratorium von Prof. Alexander Saytzeff zu Kasan.

22. Untersuchungen über das Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen;

von

J. Kanonnikoff.

Gladstone's, Landolt's, Brühl's u. A. Untersuchungen über das Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen haben der Wissenschaft ein ganz neues Gebiet von grosser Bedeutung eröffnet. Um so wichtiger und nothwendiger erscheint uns eine weitere Bearbeitung und Prüfung der von diesen Forschern erhaltenen Resultate, und dies soll eben die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein.

Wenden wir uns zunächst zur Erörterung der Frage, welchen Einfluss der Aggregatzustand eines Körpers auf dessen Lichtbrechungsvermögen im Allgemeinen und der Uebergang in den gelösten Zustand im Besonderen hat. Für die Beantwortung der ersten Hälfte derselben giebt es in der betreffenden Literatur schon Material genug, und brauchte dasselbe nur gesammelt und geordnet zu werden; die Lösung der anderen hingegen erforderte neue Untersuchungen, die von mir zu diesem Zwecke ausgeführt wurden.

Bei der Bestimmung des Brechungsexponenten und der Dichtigkeit wich ich in meinen Arbeiten von der gewöhnlichen Methode nicht ab.

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten bediente ich mich des Spectrogoniometers von Fuess in Berlin; ich kann nicht umhin, dasselbe seiner Bequemlichkeit und Genauigkeit halber ganz besonders zu empfehlen. Der Kreis meines Apparates war mit Theilungen versehen, welche die Winkel mit einer Genauigkeit bis zu 15'' zu bestimmen gestatteten, wodurch es möglich wurde, dieselbe bei dem Brechungsexponenten bis zu einer Einheit der vierten Decimalziffer zu bringen. Ueberdies wurde jede Beobachtung

322 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

(für die Linien C , D und F) mehrere Male wiederholt, und die Mittelzahl derselben genommen, so dass, wie ich glaube, die Genauigkeit meiner Bestimmungen die oben erwähnte übertrifft. Der Brechungsexponent für den unendlichen Strahl wurde aus den Brechungsexponenten der Linien α und β berechnet.

Die Dichtigkeit wurde mittelst Sprengel's Pyknometer bei derselben Temperatur, wie der Brechungsexponent, bestimmt. Ein jeder Versuch wurde wiederholt, in Folge dessen die Grössen für d mit einer Genauigkeit von 4—5 Einheiten der 5. Decimalziffer erhalten wurden. Die gefundenen Grössen wurden auf das Wasser bei 20° , bezogen auf 4° , berechnet nach der Formel:

$$D_{4^{\circ}}^t = \frac{m}{w} (1 + [T - t] 0,000025) (Q - \lambda) + \lambda. ^1)$$

Q nahm ich aus Rosetti's Tabellen; $\lambda = 0,0012$.

Um den Procentgehalt zu bestimmen, schüttete ich in einen kleinen Probirkolben mit eingeriebenem Stöpsel eine gewisse Quantität der gewogenen Substanz und goss dann die zur Auflösung derselben nöthige Menge des Lösungsmittels hinein, die dann durch abermaliges Abwägen bestimmt wurde. Mit jeder Substanz wurde nur dann experimentirt, wenn ihre Reinheit festgestellt worden war. Die von mir durch diese Versuche erhaltenen Resultate wird man in den am Schluss mitgetheilten Tabellen I—III verzeichnet finden. In den Tabellen IV—VIII führe ich die Beobachtungen an, die ich in der betreffenden Literatur gefunden und hinsichtlich derer ich mich genöthigt sehe, einige Worte zu sagen.

Für die Gase schöpfte ich die Thatsachen aus Mascart's²⁾ Beobachtungen. Ursprünglich waren sie für die Linie D gemacht, sind aber von mir mit dem molecularen, für den unendlichen Strahl berechneten Lichtbrechungsvermögen verglichen worden, was weit richtiger ist, da die Dispersion dieser Körper eine sehr geringe ist, wie es fol-

---

¹⁾ H. Landolt, Das optische Drehungsvermögen organischer Verbindungen, S. 138.

²⁾ Ann. de l'école normale 1877 [2] 6, 9; Compt. rend. 86, 1182.

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 323

gende, von mir nach Ketteler's Beobachtungen¹⁾ berechneten Beispiele zeigen. Ketteler fand:

	^nLi	^nTl
1) CO_2	= 1,00044768	1,00045072
2) SO_2	= 1,00068155	1,00069021
3) N	= 1,00029370	1,00029570

woraus folgt:

	$\frac{^{n-1}\text{Li}}{d}$	$p \frac{^{n-1}\text{Li}}{d}$	$\frac{^{n-1}\text{Tl}}{d}$	$p \frac{^{n-1}\text{Tl}}{d}$
1) CO_2	= 0,2272	10,00	0,2287	10,06
2) SO_2	= 0,2380	15,29	0,2408	15,41
3) N	= 0,2342	3,28	0,2350	3,29

woraus hervorgeht, dass ungeachtet der bedeutenden Differenz in der Wellenlänge, welche für $\lambda_{\text{Li}} = 6,706$ und für $\lambda_{\text{Tl}} = 5,3495$ ist, das Ergebniss der Berechnung des Lichtbrechungsvermögens beider Strahlen dasselbe ist, da von irgend einer Bedeutung des zwischen ihnen gefundenen Unterschiedes, in maximo = 0,1, nicht die Rede sein kann.

Um das spezifische Lichtbrechungsvermögen gasartiger Körper zu bestimmen, wurde die theoretische Dampfdichte derselben genommen, auf's Neue in Bezug auf das Wasser bei 20° und 4° berechnet, und, da einige von Mascart's Beobachtungen bei 12° ausgeführt waren, so wurde die gefundene Grösse für die Dichtigkeit auch noch auf diese Temperatur reducirt.

Bei der Bestimmung des specifischen Lichtbrechungsvermögens der festen krystallinischen Körper wurde die Grösse des mittleren Brechungsexponenten oder des der Hauptaxe entsprechenden genommen, folglich für die dreiaxigen Krystalle β , für die zweiaxigen ω .

Die in den Tabellen enthaltenen Resultate der Beobachtungen erlauben einige Schlüsse bezüglich des Lichtbrechungsvermögens chemischer Verbindungen zu ziehen. Obenan steht hier der Einfluss des Aggregatzustandes, der Temperatur und der chemischen Constitution der Substanz. Zu diesen wenden wir uns denn auch zuerst, um später zu

¹⁾ Farbenzerstreuung der Gase. Bonn 1865.

324 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

den Schlüssen über die chemische Constitution der Körper überzugehen, zu denen uns das Studium des Lichtbrechungsvermögens gewisser Substanzen führt.

1) Ueber den Einfluss des Aggregatzustandes auf das Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen.

Beginnen wir mit den Gasen. — In den folgenden Tabellen sind unter I und II die Grössen des specifischen und molecularen Lichtbrechungsvermögens einiger Substanzen im Gas- und Dampfzustande, unter III und IV das specifische und moleculare Refractionsvermögen derselben im flüssigen Zustande, und unter V die auf Grund ihrer Formeln berechneten theoretischen Grössen verzeichnet.

	I.	II.	III.	IV.	V.	
1. Essigaldehyd, C_2H_4O	0,4280	18,83	0,4132	18,18	18,17	Landolt
2. Aethyläther, $C_4H_{10}O$	0,4842	35,82	0,4802	35,53	35,05	„
3. Aethylalkohol, C_2H_6O	0,4465	20,52	0,4415	20,31	20,17	„
4. Aceton, C_3H_6O	0,4400	25,52	0,4405	25,55	25,61	„
5. Ameisensäure, Aethyl,						
$C_3H_8O_2$	0,3736	28,05	0,3866	28,61	28,32	„
6. Chloroform, $CHCl_3$	0,2849	34,04	0,2899	34,64	34,74	Kanon-
						nikoff
7. Amylen, C_5H_{10}	0,5616	39,31	0,5613	39,29	39,20	Brühl
8. Schwefl. Säure, SO_2	0,2455	15,71	0,2393	15,32	—	Ketteler
9. Wasser, H_2O	0,3194	5,75	0,3245	5,84	5,87	Landolt
10. Schwefelkohlenstoff,						
CS_2	0,4536	34,47	0,4517	34,33	—	Haagen

Diese Beispiele beweisen mit völliger Klarheit, dass bei dem Uebergang aus dem flüssigen in den Gaszustand das Lichtbrechungsvermögen der Substanzen keine Veränderung erleidet.

Zu demselben Resultate gelangen wir, wenn wir mit solchen Gasen experimentiren, deren Lichtbrechungsvermögen für ihren Flüssigkeitszustand zwar noch unbekannt ist, deren moleculares Refractionsvermögen wir jedoch mit derjenigen theoretischen Grösse vergleichen, welche aus der gegebenen Formel mittelst der Refractionsäquivalente der Elemente berechnet wird. In vorliegender Tabelle bezeichnen wir

unter I das specifische, unter II das moleculare Refractionsvermögen der Substanz im Gas- oder Dampfzustande, unter III die theoretische Grösse desselben.

	I.	II.	III.
1. Sumpfgas, CH_4	0,6475	10,36	10,02
2. Methyläther, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	0,4439	20,42	20,17
3. Pentan, C_5H_{12}	0,5516	39,71	39,78
4. Propylen, C_3H_6	0,6185	25,90	22,80
5. Aethylen, C_2H_4	0,6000	16,80	16,88
6. Chlor, Cl	0,2536	9,00	9,53
7. Chlorwasserstoff, ClH	0,2851	10,41	10,82
8. Ammoniak, NH_3	0,5174	8,79	9,22

Wir ersehen daraus, dass das Refractionsvermögen flüssiger Körper bei dem Uebergang in den Dampfzustand keine Veränderung erleidet, und dass folglich auf dieselben in vollem Maasse diejenigen Resultate hinsichtlich der Beziehungen zwischen dem Lichtbrechungsvermögen und der chemischen Constitution der Körper Anwendung finden können, zu denen das Studium des Refractionsvermögens flüssiger Körper führt.

Was das Lichtbrechungsvermögen fester Körper betrifft, so haben wir es hier mit einem reichhaltigen Material zu thun, welches aber in den Arbeiten verschiedener Forscher zerstreut ist, die überdies Zwecke anderer Art, hauptsächlich krystallographische, verfolgten. In den weiter unten angeführten Tabellen sind alle Beobachtungen verzeichnet, die ich in der betreffenden Literatur auffinden konnte und mit deren Hülfe ich das specifische und moleculare Refractionsvermögen fester Körper bestimmte. Zur Interpretation dieses Materials muss jedoch von verschiedenen Standpunkten ausgegangen werden.

Was erstens die Bestimmung des Refractionsvermögens eines und desselben Körpers im festen und flüssigen Zustande betrifft, so ist hierüber noch wenig festgestellt; doch erhellt schon aus diesem Wenigen, dass bei dem Uebergang aus einem Zustande in den anderen hierin keine Veränderung vor sich geht. So haben wir für das Eis:

$$\frac{n_a - 1}{d} = 0,3337 \quad \text{und} \quad P \frac{n_a - 1}{d} = 6,00 \text{ (Reusch);}$$

326 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

für das Wasser: 0,3313 und 5,95. Entsprechende Resultate liefern nach Damien der feste und flüssige Phosphor.

Phosphor im festen Zustande:

$$\frac{A-1}{d} = 0,5617 \quad \text{und} \quad P \frac{A-1}{d} = 17,41.$$

Phosphor im flüssigen Zustande:

$$\frac{A-1}{d} = 0,5617 \quad \text{und} \quad P \frac{A-1}{d} = 17,41.$$

Wie ersichtlich, haben wir hier vollkommene Uebereinstimmung.

Zu demselben Resultate führt die Vergleichung des molecularen, für den festen Aggregatzustand bestimmten, Refractionsvermögens dieser oder jener Substanz mit dessen theoretischer, aus der Formel mittelst der Refractionsäquivalente berechneten Grösse.

So haben wir für:

Citronensäure, $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ $\frac{A-1}{d} = 0,3132, \quad P \frac{A-1}{d} = 65,77;$

theor. Grösse = 66,06 (Schrauf).

Diamant, C $\frac{A-1}{d} = 0,4077, \quad P \frac{A-1}{d} = 4,89;$

theor. Grösse = 4,86 (Schrauf).

Asparagin, $C_4H_8N_2O_3 \cdot H_2O$ $\frac{A-1}{d} = 0,3672, \quad P \frac{A-1}{d} = 55,08;$

theor. Grösse = 55,04 (Groth).

Rhombischer Schwefel, S $\frac{A-1}{d} = 0,4695, \quad P \frac{A-1}{d} = 15,02;$

theor. Grösse = 15,09 (Schrauf).

Weinsteinsäure, $C_4H_6O_6$ $\frac{n_D-1}{d} = 0,3052, \quad P \frac{n_D-1}{d} = 45,78;$

theor. Grösse = 45,80 (Kohlrausch).

Rohrzucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$ $\frac{n_{Li}-1}{d} = 0,3537, \quad p \frac{n_{Li}-1}{d} = 120,94;$

theor. Grösse = 120,60 (Calderon).

Zahlreiche, diese Beobachtungen vollkommen beweisende Beispiele liefern uns die Verbindungen anderer Elemente, die sogenannten anorganischen Substanzen; ehe wir jedoch zu denselben übergehen, müssen wir die Frage in Betracht ziehen, welchen Einfluss auf das Lichtbrechungsvermögen

verschiedener Stoffe deren Vermischung mit anderen, resp. die Auflösung eines Körpers durch einen anderen, ausübt.

Was die Lösungen gasartiger Körper betrifft, so besitzen wir darüber leider keine Beobachtungen; um so zahlreicher sind dagegen die Beobachtungen über die Lösungen von flüssigen und festen Stoffen in Flüssigkeiten. Was die ersteren, mit denen wir beginnen, angeht, so verdanken wir die meisten Forschungen hierüber Landolt, obgleich sich sehr werthvolle Beispiele auch in den Arbeiten anderer Forscher finden lassen.

Alle Diejenigen, welche sich mit dieser Frage beschäftigten, gingen von dem Satze aus, dass das Refractionsvermögen einer Mischung von zwei Flüssigkeiten gleich der Summe des Brechungsvermögens beider Bestandtheile sei, dass also das Biot-Arago'sche Gesetz sich ebensowohl auf die Mischung von Flüssigkeiten, wie auf die von Gasen beziehe. Ist demnach das Brechungsvermögen der Mischung und eines der Bestandtheile bekannt, sowie auch der Procentgehalt des letzteren, so lässt sich das Brechungsvermögen des anderen berechnen, da:

$$P \frac{N-1}{D} = p \frac{n-1}{d} + p_1 \frac{n_1-1}{d_1}$$

und

$$\frac{n-1}{d} = \frac{P \frac{N-1}{D} - p_1 \frac{n_1-1}{d_1}}{p}$$

Nach dieser Formel und auf Grund von Landolt's Untersuchungen über verschiedene Lösungen von Essigsäure berechnete ich das moleculare Refractionsvermögen derselben und erhielt aus einer Lösung, enthaltend:

$$89,56 \% \text{ C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \quad P \frac{n_a-1}{d} = 21,24$$

$$60,66 \text{ „ } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \quad P \frac{n_a-1}{d} = 21,29$$

$$30,82 \text{ „ } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \quad P \frac{n_a-1}{d} = 21,39$$

$$10,38 \text{ „ } \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 \quad P \frac{n_a-1}{d} = 21,49$$

Die theoretische Grösse des für die Essigsäure berechneten Lichtbrechungsvermögens $R_a = 21,4$ stimmt mit den aus den Lösungen gefundenen vollkommen überein; wenigstens ist der Unterschied so gering, dass er nicht in Betracht gezogen zu werden verdient.

Gleiche Resultate erhalten wir bei den wässrigen Lösungen der Propion-, Butter- und Valeriansäuren. In allen diesen Fällen stimmen die nach der angeführten Formel von Biot u. Arago berechneten Grössen für das Lichtbrechungsvermögen genannter Verbindungen vollkommen mit den theoretischen, aus den chemischen Formeln dieser Substanzen berechneten überein.

Ähnliche Resultate liefern die Lösungen auch anderer Flüssigkeiten, wie z. B. Alkohol in Wasser (Landolt, Deville), Alkohol in Aether, Schwefelkohlenstoff und Chloroform in Weingeist (v. d. Willigen) u. s. w.

Aus dem Gesagten erhellt, dass die Auflösung eines Körpers in einem anderen oder, was dasselbe ist, dessen Vermischung mit einem anderen auf sein Refractionsvermögen keinen bemerkbaren Einfluss hat. Zu eben demselben Schlusse gelangen wir, wenn wir die Lösungen fester Körper in Flüssigkeiten auf ihr Lichtbrechungsvermögen hin prüfen. Doch ist diese Frage noch nicht hinreichend beleuchtet worden und erfordert daher nähere Betrachtung. Die Lösung derselben kann von mehreren Seiten aus geschehen: erstens durch die Bestimmung des specifischen Refractionsvermögens der gelösten Substanz aus mehr oder minder gesättigten Lösungen; zweitens durch Vergleichung des molecularen Brechungsvermögens des gelösten Körpers, wie es sich auf Grund des Refractionsvermögens irgend einer Lösung ergibt, mit dessen theoretischer Grösse, wie sie sich aus der chemischen Formel mit Hülfe der für im homogenen Zustande befindliche Substanzen gefundenen Refractionsäquivalente berechnen lässt; drittens durch Vergleichung des molecularen Lichtbrechungsvermögens der gegebenen gelösten Substanz mit demjenigen seiner nächsten Derivate, deren Brechungsvermögen im homogenen, festen oder flüssigen Zustande bekannt ist, und endlich durch Vergleichung des Brechungs-

vermögens der gelösten Substanz mit demjenigen desselben Körpers, aber für dessen homogenen, festen oder flüssigen, Zustand gefundenen. In allen diesen Fällen bleiben sich die Resultate gleich: es erleidet durch die Auflösung eines festen Körpers in einem flüssigen dessen specifisches, resp. moleculares Refractionsvermögen keine Veränderung, und lässt sich die Biot-Arago'sche Formel, natürlich in gewissen Grenzen der Genauigkeit, ebensowohl auf die Mischung und Lösung fester Körper in flüssigen, wie auf diejenigen flüssiger und gasartiger Stoffe unter einander anwenden.

Wenden wir uns zu verschiedenartig gesättigten Lösungen. Ausser den von mir speciell zu diesem Zwecke angestellten Versuche giebt es noch in verschiedenen Arbeiten anderer Forscher eine gewisse Anzahl, wenngleich zu anderen Zwecken gemachter, Untersuchungen darüber. So berechnete ich die Zahlenverhältnisse vieler von v. d. Willigen, Obermayer u. A. untersuchten Substanzen (siehe Tabellen).

Aus einer Wasserlösung des Chloralhydrats bestimmte ich u. A. dessen specifisches und moleculares Lichtbrechungsvermögen, welches ich nach der Biot und Arago'schen Formel folgendermaassen berechnete:

	$\frac{A-1}{d}$	$P \frac{A-1}{d}$
Für die Lösung, enthaltend 33,22 %	0,2897	47,94
„ „ „ „ 23,64 „	0,2887	47,78
„ „ „ „ 11,82 „	0,2889	47,81
„ „ „ „ 9,08 „	0,2893	47,89
„ „ „ „ 3,92 „	0,2918	48,29

Die theoretische Grösse des Brechungsvermögens des Chloralhydrats ist $R_A = 47,60$. Der Unterschied in den Zahlen, die von den einzelnen Beobachtungen herrühren, übersteigt für das specifische Lichtbrechungsvermögen nicht die dritte Decimalziffer, und beträgt für die moleculare in maximo + 0,51. Diese Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen mit einander spricht dafür, dass eine Concentration der Lösung auf das Refractionsvermögen der gelösten Substanz keinen besonderen Einfluss hat. Aehnliche Resultate erhalten wir bei dem Rohrzucker, für den ich bei vier verschiedenen Lösungen folgende Werthe erhielt:

330 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

	$\frac{n_a - 1}{d}$	$p \frac{n_a - 1}{d}$
Eine Lösung, enthaltend 15,00 %	0,3506	119,90
„ „ „ 11,48 „	0,3526	120,95
„ „ „ 8,70 „	0,3524	120,58
„ „ „ 6,42 „	0,3475	118,86

Für den Rohrzucker giebt es auch Beobachtungen von Obermayer, der den Brechungsexponenten und die Dichtigkeit mehrerer Lösungen bestimmte. Auf Grund der von ihm angeführten Zahlen berechnete ich nach der Biot-Arago'schen Formel das specifische und moleculare Lichtbrechungsvermögen des gelösten Zuckers. So erhielt ich:

	$\frac{n_a - 1}{d}$	$p \frac{n_a - 1}{d}$
Für eine Lösung, enthaltend 10 %	0,3481	119,25
„ „ „ „ 20 „	0,3481	119,25
„ „ „ „ 30 „	0,3493	119,46

Diese beiden Reihen von Beobachtungen stimmen miteinander trefflich überein und beweisen, dass ungeachtet des verschiedenen Sättigungsgrades der Lösungen die für dieselben berechneten Grössen des molecularen Lichtbrechungsvermögens einander, sowie auch dem theoretischen Refractionsvermögen des Rohrzuckers, sehr nahe kommen. Letzteres beträgt $R_a = 119,4$, während die Mittelzahl der von Obermayer und mir gewonnenen = 119,60 ist. Ein nur wenig grösserer Unterschied besteht zwischen diesem und dem molecularen Lichtbrechungsvermögen des Rohrzuckers, wie es sich auf Grund von Calderon's Beobachtungen für diesen Stoff im homogenen, festen Zustande ergibt:

$$\frac{n_{Li} - 1}{d} = 0,3537 \text{ und } p \frac{n_{Li} - 1}{d} = 120,96 \text{ (Calderon),}$$

was annähernd¹⁾ mit den von Obermayer und mir gefun-

---

¹⁾ Eine beinahe vollkommene Uebereinstimmung finden wir für das specifische Lichtbrechungsvermögen, wo der Unterschied nicht 0,005 übersteigt; der etwas grössere, = 1,7, beim molecularen erklärt sich durch das ungemein grosse Moleculargewicht des Rohrzuckers = 342, in Folge dessen geringe Fehler beim Experimentiren durch eine

denen Zahlen übereinstimmt, und beweist, dass der für den verschiedenen Sättigungsgrad gefundene Unterschied in Wirklichkeit so gering ist, dass er bei dem Zweck, den wir verfolgen, ausser Acht gelassen werden kann.

Andere Substanzen liefern ähnliche Resultate. In v. d. Willigen's Arbeiten finden wir zahlreiche Bestimmungen für den Brechungsexponenten und die Dichtigkeit der Lösungen mehrerer Salze, aus denen ich das spezifische und moleculare Lichtbrechungsvermögen der gelösten Substanzen berechnete, wobei ich fand, dass ungeachtet des verschiedenen Sättigungsgrades alle Lösungen eines und desselben Körpers für das moleculare Lichtbrechungsvermögen beinahe vollkommen übereinstimmende Zahlen geben. So giebt eine Lösung von NO_3Na :

	$\frac{n_a - 1}{d}$	$p \frac{n_a - 1}{d}$
Enthaltend 44,35 %	0,2203	18,72
„ 16,86 „	0,2184	18,56

Für eine Lösung, enthaltend 18,04 %, bestimmte ich

$$p \frac{n_a - 1}{d} = 18,76.$$

Für Chlorcalcium finden wir:

	$\frac{n_a - 1}{d}$	$p \frac{n_a - 1}{d}$
40,64 %	0,2906	32,25
16,75 „	0,2952	32,75

Für Chlorzink:

35,98 %	0,2323	31,59
23,60 „	0,2281	31,02

Für kohlen-saures Natron fand ich:

6,29 %	0,2105	22,31
12,26 „	0,2150	22,79

Ähnliche Resultate erhielt ich bei der Berechnung von Damien's Beobachtungen über den Brechungsexponenten der Wasserlösungen von Jodkalium. Für die Lösung,

---

grosse Zahl multiplicirt werden und dadurch das Resultat beeinflussen. Wenn wir uns dieses Umstandes erinnern, so werden wir auch hier Uebereinstimmung der Zahlen anerkennen müssen.

332 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

	$\frac{A-1}{d}$	$p \frac{A-1}{d}$
enthaltend 55,12 %	0,20167	33,47
„ 18,70 „	0,20136	33,42

Zu gleichen Schlüssen führen Forster's¹⁾ Beobachtungen; so fand er für:

	$\frac{n_a-1}{d}$	$P \frac{n_a-1}{d}$
1) BrNa aus einer Lösung von 23,61 %	0,2128	21,92
„ „ „ „ 12,04 „	0,2075	21,37
2) SO ₄ Mg „ „ 10,79 „	0,2073	24,80

Für letzteres erhielt ich aus einer 18,97proc. Lösung:
 $P \frac{n_a-1}{d} = 23,83.$

3) NO ₃ Ag aus einer Lösung von 57,87 %	0,1616	27,47

Ich erhielt für diese Substanz aus einer 13,51proc. Lösung:
 $P \frac{n_a-1}{d} = 27,06.$

Aehnliche Resultate erhielten Bedson und Williams²⁾ bei ihren Untersuchungen über Weingeistlösungen von Phenol:

	$\frac{A-1}{d}$	$p \frac{A-1}{d}$
Eine Lösung, enthaltend 20,64 %	0,4828	45,38
„ „ „ 48,85 „	0,4799	45,11

Aehnliches erhielt ich bei meinen Untersuchungen über die Wasserlösungen von China- und Itakonsäure; für erstere fand ich aus einer 17,95proc. Lösung: $\frac{A-1}{d} = 0,3465$ und $P \frac{A-1}{d} = 66,52$; aus einer 9,98proc. Lösung: $\frac{A-1}{d} = 0,3475$ und $p \frac{A-1}{d} = 66,72$; für Itakonsäure:

aus einer Lösung, enthaltend 4,18 %	0,3404	44,25
„ „ „ 2,62 „	0,3435	44,65

Alle diese Facta zeugen hinlänglich dafür, dass der Sättigungsgrad der Lösung keinen merklichen Einfluss auf

¹⁾ Beiblätter zu Wied. Ann. 5, 657 (1881).

²⁾ Ber. Berl. chem. Ges. 1881, S. 2551.

das moleculare Refractionsvermögen der gelösten Substanz hat, und dass verschiedenartig gesättigte Lösungen für dasselbe entweder gleiche oder doch so wenig von einander abweichende Grössen geben, dass unser Urtheil über das gegenseitige Verhältniss des Lichtbrechungsvermögens und der chemischen Constitution der Körper dadurch nicht beeinflusst wird.

Wir gelangen zu eben demselben Schlusse, wenn wir das moleculare Lichtbrechungsvermögen der gelösten Substanz mit einander vergleichen, indem wir es aus dem Refractionsvermögen von dessen Lösungen in verschiedenen Lösungsmitteln vergleichen.

Eine Reihe solcher Versuche wurde von mir für Campher, Naphtalin und Monobromcampher angestellt. Ich fand für folgende Lösungen:

		$\frac{A-1}{d}$	$p \frac{A-1}{d}$
Campher in Benzol	32,30 %	0,4810	73,10
Campher in Weingeist	24,33 „	0,4793	72,80
Naphtalin in Benzol	18,77 „	0,5783	74,00
Naphtalin in Weingeist.	5,63 „	0,5781	73,97
Monobromcampher in Benzol	7,03 „	0,3840	88,70
Monobromcampher in Weingeist	6,09 „	0,3829	88,45

Bedson und Williams erhielten ähnliche Resultate bei ihren Untersuchungen über Lösungen von Phenol in Weingeist und Essigsäure.

	$\frac{A-1}{d}$	$p \frac{A-1}{d}$
Für die Weingeistlösung erhielten sie im Mittel	0,4832	45,42
„ „ Lösung in Essigsäure	0,4891	45,97

Wie wir sehen, stimmen in allen diesen Fällen die Beobachtungen überein, und ist dieser Umstand für uns sehr wichtig, da er mit besonderer Klarheit beweist, dass weder die Qualität noch die Quantität des Lösungsmittels auf das Lichtbrechungsvermögen der gelösten Substanz irgend einen Einfluss ausübt.

Dasselbe lässt sich sagen, wenn man das specifische und moleculare Refractionsvermögen einer gelösten Substanz mit dem für ihren homogenen Zustand berechneten vergleicht.

334 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

Zu diesem Zwecke wurde von mir eine Reihe von Versuchen angestellt, welche obigen Satz vollkommen bestätigten. So fand ich für geschmolzenes Phoron, $C_9H_{14}O$:

$$\frac{A-1}{d} = 0,5286 \text{ und } p \frac{A-1}{d} = 72,94;$$

indem ich aus dem Lichtbrechungsvermögen seiner Lösung in Benzol die Grösse seines molecularen Lichtbrechungsvermögens berechnete:

$$\frac{A-1}{d} = 0,5285 \text{ und } p \frac{A-1}{d} = 72,93.$$

Aehnliches für Zimmtalkohol, $C_9H_{10}O$:

Für die geschmolzene Substanz:

$$\frac{n_a-1}{d} = 0,5398 \text{ und } P \frac{n_a-1}{d} = 72,33;$$

für die Weingeistlösung:

$$\frac{n_a-1}{d} = 0,5422 \text{ und } P \frac{n_a-1}{d} = 72,64.$$

Für Menthol fand ich aus einer Lösung in Benzol:

$$\frac{A-1}{d} = 0,4962 \text{ und } p \frac{A-1}{d} = 77,4,$$

während Gladstone für die geschmolzene Substanz:

$$\frac{A-1}{d} = 0,4980 \text{ und } p \frac{A-1}{d} = 77,6$$

erhielt.

Gleiche Resultate ergeben sich für $(CHO_2)_2Ba$, SO_4K_2 , SO_4Mg , SO_4Zn und SO_4Cu , deren moleculares Lichtbrechungsvermögen ich aus ihren wässrigen Lösungen bestimmte, während dasselbe für deren festen Aggregatzustand auf Grund von Beobachtungen anderer Forscher, die den Brechungsexponenten und die Dichtigkeit genannter Verbindungen bestimmten, berechnet werden kann. Die hierauf bezüglichen Facta finden wir in den weiter unten stehenden Tabellen verzeichnet; hier führen wir nur die Grössen für das moleculare Lichtbrechungsvermögen genannter Substanzen an.

	Für die Lösung	Für den festen Aggregatzustand
	$p \frac{n_a - 1}{d}$	$p \frac{n_a - 1}{d}$
$(\text{CHO}_2)_2 \text{Ba}$	41,06	41,54 (Schrauf)
$\text{SO}_4 \text{K}_2$	32,29	32,24 (Topsøe)
$\text{SO}_4 \text{Mg}$	23,88	24,60 do.
$\text{SO}_4 \text{Zn}$	26,93	26,30 do.
$\text{SO}_4 \text{Cu}$	57,88	58,81 do.
NaCl	14,60	14,68 (Haagen)

Desgleichen fanden Bedson und Williams für den Borax aus einer Wasserlösung $\frac{A-1}{d} = 0,2121$, während sie auf Grund der Beobachtung eines Prismas aus einem Krystall dieser Substanz diese Grösse = 0,2120 bestimmten. Für Weinsteinsäure fand Gladstone aus einer Lösung $\frac{n_A - 1}{d} = 0,3020$ und $p \frac{n_A - 1}{d} = 45,3$; aus dem Lichtbrechungsvermögen der krystallinischen Weinsteinsäure erhält man, wie wir schon sahen, $\frac{n_a - 1}{d} = 0,3052$ und $p \frac{n_a - 1}{d} = 45,78$. Dasselbe für Citronensäure: für die krystallinische Säure erhält man $R_a = 61,11$, für die Lösung in Wasser = 60,9 (Gladstone), während die theoretische Grösse = 61,7 ist.

Schon die angeführten Beispiele zeugen genügend dafür, dass das Lichtbrechungsvermögen der chemischen Verbindungen durch die Auflösung keine merkliche Veränderung erleidet. Ein eingehenderes Studium des Lichtbrechungsvermögens verschiedener Substanzen, wie es aus deren Lösungen berechnet wird, und dessen Vergleichung mit demjenigen ihrer nächsten, unmittelbaren Derivate, deren molares und spezifisches Refractionsvermögen für den homogenen Zustand derselben bestimmt wurde, lassen in dieser Frage keine Zweifel übrig.

Eine Reihe solcher von mir gemachter Beobachtungen ergaben u. A. Folgendes:

Für die Itakonsäure fand ich aus einer Lösung: $\frac{A-1}{d}$

= 0,3419 und $p \frac{A-1}{d} = 44,44$. Die Formel $C_5H_6O_4$ ergibt $R_A = 44,04$. Die Differenz = + 0,40 beweist, dass beide Grössen übereinstimmen, nämlich dass für die Itakonsäure das beobachtete moleculare Lichtbrechungsvermögen dem theoretischen gleichkommt. Für den Aethyläther dieser Säure, einen flüssigen Körper, fand ich $p \frac{A-1}{d} = 73,82$ und $\frac{A-1}{d} = 0,3969$. Aus der Formel dieser Substanz ergibt sich $R_A = 73,80$, eine Grösse, die mit der durch den Versuch erlangten vollkommen übereinstimmt, woraus ersichtlich ist, dass hier das gegenseitige Verhältniss beider Grössen dasselbe ist, wie bei der Itakonsäure.

Aehnliches haben wir für die Mesakonsäure und deren Aether. Für die Säure fand ich aus mehreren Lösungen:

$$\frac{A-1}{d} = 0,3607 \text{ und } p \frac{A-1}{d} = 46,89,$$

während Brühl für ihren Methyl- und Aethyläther nach den von Gladstone erhaltenen Grössen folgende Werthe erhielt:

$$\text{für den Methyläther } P \frac{A-1}{d} = 61,43$$

$$\text{für den Aethyläther } P \frac{A-1}{d} = 76,60.$$

Die theoretischen Grössen des molecularen Lichtbrechungsvermögens dieser Verbindungen sind:

Mesakonsäure	$R_A = 44,04$
Mesakonmethyläther . .	$R_A = 58,92$
Mesakonäthyläther . . .	$R_A = 73,80$

Daraus folgt, dass die Differenz der durch Versuche gefundenen und der theoretisch berechneten Grössen = 2,51 und 2,60 bei den von Natur flüssigen Aethern dieselbe ist, wie bei der Säure, einem in Auflösung befindlichen Körper, wo sie 2,85 beträgt.

Dieselben Resultate erhält man bei der Vergleichung der Citrakonsäure mit ihrem Anhydride, einem flüssigen

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 337

Körper. Dieselben sind von mir chemisch untersucht worden und ergaben:

	Gefunden.	Berechnet.	Differenz.
Citrakonsäure	46,68	44,04	+ 2,64
Citrakonsäureanhydrid	40,96	38,75	+ 2,21

Wie wir sehen, ist das Differenzverhältniss zwischen den durch Berechnung und den durch Versuche erhaltenen Grössen für das Lichtbrechungsvermögen der flüssigen und der ihr verwandten gelösten Substanz ein und dasselbe, was nicht der Fall sein könnte, wenn sich mit dem Uebergang in den gelösten Zustand das Refractionsvermögen der letzteren änderte.

Zu demselben Schlusse kommen wir, wenn wir das moleculare Lichtbrechungsvermögen solcher zwei isomeren Verbindungen vergleichen, bei denen für die eine diese Grösse aus dem homogenen flüssigen Zustande, für die andere hingegen aus einer Lösung ermittelt wurde. Die Zahlen könnten in diesem Falle unmöglich übereinstimmen, wenn der Uebergang aus dem homogenen in den gelösten Zustand eine Veränderung in dem Refractionsvermögen der Körper herbeiführen würde; dagegen finden wir u. A. Folgendes: das moleculare Refractionsvermögen der Methacrylsäure ist $R_A = 35,07$ (Brühl), dasjenige seines Isomeren, der festen Crotonsäure, $= 35,7$, wie ich es aus ihrer Wasserlösung bestimmte. Desgleichen berechnete ich für den gewöhnlichen Campher $P \frac{A-1}{d} = 72,96$, als Mittel der für eine Benzol- und eine Spirituslösung gefundenen Zahlen, während man nach Gladstone's Beobachtungen über ihr flüssiges Isomeres, den Wermuthcampher, $P \frac{A-1}{d} = 72,99$ erhält, und die theoretische Grösse $R_A = 72,60$ ist.

Noch mehrere andere Beispiele könnten angeführt werden, doch lassen, wie ich meine, auch schon diese mit genügender Sicherheit erkennen, dass das Lichtbrechungsvermögen fester Körper durch Auflösung derselben keine Veränderung erleidet und aus den Lösungen nach der Formel von Biot und Arago berechnet werden kann. Noch einen

neuen, indirecten, aber sehr wichtigen und überzeugenden Beweis werden wir sogleich anführen.

Die Untersuchungen über das Refractionsvermögen verschiedener Substanzen in ihrem Auflösungszustande haben das Gebiet des Studiums der Beziehung zwischen dieser Eigenschaft und der chemischen Constitution der Körper bedeutend dadurch erweitert, dass in das Bereich der Beobachtung Stoffe gezogen worden sind, welche aus Elementen bestehen, die keine flüssigen Verbindungen geben. Von Gladstone und später von mir ist das Lichtbrechungsvermögen einer grossen Anzahl verschiedener Substanzen bestimmt worden, was uns die Möglichkeit gab, die Refractionsäquivalente vieler Elemente zu berechnen, indem von der gefundenen Zahl für das moleculare Lichtbrechungsvermögen der gegebenen chemischen Verbindung die Summe der bekannten Refractionsäquivalente der übrigen Elemente nur abgezogen zu werden brauchte. Auf diese Weise fand Gladstone für verschiedene Elemente für die Linie *A* des Sonnenspectrums folgende Grössen:

Al	8,4	Di	16,0	Ca	10,4
Ba	15,8	Fe	12,0	Co	10,8
Be	5,7	Fe	20,1	Si	7,5
Bo	4,0	Au	24,0	Li	3,8
Vd	25,3	Cd	13,6	Mg	7,0
Bi	39,2	K	8,1	Mn	12,2
Cu	11,6	As	15,4	Mn	26,2
Na	4,8	Rb	14,0	Ur	21,6
Ni	10,4	Pb	24,8	Cr	15,9
Sn	27,0	Ag	13,5	Cr	23,0
Pd	22,2	Sr	13,6	Cs	13,7
Pt	26,0	Sb	24,5	Ce	13,6
Rh	24,2	Tl	21,6	Zn	10,2
Hg	21,3	Ti	25,5	Zr	22,3

Diese Zahlen bedürfen der Prüfung und Bestätigung um so mehr, als die Grössen der Refractionsäquivalente der mehrwerthigen Elemente verschieden sind, wie z. B. bei C und N, je nach der Art, wie sie mit anderen Elementen verbunden sind, ein Umstand, den Gladstone ausser Acht gelassen hatte. Solche Prüfungen sind von mir vorgenommen

und bis jetzt für die Refractionsäquivalente der Elemente der I. und II. Gruppe des periodischen Systems ausgeführt worden. Näheres über die von mir erhaltenen Resultate weiter unten; vorläufig nur die Tabelle der Lichtbrechungsäquivalente der Elemente, die ich untersucht habe.

	R_a	R_d
1. Lithium	3,16	3,00
2. Natrium	4,22	4,00
3. Kalium	7,75	7,40
4. Kupfer	—	11,30
5. Rubidium	12,04	11,60
6. Silber	13,05	12,53
7. Cäsium	19,55	18,70
8. Magnesium	7,03	6,47
9. Calcium	9,32	9,05
10. Zink	9,80	9,40
11. Strontium	11,61	11,25
12. Cadmium	13,03	12,66
13. Barium	15,84	15,28
14. Quecksilber	19,20	17,90

Von hohem Interesse erscheint jetzt die Frage, inwiefern diese Grössen der Refractionsäquivalente im Allgemeinen genommen werden können: ob sie sich nur auf das moleculare Lichtbrechungsvermögen gelöster Substanzen beziehen, oder auch auf den homogenen Zustand der Körper Anwendung finden können. Auf Grund alles oben Gesagten könnte unsere Antwort auf letzteres schon a priori bejahend ausfallen; ausserdem aber lässt die Vergleichung des für den homogenen krystallinischen Zustand bestimmten molecularen Lichtbrechungsvermögens einiger Körper mit den mittelst der von mir für gelöste Substanzen gefundenen Refractionsäquivalente berechneten Grössen in dieser Hinsicht keinen Zweifel übrig.

Mich auf die Beobachtungen verschiedener Forscher stützend, berechnete ich das moleculare Refractionsvermögen vieler krystallinischer Substanzen, und ist in folgender Tabelle eine Parallele zwischen diesem und dem nach den Formeln mittelst der erwähnten, von mir für Lösungen bestimmten Refractionsäquivalente gefundenen gezogen. Die

340 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

erste Columnne weist auf das moleculare Lichtbrechungsvermögen der krystallinischen Substanzen, die zweite auf dessen theoretische Grössen hin.

		$p \frac{n_a - 1}{d}$	R_A
1. Gyps	$\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	38,54	38,53
2. Schwerspath	BaSO_4	32,91	32,81
3. Cölestin	SrSO_4	28,76	28,60
4. Kaliumsulfat	K_2SO_4	32,34	32,50
5. Magnesiumsulfat	MgSO_4	24,60	23,85
6. Zinksulfat	ZnSO_4	26,30	26,84
7. Arragonit	CaCO_3	23,10	23,33
8. „	CaCO_3	24,10	23,33
9. Essigsäures Magnesium	$\text{Mg}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	71,81	71,05
10. Das Doppelsalz:	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	96,66	96,75
11. „ „	$\text{Am}_2\text{SO}_4 \cdot \text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	102,21	101,74
12. „ „	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	94,53	95,34
13. „ „	$\text{Am}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	97,60	98,75
14. „ „	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	92,35	92,46
15. Seignette-Salz	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	79,12	78,87
16. Ameisensaures Sr	$\text{Sr}(\text{CHO}_2)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	49,01	48,60
17. Kupfersulfat	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	58,81	57,96

Interessant sind in dieser Hinsicht Damien's Untersuchungen über Calciumnitrat. Er bestimmte die Dichtigkeit und den Brechungsexponenten einer Verbindung dieser Substanz mit Krystallwasser, $(\text{NO}_3)_2\text{Ca} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; ihre krystallinische Structur nur bei niedriger Temperatur bewahrend, schmilzt diese Verbindung schon bei der gewöhnlichen in ihrem Krystallwasser und wurde in diesem Zustande von

Damien untersucht. Das Ergebniss war für $\frac{n_a - 1}{d} = 0,2635$,

folglich für $P \frac{n_a - 1}{d} = 62,81$. Berechnet man nun, nach

erwähntem Principe, die theoretische Grösse des molecularen Lichtbrechungsvermögens, so erhält man 61,80, in Uebereinstimmung mit der aus dem Versuch erhaltenen.

Alle diese Thatsachen drängen uns schliesslich die Ueberzeugung auf, dass der Uebergang einer chemischen Verbindung aus einem Aggregatzustand in einen anderen keine Veränderung in deren Lichtbrechungsvermögen herbei-

führt, und dass folglich das moleculare Refraktionsvermögen einer gegebenen Substanz eine Constante ist, die nur von der Anzahl der sie bildenden Elemente und von der Art, wie dieselben mit einander verbunden sind — einfach, wie in den Haloïdsäuren und den Kohlenwasserstoffen, $C_n H_{2n+2}$, oder mehrfach, wie in den ungesättigten organischen Verbindungen — abhängt.

A. Eigene

Tafel I. Experimentelle Werthe

	Formel.	P	Lösungs- mittel.	%	t°
1. Oxalsäure	$C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$	126	Wasser	7,41	21,1
2. Chloralhydrat I. . . .	$C_2H_3Cl_3O_2$	165,5	—	33,22	20,9
„ II.	—	—	—	22,64	19,8
„ III.	—	—	—	11,82	20,9
„ IV.	—	—	—	9,08	21,3
„ V.	—	—	—	3,92	21,7
3. Acetamid	C_2H_5NO	59	—	34,17	25,2
4. Dimethylsulfon	$C_2H_6SO_2$	94	—	2,46	25,8
5. HCl-Aethylamin	C_2H_5ClN	81,5	—	11,26	24,2
6. Crotonsäure	$C_4H_6O_2$	86	—	4,12	25,2
7. Diäthylsulfon	$C_4H_{10}SO_2$	122	—	4,24	24,2
8. Maleinsäure	$C_4H_4O_4$	116	—	6,86	28,8
9. Fumarsaures Natron . .	$C_4H_2Na_2O_4$	160	—	7,57	28,2
10. Diglycolsäure	$C_4H_6O_5$	134	—	14,01	20,0
11. Erythrit	$C_4H_{10}O_4$	122	Wasser	14,25	19,5
12. Brenzschleimsäure . .	$C_5H_8O_3$	112	—	2,19	25,8
13. Citraconsäure	$C_5H_6O_4$	130	—	7,07	27,7
14. Mesaconsäure	$C_5H_6O_4$	130	—	3,69	28,4
15. Itaconsäure I.	$C_5H_6O_4$	130	—	4,18	23,8
„ II.	—	—	—	2,62	24,6
16. Pikrinsäure	$C_5H_8N_3O_7$	229	Benzol	1,74	22,0
17. Quercit I.	$C_6H_{12}O_5$	164	Wasser	7,66	19,3
„ II.	—	—	—	5,56	22,1
18. Benzoëssäure	$C_7H_6O_2$	122	Benzol	6,05	19,6
19. Chinasäure I.	$C_7H_{12}O_6$	192	Wasser	17,95	19,2
„ II.	—	—	—	9,98	21,5
20. Diallyloxalsäure	$C_8H_{12}O_3$	156	Benzol	7,08	18,6
21. Zimmtalkohol	$C_9H_{10}O$	134	Weingeist	9,20	25,0
22. Phoron	$C_9H_{14}O$	138	Benzol	14,49	19,5
23. Naphtalin I.	$C_{10}H_8$	128	Weingeist	6,66	17,5
„ II.	—	—	—	6,31	18,8
„ III.	—	—	Weingeist	5,63	22,8
„ IV.	—	—	Benzol	18,77	19,1
24. Dichlornaphtalin	$C_{10}H_6Cl_2$	197	—	14,75	24,2
25. Nitronaphtalin	$C_{10}H_7NO_2$	173	—	12,01	21,5
26. α -Naphtol	$C_{10}H_8O$	144	Weingeist	8,60	21,0
27. β -Naphtol	$C_{10}H_8O$	144	—	11,18	21,2
28. Naphtalintetrachlorid .	$C_{10}H_6Cl_4$	270	$CHCl_3$	2,39	23,2

Beobachtungen.

des Brechungsvermögens für Lösungen.

d_4^t	n_a	n_D	n_B	A	B	$\frac{n_a - 1}{d}$	$\frac{A - 1}{d}$
1,02296	1,337000	1,339030	1,343220	1,329460	0,32531	0,32943	0,32206
1,17038	1,374710	1,376806	1,381637	1,366285	0,36333	0,32016	0,31296
1,11428	1,360870	1,362812	1,367719	1,352564	0,35821	0,32385	0,31640
1,05552	1,345580	1,347937	1,352312	1,338080	0,33640	0,32768	0,32029
1,04018	1,341781	1,343625	1,348000	1,344216	0,32526	0,32857	0,32130
1,01522	1,335551	1,337454	1,341654	1,328130	0,32453	0,33052	0,32321
1,01807	1,369937	1,372084	1,377219	1,361106	0,38085	0,36337	0,35400
1,00243	1,333060	1,334843	1,339125	1,325705	0,31720	0,33225	0,32491
1,01585	1,349687	1,351656	1,356187	1,341804	0,33995	0,34423	0,33647
1,00142	1,336406	1,338219	1,342752	1,328716	0,33190	0,33592	0,32824
1,00318	1,335453	1,337300	1,341603	1,327985	0,32170	0,33438	0,32694
1,01910	1,339094	1,341062	1,345515	1,331307	0,33583	0,33273	0,32509
1,04642	1,344331	1,346375	1,350770	1,336480	0,33853	0,32905	0,32155
1,04871	1,346190	1,348190	1,352690	1,338580	0,33370	0,33022	0,32285
1,04154	1,350540	1,352470	1,356810	1,342940	0,32790	0,33655	0,32926
1,00367	1,334000	1,335853	1,340303	1,326356	0,32985	0,33277	0,32516
1,01631	1,340091	1,341877	1,346531	1,332280	0,33782	0,33463	0,32694
1,00717	1,335666	1,337500	1,341844	1,328174	0,32311	0,33327	0,32583
1,00985	1,336156	1,338125	1,342576	1,328370	0,33577	0,33287	0,32516
1,00563	1,334219	1,336094	1,340424	1,326825	0,32438	0,33234	0,32499
0,88476	1,496413	1,501103	1,512978	1,476323	0,86637	0,56107	0,53836
1,02648	1,343160	1,345080	1,349190	1,335850	0,31540	0,33430	0,32718
1,01816	1,339740	1,341590	1,345800	1,332390	0,31730	0,33368	0,32646
0,89290	1,499170	1,503970	1,516270	1,478430	0,89450	0,55904	0,53581
1,06986	1,359310	1,361310	1,365840	1,351400	0,34152	0,33584	0,32845
1,03592	1,346290	1,348190	1,352530	1,338540	0,33002	0,33428	0,32680
0,88980	1,494827	1,499380	1,511070	1,475300	0,84424	0,55609	0,53416
0,80908	1,373750	1,375970	1,381031	1,365041	0,37258	0,46194	0,45118
0,87992	1,495960	1,500720	1,513270	1,474970	0,90533	0,56364	0,53978
0,80783	1,374970	1,376560	1,382290	1,366100	0,38284	0,46416	0,45318
0,80553	1,373620	1,375000	1,380930	1,364760	0,38232	0,46381	0,45281
0,80140	1,370590	1,372380	1,377650	1,362030	0,36935	0,46242	0,45174
0,90312	1,517607	1,522460	1,535893	1,495430	0,95638	0,57313	0,54857
0,92114	1,508586	1,513552	1,526900	1,486330	0,95784	0,55212	0,52796
0,91113	1,508930	1,513700	1,527900	1,485930	0,99217	0,55857	0,53332
0,81700	1,378870	1,380440	1,386800	1,369260	0,41475	0,46373	0,45197
0,82488	1,384800	1,386750	1,393400	1,374370	0,44980	0,46649	0,45387
1,48466	1,446166	1,448833	1,455400	1,434968	0,48295	0,30051	0,29297

344 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

	Formel.	P	Lösungs- mittel.	%	t°
29. Campher I.	$C_{10}H_{16}O$	152	Benzol	32,30	20,3
„ II.	—	—	Weingeist	29,33	20,0
30. Camphersäure	$C_{10}H_{16}O_4$	200	Wasser	1,02	20,9
31. Monobromcampher I. .	$C_{10}H_{15}BrO$	231	Weingeist	7,37	20,6
„ II.	—	—	—	6,09	21,4
„ III.	—	—	Benzol	7,03	21,5
32. Borneol	$C_{10}H_{18}O$	154	Weingeist	22,50	21,0
33. Menthol	$C_{10}H_{20}O$	156	Benzol	21,02	21,4
34. Terpinhydrat	$C_{10}H_{20}O_2 \cdot H_2O$	190	Weingeist	3,53	21,6
35. Terpenmonochlorhydr. .	$C_{10}H_{17}Cl$	172,5	Benzol	13,42	23,6
36. Rohrzucker I. . . .	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342	Wasser	15,00	20,0
„ II.	—	—	—	11,48	20,0
„ III.	—	—	—	8,70	20,4
„ IV.	—	—	—	6,42	23,2
37. Pikrinsäurenaphthalin	$C_{16}H_{11}N_3O_7$	357	Benzol	7,01	25,4
38. Cholesterin	$C_{26}H_{54}O \cdot H_2O$	390	$CHCl_3$	1,86	23,0
39. Lithiumoxalat	$C_2O_4Li_2$	102	Wasser	3,31	21,6
40. Lithiumformiat	CHO_2Li	52	—	8,64	23,8
41. Lithiumnitrat	NO_3Li	69	—	14,06	23,7
42. Lithiumsuccinat	$C_4H_4O_4Li_2$	130	—	8,58	23,0
43. Weinsaures Lithion . .	$C_4H_4O_6Li_2$	162	—	8,56	23,0
44. Natriumformiat	CHO_2Na	68	—	17,14	26,6
45. Natriumoxalat	$C_2O_4Na_2$	134	—	3,74	26,2
46. Natriumnitrat	NO_3Na	85	—	18,04	20,6
47. Natriumsulfat	SO_4Na_2	142	—	13,24	23,6
48. Natriumsuccinat	$C_4H_4O_4Na_2$	162	—	8,03	22,2
49. Weinsaures Natron . .	$C_4H_4O_6Na_2$	194	Wasser	11,16	22,2
50. Kaliumnitrat I. . . .	NO_3K	101	—	16,81	20,9
„ II.	—	—	—	14,88	21,4
51. Weinsaures Kalium . .	$C_4H_4O_6K_2$	226	—	14,24	22,4
52. Kaliumoxalat	$C_2O_4K_2$	166	—	8,13	22,0
53. Kaliumsulfat I. . . .	SO_4K_2	174	—	8,53	25,0
„ II.	—	—	—	7,45	22,6
54. Kaliummethylsulfat . .	CH_3KSO_4	150	—	14,67	22,0
55. Kaliumäthylsulfat . .	$C_2H_5KSO_4$	164	—	15,47	22,0
56. Kaliumformiat	CHO_2K	84	—	13,67	21,0
57. Kupfersulfat	$SO_4Cu \cdot 5H_2O$	249,4	—	9,00	21,4
58. Kupfernitrat	$(NO_3)_2Cu \cdot 3H_2O$	241,4	—	16,00	20,6
59. Rubidiumformiat . . .	CHO_2Rb	130,2	—	7,60	20,0
60. Rubidiumsulfat	SO_4Rb_2	226,5	—	6,14	21,4
61. Silbernitrat I. . . .	NO_3Ag	170	—	21,30	18,6
„ II.	—	—	—	13,51	22,2

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 345

d_s^t	n_a	n_D	n_β	A	B	$\frac{n_a - 1}{d}$	$\frac{A - 1}{d}$
0,90280	1,488000	1,491760	1,501830	1,471350	0,71810	0,54054	0,52209
0,83607	1,388060	1,390090	1,394710	1,380000	0,34780	0,46414	0,45450
1,00086	1,333150	1,334970	1,339300	1,325700	0,32165	0,33286	0,32543
0,81629	1,366650	1,368000	1,373030	1,357320	0,33370	0,44916	0,43969
0,81123	1,365150	1,366570	1,371510	1,358920	0,33780	0,45011	0,44046
0,89853	1,496380	1,501000	1,512480	1,476860	0,84205	0,55243	0,53071
0,82829	1,383970	1,385920	1,390310	1,376290	0,33159	0,46356	0,45429
0,87954	1,486140	1,490410	1,501070	1,468040	0,78080	0,55272	0,53214
0,79861	1,362840	1,364337	1,369031	1,355340	0,32361	0,45434	0,44494
0,89047	1,491620	1,496000	1,506898	1,473091	0,79907	0,55209	0,53128
1,05812	1,354150	1,356120	1,361072	1,345760	0,36192	0,33470	0,32676
1,04266	1,348530	1,350420	1,355250	1,340380	0,35146	0,33427	0,32615
1,03122	1,344100	1,346000	1,350500	1,336340	0,33472	0,33368	0,32615
1,02286	1,340510	1,342370	1,346650	1,333070	0,32113	0,33290	0,32562
0,89792	1,498965	1,503638	—	—	—	0,55568	—
1,47043	1,444335	—	—	—	—	0,30218	—
1,0232	1,337700	1,339690	1,344093	1,329946	0,33440	0,33004	0,32246
1,0409	1,343100	1,345030	1,349781	1,334993	0,34942	0,32961	0,32183
1,0835	1,348281	1,350423	1,355350	1,339707	0,36975	0,32144	0,31352
1,0468	1,348000	1,349906	1,354481	1,340140	0,33896	0,33245	0,32493
1,0530	1,346659	1,348094	1,353094	1,338855	0,33656	0,32920	0,32179
1,1135	1,352125	1,354062	1,358875	1,343939	0,35303	0,31623	0,30888
1,0257	1,336812	1,338531	1,343200	1,329065	0,33410	0,32837	0,32082
1,1269	1,351375	1,353625	1,358606	1,342605	0,37820	0,31180	0,30402
1,1211	1,350121	1,352250	1,356509	1,342538	0,32709	0,31230	0,30553
1,0523	1,344750	1,346312	1,351250	1,336745	0,34522	0,32761	0,32000
1,0729	1,348406	1,350210	1,355012	1,340396	0,34550	0,32473	0,31721
1,1094	1,347094	1,349125	1,353968	1,338514	0,37000	0,31286	0,30513
1,0960	1,345060	1,347100	1,351906	1,336757	0,35806	0,31483	0,30726
1,0918	1,350843	1,352875	1,357509	1,342770	0,34839	0,32134	0,31395
1,0580	1,342151	1,344094	1,348509	1,334440	0,33254	0,32339	0,31610
1,0672	1,340848	1,342182	1,347093	1,333255	0,32718	0,31939	0,31227
1,0592	1,340030	1,341937	1,346318	1,332404	0,32887	0,32102	0,31382
1,0794	1,341594	1,343531	1,347750	1,334128	0,32196	0,31646	0,30954
1,0737	1,343437	1,345273	1,349781	1,335743	0,33180	0,31986	0,31269
1,0786	1,344970	1,346875	1,351509	1,337040	0,34201	0,31983	0,31247
1,0589	—	1,343750	1,348481	1,334552	0,32927	—	0,31594
1,1126	—	1,354190	1,359100	1,344657	0,34168	—	0,30977
1,0494	1,336970	1,339125	1,343312	1,329302	0,33170	0,32110	0,31380
1,0485	1,336625	1,338468	1,342900	1,329015	0,32820	0,32105	0,31379
1,2097	1,357406	1,359720	1,364440	1,348874	0,36788	0,29545	0,28839
1,1224	1,346437	1,348406	1,353187	1,338251	0,35303	0,30865	0,30136

	Formel.	P	Lösungs- mittel.	% /o	t°
62. Caesiumformiat	$\text{CH O}_2 \text{ Cs}$	178	Wasser	2,73	21,0
63. Caesiumsulfat	$\text{SO}_4 \text{ Cs}_2$	362	—	4,55	19,6
64. Magnesiumformiat	$(\text{CHO}_2)_2 \text{ Mg}$	114	—	3,74	22,6
65. Magnesiumsulfat	$\text{SO}_4 \text{ Mg} \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$	226	—	18,94	20,4
66. Calciumformiat	$(\text{CH O}_2)_2 \text{ Ca}$	130	—	6,86	23,0
67. Calciumnitrat	$(\text{NO}_3)_2 \text{ Ca} \cdot 4 \text{ H}_2\text{O}$	236	—	17,38	23,6
68. Strontiumnitrat	$(\text{NO}_3)_2 \text{ Sr}$	211,4	—	18,02	22,2
69. Strontiumformiat	$(\text{CHO}_2)_2 \text{ Sr} \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$	213,4	—	9,41	22,2
70. Bariumacetat	$(\text{C}_2 \text{ H}_3 \text{ O}_2)_2 \text{ Ba}$	255	—	13,60	22,2
71. Bariumnitrat	$(\text{NO}_3)_2 \text{ Ba}$	261	—	6,72	23,0
72. Bariumformiat	$(\text{CHO}_2)_2 \text{ Ba}$	227	—	11,65	22,6
73. Zinkacetat	$(\text{C}_2 \text{ H}_3 \text{ O}_2)_2 \text{ Zn} \cdot \text{H}_2\text{O}$	201	—	13,71	22,0
74. Zinksulfat	$\text{SO}_4 \text{ Zn} \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$	287	—	20,35	19,8
75. Cadmiumsulfat	$3 \text{ SO}_4 \text{ Cd} \cdot 8 \text{ H}_2\text{O}$	768	—	11,47	21,6
76. Cadmiumformiat	$(\text{CHO}_2)_2 \text{ Cd} \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$	238	—	11,10	21,6
77. Quecksilberacetat	$(\text{C}_2 \text{ H}_3 \text{ O}_2)_2 \text{ Hg}$	318	—	21,03	22,0
78. Ammoniumnitrat	$\text{NO}_3 \cdot \text{NH}_4$	89	—	16,61	21,6
79. Ammoniumsulfat	$\text{SO}_4 (\text{NH}_4)_2$	132	—	29,41	25,0

Tafel II. Aus Tafel I

	Formel.	P	$\frac{n_a - 1}{d}$
1. Oxalsäure	$\text{C}_2 \text{ H}_2 \text{ O}_4 \cdot 2 \text{ H}_2\text{O}$	126	0,2986
2. Chloralhydrat I	$\text{C Cl}_2 \text{ CH (HO)}_2$	165,5	0,2965
„ II	—	—	0,2963
„ III	—	—	0,2962
„ IV	—	—	0,2952
„ V	—	—	0,2969
„ Mittel	—	—	0,2962
3. Acetamid	$\text{C}_2 \text{ H}_5 \text{ O} \cdot \text{NH}_2$	59	0,4240
4. Dimethylsulfon	$(\text{CH}_3)_2 \text{ SO}_3$	94	0,3463
5. HCl-Aethylamin	$\text{C}_2 \text{ H}_5 \text{ NH}_2 \text{ HCl}$	81,5	0,4414
6. Crotonsäure	$\text{C}_4 \text{ H}_6 \text{ O}_2$	86	0,4236
7. Diäthylsulfon	$(\text{C}_2 \text{ H}_5)_2 \text{ SO}_2$	122	0,3905
8. Maleinsäure	$\text{C}_4 \text{ H}_4 \text{ O}_4$	116	0,3440
9. Fumarsaures Natron	$\text{C}_4 \text{ H}_2 \text{ Na}_2 \text{ O}_4$	160	0,2943
10. Diglycolsäure	$\text{C}_4 \text{ H}_6 \text{ O}_5$	134	0,3199
11. Erythrit	$\text{C}_4 \text{ H}_{10} \text{ O}_4$	122	0,3645
12. Brenzschleimsäure	$\text{C}_5 \text{ H}_4 \text{ O}_3$	112	0,3758

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 347

α_0^t	n_a	n_D	n_β	A	B	$\frac{n_a - 1}{d}$	$\frac{A - 1}{d}$
1,0169	1,333273	1,335242	1,339443	1,325784	0,32296	0,32773	0,32036
1,0350	1,335242	1,337060	1,341475	1,327663	0,32600	0,32390	0,31658
1,0182	1,336094	1,338250	1,342463	1,328370	0,33371	0,33008	0,32250
1,0942	1,349781	1,351812	1,356218	1,341853	0,34189	0,31966	0,31242
1,0468	1,342788	1,344750	1,349250	1,334951	0,33797	0,32746	0,31996
1,0981	1,350700	1,352687	1,357509	1,342442	0,35612	0,31938	0,31184
1,1583	1,354812	1,357406	1,362125	1,345944	0,38243	0,30632	0,29866
1,0629	1,342273	1,344312	1,348509	1,334710	0,32616	0,32201	0,31490
1,1027	1,349344	1,353312	1,356006	1,341267	0,34333	0,31680	0,30948
1,0557	1,338750	1,340727	1,345160	1,330975	0,33328	0,32087	0,31351
1,1000	1,345788	1,347501	1,352250	1,337907	0,33902	0,31435	0,30718
1,0716	1,347844	1,349690	1,354406	1,339886	0,34321	0,32466	0,31717
1,1244	1,352115	1,353625	1,358687	1,344145	0,34371	0,31815	0,30606
1,0944	1,344187	1,346062	1,350555	1,336464	0,33305	0,31449	0,30750
1,0761	1,342666	1,344690	1,349031	1,334945	0,33329	0,31843	0,31125
1,1656	1,351594	1,354000	1,358700	1,342976	0,37165	0,30164	0,29424
1,0680	1,351806	1,353968	1,358006	1,344387	0,32427	0,32940	0,32245
1,1677	1,375656	1,377781	1,382993	1,366710	0,38582	0,32198	0,31431

berechnete Werthe.

$P \frac{n_a - 1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A - 1}{d}$	$p \frac{A - 1}{d}$	R_A	Diff.
37,62	37,00	+ 0,62	0,2916	36,74	36,74	+ 0,70
49,07	48,90	+ 0,17	0,2897	47,94	47,60	+ 0,34
49,03	—	+ 0,13	0,2887	47,78	—	+ 0,17
49,02	—	+ 0,12	0,2889	47,81	—	+ 0,21
48,85	—	— 0,05	0,2893	47,89	—	+ 0,29
49,13	—	+ 0,23	0,2918	48,29	—	+ 0,69
49,02	—	+ 0,02	0,2897	47,94	—	+ 0,34
25,01	25,60	— 0,59	0,4128	24,35	24,80	+ 0,45
32,55	32,35	+ 0,20	0,3414	32,09	31,59	+ 0,50
35,97	35,95	+ 0,04	0,4308	35,11	34,92	+ 0,19
36,94	34,00	+ 2,94	0,4153	35,71	33,18	+ 2,53
47,64	47,55	+ 0,09	0,3820	46,60	46,47	+ 0,13
39,90	37,60	+ 2,30	0,3332	38,64	36,60	+ 2,04
47,08	44,78	+ 2,30	0,2856	45,69	43,44	+ 2,25
42,86	43,00	— 0,14	0,3127	41,90	41,70	+ 0,20
44,46	44,20	+ 0,26	0,3579	43,65	43,20	+ 0,45
42,08	39,20	+ 2,88	0,3589	40,18	38,17	+ 2,01

348 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

	Formel.	P	$\frac{n_a - 1}{d}$
13. Citraconsäure	$C_5H_8O_4$	130	0,3705
14. Mesaconsäure	$C_5H_8O_4$	130	0,3691
15. Itaconsäure I.	$C_5H_8O_4$	130	0,3552
„ II.	—	—	0,3488
„ Mittel	—	—	0,3520
16. Pikrinsäure	$C_6H_2(NO_3)_3OH$	229	0,3730
17. Quercit I.	$C_6H_{12}O_5$	164	0,3633
„ II.	—	—	0,3640
„ Mittel	—	—	0,3636
18. Benzoësäure	$C_7H_6O_2$	122	0,4758
19. Chinasäure I.	$C_7H_{12}O_8$	192	0,3538
„ II.	—	—	0,3558
„ Mittel	—	—	0,3548
20. Diallyloxalsäure	$C_8H_{12}O_3$	156	0,4470
21. Zimmtalkohol	$C_9H_{10}O$	134	0,5422
22. Phoron	$C_9H_{14}O$	138	0,5608
23. Naphtalin I.	$C_{10}H_8$	128	0,6094
„ II.	—	—	0,6125
„ III.	—	—	0,6069
„ IV.	—	—	0,6109
„ Mittel	—	—	0,6100
24. Dichlornaphtalin	$C_{10}H_6Cl_2$	197	0,4811
25. Nitronaphtalin	$C_{10}H_7NO_2$	173	0,5159
26. α -Naphtol	$C_{10}H_7.OH$	144	0,5693
27. β -Naphtol	$C_{10}H_7.OH$	144	0,5673
28. Naphtalintetrachlorid	$C_{10}H_8Cl_4$	270	0,4071
29. Campher I.	$C_{10}H_{16}O$	152	0,4904
„ II.	—	—	0,4890
„ Mittel	—	—	0,4897
30. Camphersäure	$C_{10}H_{18}O_4$	200	0,4264
31. Monobromcampher I.	$C_{10}H_{15}BrO$	231	0,3908
„ II.	—	—	0,3932
„ III.	—	—	0,3941
„ Mittel	—	—	0,3927
32. Borneol	$C_{10}H_{18}O$	154	0,4927
33. Menthol	$C_{10}H_{20}O$	156	0,5088
34. Terpinhydrat	$C_{10}H_{20}O_2$	172	0,4709
35. Terpenmonochlorhydrat	$C_{10}H_{17}Cl$	172,5	0,4726
36. Rohrzucker I.	$C_{12}H_{22}O_{11}$	342	0,3506
„ II.	—	—	0,3526
„ III.	—	—	0,3524
„ IV.	—	—	0,3475
„ Mittel	—	—	0,3507

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 349

$P \frac{n_a - 1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A - 1}{d}$	$p \frac{A - 1}{d}$	R_A	Diff.
48,16	45,20	+ 2,96	0,3591	44,68	44,04	+ 2,64
47,98	45,20	+ 2,78	0,3607	46,89	44,04	+ 2,85
46,17	45,20	+ 0,97	0,3404	44,25	44,04	+ 0,21
45,34	—	+ 0,14	0,3435	44,65	—	+ 0,61
45,76	—	+ 0,56	0,3419	44,44	—	+ 0,40
84,41	74,35	+ 11,06	0,3442	78,82	71,53	+ 7,29
59,57	59,60	+ 0,03	0,3595	58,95	58,20	+ 0,75
59,69	—	+ 0,09	0,3599	59,02	—	+ 0,82
59,62	—	+ 0,02	0,3597	58,98	—	+ 0,78
58,04	49,00	+ 9,04	0,4444	54,21	47,70	+ 6,51
67,92	68,00	+ 0,08	0,3465	66,52	66,34	+ 0,18
68,31	—	+ 0,31	0,3475	66,72	—	+ 0,38
68,12	—	+ 0,12	0,3470	66,62	—	+ 0,28
69,73	64,60	+ 5,13	0,4350	67,86	63,07	+ 4,79
72,64	60,80	+ 11,84	0,5200	69,69	59,35	+ 10,34
77,39	66,60	+ 10,79	0,5285	70,93	65,10	+ 7,83
77,99	60,40	+ 17,59	0,5791	74,12	58,90	+ 15,22
78,40	—	+ 18,00	0,5806	74,31	—	+ 15,41
77,67	—	+ 17,27	0,5781	73,97	—	+ 15,07
78,19	—	+ 17,79	0,5783	74,02	—	+ 15,12
78,08	—	+ 17,68	0,5790	74,11	—	+ 15,21
94,77	77,49	+ 17,28	0,4480	88,25	75,40	+ 12,80
89,25	71,65	+ 17,60	0,4719	81,63	69,56	+ 12,07
81,97	63,20	+ 18,37	0,5346	76,97	61,63	+ 15,34
81,69	63,20	+ 18,49	0,5308	76,43	61,63	+ 14,80
109,91	99,60	+ 10,31	0,3900	105,85	97,04	+ 8,34
74,54	74,20	+ 0,34	0,4810	73,11	72,60	+ 0,51
73,33	—	+ 0,13	0,4793	72,80	—	+ 0,20
74,43	—	+ 0,23	0,4801	72,96	—	+ 0,36
85,30	83,20	+ 2,10	0,4157	83,14	81,20	+ 1,94
90,27	88,20	+ 2,07	0,3830	88,48	86,00	+ 2,48
90,52	—	+ 2,32	0,3829	88,45	—	+ 2,45
91,03	—	+ 2,83	0,3840	88,70	—	+ 2,70
90,71	—	+ 2,51	0,3833	88,54	—	+ 2,54
76,56	76,20	+ 0,36	0,4890	75,30	75,10	+ 0,20
79,37	78,80	+ 0,57	0,4962	77,40	77,70	— 0,30
81,00	81,60	— 0,60	0,4612	79,32	79,82	— 0,50
81,52	81,90	— 0,38	0,4626	79,80	80,06	— 0,26
119,90	119,40	+ 0,50	0,3396	116,14	116,50	— 0,36
120,59	—	+ 1,19	0,3415	116,79	—	+ 0,29
120,58	—	+ 1,18	0,3435	117,47	—	+ 0,97
118,86	—	— 0,66	0,3420	116,96	—	+ 0,46
119,93	—	+ 0,53	0,3416	116,82	—	+ 0,32

350 Kanonnikoff: Untersuchungen über das

	Formel.	P	$\frac{n_a - 1}{d}$
38. Cholesterin	$C_{26}H_{54}O$	372	0,5400
39. Lithiumoxalat	$C_2O_4Li_2$	102	0,2758
40. Lithiumformiat	CHO_2Li	52	0,3054
41. Lithiumnitrat	NO_3Li	69	0,2575
42. Lithiumsuccinat	$C_4H_4O_4Li_2$	130	0,3383
43. Weinsaures Lithium	$C_4H_4O_3Li_2$	162	0,3004
44. Natriumformiat	CHO_2Na	68	0,2404
45. Natriumoxalat	$C_2O_4Na_2$	134	0,2302
46. Natriumnitrat	NO_3Na	85	0,2205
47. Natriumsulfat	SO_4Na_2	142	0,1839
48. Natriumsuccinat	$C_4H_4O_4Na_2$	162	0,2785
49. Weinsaures Natron	$C_4H_4O_6Na_2$	194	0,2678
50. Kaliumnitrat I.	NO_3K	101	0,2186
„ II.	—	—	0,2172
Mittel	—	—	0,2179
51. Weinsaures Kalium	$C_4H_4O_3K_2$	226	0,2577
52. Kaliumoxalat	$C_2O_4K_2$	166	0,2273
53. Kaliumsulfat I.	SO_4K_2	174	0,1853
„ II.	—	—	0,1859
Mittel	—	—	0,1856
54. Kaliummethylsulfat	$SO_4CH_3 \cdot K$	150	0,2266
55. Kaliumäthylsulfat	$SO_4C_2H_5K$	164	0,2541
56. Kaliumformiat	CHO_2K	84	0,2436
57. Kupfersulfat	SO_4Cu	159,4	—
58. Kupfernitrat	$(NO_3)_2Cu$	187,4	—
59. Rubidiumformiat	CHO_2Rb	130,2	0,1898
60. Rubidiumsulfat	SO_4Rb_2	266,5	0,1552
61. Silbernitrat I.	NO_3Ag	170	0,1607
„ II.	—	—	0,1598
Mittel	—	—	0,1602
62. Cäsiumformiat	CHO_2Cs	178	0,1794
63. Cäsiumsulfat	SO_4Cs_2	362	0,1562
64. Magnesiumformiat	$(CHO_2)_2Mg$	114	0,2834
65. Magnesiumsulfat	SO_4Mg	120	0,1998
66. Calciumformiat	$(CHO_2)_2Ca$	130	0,2670
67. Calciumnitrat	$(NO_3)_2Ca$	164	0,2283
68. Strontiumnitrat	$(NO_3)_2Sr$	211,4	0,1899
69. Strontiumformiat	$(CHO_2)_2Sr$	177,4	0,2062
70. Bariumacetat	$(C_2H_3O_2)_2Ba$	255	0,2208
71. Bariumnitrat	$(NO_3)_2Ba$	261	0,1678
72. Bariumformiat	$(CHO_2)_2Ba$	227	0,1812
73. Zinkacetat	$(C_2H_3O_2)_2Zn$	183	0,2734

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 351

$P \frac{n_a - 1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A - 1}{d}$	$p \frac{A - 1}{d}$	R_A	Diff.
200,88	190,00	+ 10,88	—	—	—	—
28,13	28,52	— 0,39	0,2631	26,83	27,72	+ 0,89
15,88	15,66	+ 0,22	0,2936	15,26	15,15	+ 0,11
17,76	17,31	+ 0,45	0,2464	17,00	16,65	+ 0,35
43,98	43,92	+ 0,06	0,3296	42,84	42,60	+ 0,24
48,66	49,52	— 0,86	0,2928	47,43	48,02	— 0,59
16,34	16,72	— 0,38	0,2333	15,86	16,15	— 0,29
30,84	30,64	+ 0,20	0,2187	29,30	29,72	— 0,42
18,74	18,37	+ 0,37	0,2109	17,92	17,65	+ 0,27
26,11	25,66	— 0,45	0,1812	25,73	24,90	+ 0,83
45,11	46,04	— 0,93	0,2701	43,75	44,60	— 0,95
51,95	51,64	+ 0,31	0,2592	50,28	50,02	+ 0,26
22,07	21,90	+ 0,17	0,2092	21,13	21,05	+ 0,08
21,93	—	+ 0,03	0,2088	21,08	—	+ 0,03
22,00	—	+ 0,10	0,2090	21,10	—	+ 0,05
58,24	58,70	— 0,46	0,2504	56,60	56,82	— 0,18
37,73	37,70	+ 0,03	0,2212	36,72	36,52	+ 0,20
32,23	32,70	— 0,46	0,1811	31,51	31,70	— 0,19
32,34	—	— 0,36	0,1812	31,52	—	— 0,18
32,29	—	— 0,41	0,1811	31,51	—	— 0,19
34,00	33,85	+ 0,15	0,2225	33,37	33,03	+ 0,34
41,67	41,45	+ 0,22	0,2482	40,70	40,47	+ 0,23
20,46	20,25	+ 0,21	0,2365	19,86	19,55	+ 0,31
—	—	—	0,1760	28,05	28,20	— 0,15
—	—	—	0,2062	33,64	33,60	+ 0,04
24,71	24,54	+ 0,17	0,1838	23,93	23,75	+ 0,18
41,36	41,28	+ 0,08	0,1501	40,00	40,10	— 0,10
27,32	27,20	+ 0,12	0,1549	26,33	26,18	+ 0,15
27,16	—	— 0,04	0,1532	26,04	—	— 0,14
27,24	—	+ 0,04	0,1540	26,19	—	+ 0,01
31,93	32,05	— 0,12	0,1728	30,85	30,65	— 0,20
56,54	56,30	+ 0,24	0,1505	54,30	54,48	+ 0,18
32,30	32,03	+ 0,27	0,2711	30,77	30,90	+ 0,23
23,96	24,23	+ 0,27	0,1938	23,37	23,25	— 0,12
34,71	34,32	+ 0,29	0,2586	33,35	33,62	+ 0,27
37,44	37,62	— 0,18	0,2200	36,35	36,08	— 0,27
40,14	39,90	+ 0,24	0,1811	38,55	38,28	— 0,27
36,58	36,60	— 0,02	0,2019	35,55	35,81	+ 0,26
56,30	56,04	+ 0,26	0,2141	54,46	54,60	+ 0,16
43,80	44,14	— 0,34	0,1610	42,58	42,02	— 0,56
41,13	40,84	+ 0,29	0,1758	39,58	39,90	+ 0,32
50,03	50,00	+ 0,03	0,2659	48,58	48,66	+ 0,08

	Formel.	<i>P</i>	$\frac{n_a - 1}{d}$
74. Zinksulfat	SO ₄ Zn	161	0,1675
75. Cadmiumsulfat	SO ₄ Cd	208	0,1448
76. Cadmiumformiat	(CHO ₂) ₂ Cd	202	0,1889
77. Quecksilberacetat	(C ₂ H ₃ O ₂) ₂ Hg	318	0,1880
78. Ammoniumnitrat	NO ₃ . NH ₄	80	0,3168
79. Ammoniumsulfat	SO ₄ (NH ₄) ₂	132	0,2981

Tafel III. Lichtbrechungsvermögen

	Formel.	<i>P</i>	<i>t</i> ^o	<i>d</i> _{4^o}	<i>n_a</i>	<i>n_D</i>
1. Wasser	H ₂ O	18	20,0	0,99827	1,33130	1,33310
2. Aethylalkohol	C ₂ H ₅ O	46	20,0	0,79177	1,35930	1,36067
3. Benzol	C ₆ H ₆	78	20,0	0,88041	1,49690	1,50165
4. Chloroform	CHCl ₃	119,5	22,4	0,48438	1,44233	1,44500
5. Furfurol	C ₅ H ₄ O ₂	96	24,8	0,15548	1,51642	1,52414
6. Citraconsäureanhydrid .	C ₅ H ₄ O ₃	112	24,2	0,22846	1,46575	1,46966
7. Mesityloxyd I.	C ₆ H ₁₀ O	98	20,0	0,86532	1,43866	1,44233
„ II.	—	—	23,0	0,86250	1,43745	1,44083
8. Zimmtalkohol	C ₉ H ₁₀ O	134	26,6	0,05553	1,56979	1,57634
9. Phoron I.	C ₉ H ₁₄ O	138	31,2	0,87862	1,49021	1,49589
„ II.	—	—	30,1	0,87904	1,49060	1,49638
„ III.	—	—	29,0	0,88029	1,49107	1,49686
„ IV.	—	—	28,0	0,88104	1,49150	1,49734
10. Itaconsäureäthyläther .	C ₉ H ₁₄ O ₃	186	24,7	1,05066	1,43255	1,43857
11. Monobromnaphtalin . .	C ₁₀ H ₁₇ Br	207	25,2	1,48470	1,64751	1,66546
12. Naphten	C ₁₀ H ₂₀	140	17,4	0,77976	1,43066	1,43303
13. Tetrahydroterpen . . .	C ₁₀ H ₂₀	140	17,4	0,79432	1,43527	1,43750
14. Aethylcampher	C ₁₂ H ₂₀ O	180	20,0	0,94459	1,46943	1,47186

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 353

$P \frac{n_a - 1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A - 1}{d}$	$p \frac{A - 1}{d}$	R_A	Diff.
26,96	27,00	— 0,04	0,1628	26,80	26,22	— 0,08
30,12	30,23	+ 0,11	0,1412	29,56	29,37	— 0,19
38,15	38,03	+ 0,12	0,1840	36,95	37,16	+ 0,20
59,41	59,40	+ 0,01	0,1806	57,08	57,07	— 0,01
25,34	25,10	+ 0,24	0,3121	24,00	24,97	+ 0,97
39,35	39,10	+ 0,25	0,2898	37,92	37,25	— 0,33

homogener Flüssigkeiten.

n_p	A	B	$\frac{n_a - 1}{d}$	$P \frac{n_a - 1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A - 1}{d}$	$P \frac{A - 1}{d}$	R_A	Diff.
1,33738	1,92393	0,3179	0,3319	5,97	6,00	— 0,03	0,3245	5,84	5,87	— 0,03
1,36543	1,35187	0,3206	0,4537	20,87	20,60	+ 0,27	0,4444	20,44	20,17	+ 0,27
1,51324	1,47709	0,8546	0,5644	44,02	37,80	+ 6,22	0,5418	42,26	36,90	+ 5,36
1,45136	1,43137	0,4724	0,2979	35,59	35,70	— 0,11	0,2906	34,72	34,74	— 0,02
1,45514	1,48036	1,5547	0,4469	42,90	36,40	+ 6,50	0,4155	39,88	35,40	+ 4,48
1,47938	1,44935	0,7074	0,3791	42,45	39,80	+ 2,65	0,3658	40,96	38,75	+ 2,24
1,45203	1,42245	0,6992	0,5069	49,67	46,40	+ 3,27	0,4882	47,84	45,35	+ 2,49
1,45046	1,42168	0,6804	0,5072	49,70	—	+ 3,30	0,4889	47,92	—	+ 2,57
1,59407	1,54033	1,2702	0,5398	72,33	60,80	+ 11,53	0,5119	68,59	59,36	+ 9,23
1,51145	1,46446	1,1108	0,5579	76,99	66,60	+ 10,39	0,5286	72,94	65,10	+ 7,84
1,51200	1,46477	1,1140	0,5581	77,01	—	+ 10,41	0,5287	72,96	—	+ 7,86
1,51258	1,46520	1,1250	0,5578	76,97	—	+ 10,37	0,5284	72,91	—	+ 7,81
1,51314	1,46526	1,1318	0,5578	76,97	—	+ 10,37	0,5280	72,86	—	+ 7,76
1,44533	1,41704	0,6686	0,4116	76,55	75,60	+ 0,95	0,3969	73,82	73,80	+ 0,02
1,67977	1,60838	1,6873	0,4361	90,27	74,40	+ 15,87	0,4097	84,80	72,38	+ 12,42
1,43863	1,42100	0,4168	0,5523	77,32	76,00	+ 1,32	0,5397	75,55	74,40	+ 1,15
1,44300	1,42588	0,4048	0,5479	76,70	76,00	+ 0,70	0,5361	75,05	74,40	+ 0,65
1,47772	1,45938	0,4335	0,4969	89,40	89,44	+ 0,04	0,4863	87,53	87,40	+ 0,13

B. Beobachtungen von Anderen,

Tafel IV. Lichtbrechungsvermögen

	Formel.	<i>P</i>	<i>d</i>	<i>n_c</i>	<i>n_D</i>	<i>n_F</i>
1. Gyps	SO ₄ Ca . 2H ₂ O	172	2,320	1,51992	1,52299	1,52808
2. Schwerspath . . .	SO ₄ Ba	233	4,476	1,63476	1,63745	1,64393
3. Cölestin	SO ₄ Sr	183	3,946	1,62120	1,62367	1,62960
4. Kalkspath	CO ₃ Ca	100	2,715	1,65446	1,65846	1,66793
5. Arragonit	CO ₃ Ca	100	2,934	1,67779	1,68157	1,69053
6. Kaliumsulfat . . .	SO ₄ K ₂	174	2,658	1,49280	1,49460	1,49920
7. Magnesiumsulfat .	SO ₄ Mg . 7H ₂ O	246	1,680	1,45300	1,45540	1,46070
8. Zinksulfat	SO ₄ Zn . 7H ₂ O	287	2,015	1,47760	1,48010	1,48600
9. Natriumchlorid . .	NaCl	58,5	2,149	1,54046	—	1,55319
10. Saures phosphor- saures Kalium . . .	PO ₄ H ₂ K	136	2,321	1,5064	1,5095	1,5154
11. Saures phosphor- saures Ammonium .	PO ₄ H ₃ (NH ₄)	115	1,779	1,5212	1,5246	1,5314
12. Wasser (Eis) . . .	H ₂ O	18	0,91674	1,3060	—	1,3120
13. Phosphor	P	31	1,8244	2,0930	—	2,1583
14. Quarz	SiO ₂	60	2,653	1,5418	1,5442	1,5496
15. Asparagin	C ₄ H ₅ N ₂ O ₃ . H ₂ O	150	1,519	1,5778	1,5829	1,5943
16. Calciumdithionat .	CaS ₂ O ₆ . 4H ₂ O	272	2,180	1,5468	1,5496	1,5573
17. Strontiumdithionat .	SrS ₂ O ₆ . 4H ₂ O	319,6	2,373	1,5266	1,5296	1,5371
18. Lithiumdithionat .	Li ₂ S ₂ O ₆ . 2H ₂ O	210	2,158	1,5565	1,5602	1,5680

1) *n* = Quincke, Beibl. d. Phys. 1880, S. 123; *d* = Landolt u. Börnstein, Physik.-chem. Tabellen.

2) *n* = Heusser, Pogg. Ann. 87, 454; *d* = Schroeder, N. Jahrb. d. Miner. 1874, S. 943.

3) *n* = Arzruni, Zeitschr. f. Kryst. 1, 165; *d* = Schroeder, Ber. Berl. chem. Ges. 11, 2129.

4) *n* = Mascart, Compt. rend. 1864, 58, 1111; *d* = Landolt's Tabellen.

5) *n* = Rudberg, Pogg. Ann. 17, 1; *d* = Landolt's Tabellen.

6) *n* = Topsoe u. Christiansen, Pogg. Ann. 6, Ergänzbd. S. 578; *d* = Schroeder, Ber. Berl. chem. Ges. 11, 2019.

nach meiner Berechnung.

krystallinischer Substanzen.

A	B	$\frac{n_c - 1}{d}$	$P \frac{n_c - 1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A - 1}{d}$	$P \frac{A - 1}{d}$	R_A	Diff.
1,51004	0,4267	0,2241	38,53	38,53	+ 0,01	0,2198	37,80	37,70	+ 0,10
1,62364	0,4796	0,1413	32,92	32,81	+ 0,09	0,1393	32,45	32,46	— 0,01
1,61102	0,4393	0,1572	28,76	28,60	+ 0,16	0,1547	28,31	28,15	+ 0,16
1,63813	0,7045	0,2410	24,10	23,33	+ 0,87	0,2350	23,50	22,62	+ 0,88
1,66234	0,6663	0,2310	23,10	23,33	— 0,23	0,2264	22,64	22,62	+ 0,02
1,48510	0,3347	0,1853	32,24	32,50	— 0,26	0,1825	31,75	31,70	+ 0,05
1,44370	0,4027	0,2696	66,32	65,85	+ 0,47	0,2641	64,96	64,46	+ 0,50
1,46750	0,4393	0,2370	63,02	68,84	+ 0,82	0,2320	66,58	67,88	— 0,80
1,52503	0,6658	0,2515	14,71	14,02	+ 0,69	0,2443	14,29	13,53	+ 0,76
1,4873	0,4707	0,2182	29,67	29,50	+ 0,17	0,2100	28,56	—	—
1,5089	0,5334	0,2929	33,67	32,70	+ 0,93	0,2860	32,89	—	—
1,2988	0,3138	0,3337	6,00	6,00	+ 0,0	0,3259	5,87	5,87	+ 0,00
2,0138	3,4153	0,5936	18,40	—	—	0,5556	17,22	—	—
1,5323	0,4100	0,2042	12,25	12,25	+ 0,0	0,2006	12,03	—	—
1,5578	0,8629	0,3804	57,06	57,10	— 0,4	0,3672	55,08	55,04	+ 0,04
1,5341	0,5492	0,2505	68,13	68,52	— 0,39	0,2450	66,64	66,77	— 0,13
1,5139	0,5492	0,2219	70,92	70,80	+ 0,12	0,2165	69,19	68,97	+ 0,22
1,5426	0,6014	0,2578	54,13	53,52	+ 0,61	0,2514	52,79	51,98	+ 0,80

7) n = Topsoe u. Christiansen, l. c.; d = Landolt's Tab.

8) n = ibd.; d = ibd.

9) n u. d = Haagen, Pogg. Ann. **131**, 117.

10) u. 11) n = Topsoe u. Christiansen, l. c.; d = Schroeder.

12) n = Reusch, Pogg. Ann. **121**, 573; d = Bunsen.

13) n u. d = Damien, Ann. de l'école norm. **1881**, S. 271.

14) n = Rudberg, Pogg. Ann. **14**, 25; d = Landolt's Tab.

15) n = Groth, Pogg. Ann. **135**, 651; d = Wurtz, Dictionnaire de chimie.

16—18) n = Topsoe u. Christiansen, l. c.; d = Topsoe, Arch. d. Gen. **45**, 223.

	Formel.	p	d	Linien d. Spectrums.	n	Linien d. Spectrums.	n
19. Schwefel (rhombisch)	S	32	2,0724	B	2,02098	D	2,03832
20. Kohlenstoff (Diamant)	C	12	3,518	B	2,4606	D	2,4698
21. Kalimagnesiumsulfat	$\text{SO}_4\text{Mg}.\text{SO}_4\text{K}_2.6\text{H}_2\text{O}$	402	2,034	—	1,4680	D	1,4700
22. Ammoniummagnesiumsulfat . . }	$\text{SO}_4\text{Mg}.\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2.6\text{H}_2\text{O}$	320	1,725	—	1,4677	D	1,4710
23. Zinkkaliumsulfat . .	$\text{SO}_4\text{Zn}.\text{SO}_4\text{K}_2.6\text{H}_2\text{O}$	443	2,244	C	1,4800	D	1,4810
24. Zinkammoniumsulfat	$\text{SO}_4\text{Zn}.\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2.6\text{H}_2\text{O}$	401	1,922	—	1,4900	D	1,4920
25. Cuprokaliumsulfat . .	$\text{SO}_4\text{Cu}.\text{SO}_4\text{K}_2.6\text{H}_2\text{O}$	441	2,224	—	1,4880	D	1,4910
26. Magnesiumacetat . .	$(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2\text{Mg}.4\text{H}_2\text{O}$	214	1,454	—	1,4880	D	1,4910
27. Bariumformiat . . .	$(\text{CHO}_2)_2\text{Ba}$	227	3,233	B	1,5918	D	1,5970
28. Rohrzucker	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	342	1,594	Li	1,4539	D	1,5667
29. Citronensäure . . .	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7.\text{H}_2\text{O}$	210	1,547	B	1,4943	D	1,4977
30. Seignettesalz . . .	$\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6.4\text{H}_2\text{O}$	282	1,757	Li	1,4930	—	—
31. Kupfersulfat . . .	$\text{SO}_4\text{Cu}.5\text{H}_2\text{O}$	249	2,272	—	—	D	1,5368
32. Weinsäure	$\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$	150	1,751	—	—	D	1,5345
33. Guanidincarbonat . .	$(\text{CH}_5\text{N}_3)_2\text{H}_2\text{CO}_3$	159	1,251	Li	1,4922	D	1,4963
34. Strontiumformiat . .	$(\text{CHO}_2)_2\text{Sr}.2\text{H}_2\text{O}$	213,4	2,252	B	1,5174	D	1,5210

19) n = Schrauf, Wien. Akad. Ber. 41, 805; d = Landolt's Tabellen.

20) n = Schrauf, l. c. 790; d = Baumbauer.

21—26) n = Murmann u. Rotter, Wien. Akad. Ber. 34, 192; d = Schroeder, Ber. Berl. chem. Ges. 1881, S. 21.

27) n = Schrauf, Wien. Akad. Ber. 42, 125; d = Schroeder, Ber. Berl. chem. Ges. 21, 2129.

28) n = Calderon, Zeitschr. f. Kryst. 1, 73; d = Landolt's Tabellen. Wahrscheinlich ist n_{Tl} ungenau bestimmt.

29) n = Schrauf, Wien. Akad. Ber. 41, 790; d = Landolt's Tabellen.

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 357
und Schluss.)

Linien d. Spectrums.	n	A	B	$\frac{n-1}{d}$	$p \frac{n-1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A-1}{d}$	$p \frac{A-1}{d}$	R_A	Diff.
E	2,05443	1,97312	2,2571	0,4926	15,76	—	—	0,4695	15,02	—	—
E	2,4790	2,4343	1,2415	0,4151	4,98	—	—	0,4077	4,89	—	—
—	—	—	—	0,2300	92,35	92,46	-0,11	—	—	—	—
—	—	—	—	0,2711	97,60	98,75	+0,15	—	—	—	—
F	1,4840	1,4758	0,2092	0,2134	94,53	95,34	-0,81	0,2117	93,78	93,20	+0,68
—	—	—	—	0,2549	102,21	101,74	+0,47	—	—	—	—
—	—	—	—	0,2192	96,66	96,75	-0,09	—	—	—	—
—	—	—	—	0,3356	71,81	71,05	+0,76	—	—	—	—
E	1,6024	1,5767	0,7423	0,1830	41,54	40,81	+0,73	0,1782	40,43	39,58	+0,85
TI	1,5685?	1,5556	0,3704	0,3537	120,96	119,6?	+1,36	0,3486?	119,22	116,5?	+2,72
E	1,5011	1,4846	0,4588	0,3196	67,11	67,70	-0,59	0,3132	65,77	66,06	-0,29
—	—	—	—	0,2806	79,12	78,87	+0,25	—	—	—	—
—	—	—	—	0,2362	58,81	57,96	+0,85	—	—	—	—
—	—	—	—	0,3052	45,78	45,80	-0,05	—	—	—	—
—	—	—	—	0,3934	75,53	—	—	—	—	—	—
E	1,5244	1,50745	0,4709	0,2297	49,01	48,60	+0,41	0,2253	48,08	47,68	+0,40

30) n = Müttrich, Pogg. Ann. 121, 193; d = Schroeder.

31) n = F. Kohlrausch, Wied. Ann. 4, 1; d = Landolt's Tabellen.

32) n = W. Kohlrausch, Wied. Ann. 6, 86; d = Landolt's Tabellen. Groth (Pogg. Ann. 135, 648) bemerkt, dass bei beiden Substanzen die Dispersion zwischen Roth und Gelb sehr klein ist, wofür ich die theoretische Grösse R für Roth berechnete (α des Wasserstoffs).

33) n = Bodewig (Groth, Physik. Kryst.); d = Schroeder, Jahresber. 1881, 21.

34) n = Schrauf, Wien. Ak. Ber. 42, 135; d = Schroeder, l. c.

Tafel V. Brechungsvermögen

	P	Formel.	t°	d_4^t	Linien d. Spectrums.	n	Linien d. Spectrums.	n
1. Phosphor (flüssig) .	31	P	29,2	1,7692	C	2,06032	F	2,13472
2. Schwefel	32	S	?	1,8063	A	1,90240	D	1,92950
3. Schweflige Säure . .	64	SO ₂	24,0	1,3667	Li	1,33574	D	1,33835
4. Calciumnitrat . . .	236	(NO ₃) ₂ Ca . 4H ₂ O	12,3	1,7621	C	1,46436	F	1,47657
5. Amylnitrat	133	NO ₃ . C ₅ H ₁₁	22,5	1,0080	A	1,40530	D	1,40970
6 Orthokieselsäure- äthyläther }	208	Si (OC ₂ H ₅) ₄	20,0	0,9320	A	1,37810	D	1,38210
7. Aethylnitrat . . .	91	NO ₃ . C ₂ H ₅	24,0	1,1010	C	1,37833	D	1,38278

1) Damien, Ann. de l'école norm. 1881, S. 272.

2) Gladstone, Journ. of Chem. Soc. 18, 110.

3) n = Ketteler; d = R. Nasini, Ber. Berl. chem. Ges. 1882, 2884.

homogener Flüssigkeiten.

Linien d. Spectrums.	n	A	B	$\frac{n-1}{d}$	$p \frac{n-1}{d}$	R_a	Diff.	$\frac{A-1}{d}$	$P \frac{A-1}{d}$	R_a	Diff.
H	2,16298	1,99379	2,61663	0,5993	18,58	—	—	0,5617	17,41	—	—
E	1,95270	1,85630	2,66553	0,4968	15,89	—	—	0,4740	15,16	—	—
TI	1,34108	1,32653	0,41427	0,2459	15,71	15,70	+0,01	0,2389	15,29	15,28	+0,01
H	1,48341	1,44954	0,63862	0,2635	62,18	61,62	+0,56	0,2551	60,20	59,49	+0,71
H	1,42560	1,39780	0,43854	0,4049	53,85	53,45	+0,40	0,3946	52,48	51,97	+0,51
H	1,39400	1,37220	0,34348	0,4057	84,38	—	—	0,4000	83,20	—	—
F	1,39432	1,35894	0,83640	0,3455	31,26	30,65	+0,61	0,3260	29,66	29,65	+0,01

4) Damien, l. c. 280.

5—6) Gladstone, Philos. Trans. **153**, 330.

7) n = Sauber, Pogg. Ann. **117**, 591; d = Landolt's Tab.

Tafel VI. Lichtbrechungsvermögen

	t°	Formel.	P	d_4^0
1. Cyan	0	CN	26	0,002382
2. Stickstoff	0	N ₂	14	0,001254
3. Stickoxydul	0	N ₂ O	44	0,001970
4. Stickoxyd	0	NO	30	0,001348
5. Cyanmethyl	12	CN · CH ₃	41	0,001836
6. Cyanwasserstoff	12	CNH	27	0,001209
7. Ammoniak	12	NH ₃	17	0,007620
8. Chlor	12	Cl	35,5	0,003169
9. Chlorwasserstoff	12	ClH	36,5	0,001629
10. Schwefelkohlenstoff	12	CS ₂	76	0,003403
11. Wasser	12	H ₂ O	18	0,000806
12. Kohlenoxyd	0	CO	28	0,001254
13. Kohlensäureanhydrid	0	CO ₂	44	0,001970
14. Schweflige Säure	0	SO ₂	64	0,002866
15. Wasserstoff	0	H	1	0,00008957
16. Sauerstoff	0	O	16	0,001429
17. Methan	12	CH ₄	16	0,000715
18. Methyläther	12	(CH ₃) ₂ O	46	0,002060
19. Acetaldehyd	12	C ₂ H ₄ O	44	0,001970
20. Aethyläther	12	(C ₂ H ₅) ₂ O	74	0,003314
21. Aethylalkohol	12	C ₂ H ₅ OH	46	0,002060
22. Aceton	12	(CH ₃) ₂ CO	58	0,002597
23. Aethylformiat	12	CH ₃ O ₂ C ₂ H ₅	74	0,003314
24. Pentan	12	C ₅ H ₁₂	72	0,003224
25. Propylen	12	C ₃ H ₆	42	0,001881
26. Amylen	12	C ₅ H ₁₀	70	0,004254
27. Aethylen	12	C ₂ H ₄	28	0,001254
28. Acetylen	12	C ₂ H ₂	26	0,001194

¹⁾ Die Brechungsindices sind von Mascart bestimmt. S. oben.

Lichtbrechungsvermögen chemischer Verbindungen. 361

von Gasen und Dämpfen.¹⁾

d_4^{120}	n	$\frac{n-1}{d}$	$p \frac{n-1}{d}$	R_A	Diff.
—	1,0008216	0,3528	9,16	9,26	— 1,10
—	1,0002977	0,2374	3,32	—	—
—	1,0005159	0,2618	11,52	11,51	+ 0,01
—	1,0002975	0,2214	6,64	6,03	+ 0,61
0,001759	1,0007727	0,4392	18,00	18,00	± 0,0
0,001158	1,0004361	0,3766	10,17	10,55	— 0,38
0,007297	1,0003775	0,5174	8,79	9,22	— 0,43
0,003035	1,0007698	0,2536	9,00	—	—
0,001560	1,0004449	0,2852	10,41	10,82	— 0,41
0,003259	1,0014781	0,4536	34,47	34,88	— 0,41
0,000772	1,0002575	0,3335	6,00	5,87	+ 0,13
—	1,0003350	0,2671	7,48	8,15	— 0,67
—	1,0004544	0,2306	10,14	10,28	— 0,14
—	1,0007036	0,2455	15,71	15,28	+ 0,43
—	1,0001387	1,5471	1,54	—	—
—	1,0002706	0,1889	3,02	—	—
0,000684	1,0004419	0,6475	10,36	10,02	+ 0,34
0,001973	1,0008860	0,4439	20,42	20,17	+ 0,25
0,001887	1,0008070	0,4280	18,83	18,17	+ 0,66
0,003173	1,0015366	0,4842	35,82	35,15	+ 0,67
0,001973	1,0008810	0,4465	20,54	20,17	+ 0,37
0,002488	1,0010947	0,4400	25,52	25,61	+ 0,09
0,003179	1,0011854	0,3736	28,05	28,32	+ 0,27
0,003088	1,0017035	0,5516	35,71	39,78	+ 0,07
0,001801	1,0011158	0,6185	29,90	22,80	+ 3,10
0,004074	1,0016860	0,5616	39,31	37,20	+ 2,11
0,001201	1,0007200	0,6000	16,80	14,88	+ 1,92
0,001115	1,0006700	0,5447	14,16	12,30	+ 1,86

Tafel VII. Experimentelle Werthe des Brechungsvermögens für Lösungen.

	Formel.	P	Lösungs- mittel.	%	t°	d_4^t	n_a	n_D	n_B	A	B	$\frac{n_a - 1}{d}$	$\frac{A - 1}{d}$
1. Salpetersäure	NO_3H	63	Wasser	50,48	18,7	1,35946	1,39893	1,40181	1,40857	1,39724	0,50418	0,29344	0,28485
2. Natriumnitrat I.	NO_3Na	85	—	44,35	22,8	1,35774	1,38883	1,38535	1,39134	1,37251	0,44508	0,28196	0,27436
„ II.	—	—	—	16,86	22,8	1,11778	1,34976	1,35183	1,35661	1,34153	0,35826	0,31210	0,30554
3. Calciumchlor. I.	CaCl_2	111	—	40,64	25,6	1,39839	1,44000	1,44279	1,44938	1,42863	0,49058	0,31465	0,30651
„ II.	—	—	—	16,75	25,8	1,14281	1,37152	1,37369	1,37876	1,36274	0,37866	0,32509	0,31740
4. Chlorzink I.	ZnCl_2	136	—	35,98	26,6	1,35949	1,39977	1,40222	1,40797	1,38983	0,42887	0,29406	0,28764
„ II.	—	—	—	23,00	26,4	1,20930	1,37292	1,37515	1,38026	1,36402	0,38388	0,30838	0,30101
5. Rohrzucker I.	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	342	—	30,00	22,2	1,12428	1,37878	1,38080	1,38538	1,37078	0,34518	0,33691	0,32939
„ II.	—	—	—	20,00	22,2	1,07837	1,36160	1,36354	1,36798	1,35387	0,33368	0,33332	0,32815
„ III.	—	—	—	10,00	22,2	1,03628	1,34568	1,34756	1,35185	1,33821	0,32269	0,33357	0,32637
6. Kaliumjodid I.	KJ	166	—	55,12	20,0	1,62900	1,43741	—	$\gamma = 1,46103$	1,41903	0,79215	0,26851	0,25723
„ II.	—	—	—	15,70	20,0	1,15620	1,35810	—	$\gamma = 1,37044$	1,34850	0,41367	0,31059	0,30142

1—4) v. d. Willigen (Landolt's Tabellen).

5) Obermayer, Wien. Akad. Ber. 61, II, 797.

6) Dantien, Ann. de l'école norm. 1881, S. 297.

Tafel VIII. Aus Tafel VII berechnete Werthe.

	Formel.	P	$\frac{n_a - 1}{d}$	$p \frac{n_a - 1}{d}$	$\frac{A - 1}{d}$	$p \frac{A - 1}{d}$
1. Salpetersäure	NO_3H	63	0,2565	16,15	0,2393	15,07
2. Natriumnitrat I.	NO_3Na	85	0,2203	18,72	0,2114	17,96
„ II.	—	—	0,2184	18,56	0,2120	18,02
3. Calciumchlorid I.	CaCl_2	111	0,2906	32,25	0,2813	31,22
„ II.	—	—	0,2952	32,75	0,2821	31,31
4. Chlorzink I.	ZnCl_2	136	0,2323	31,59	0,2195	29,85
„ II.	—	—	0,2281	31,02	0,2223	30,23
5. Rohrzucker I.	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	342	0,3486	119,22	0,3427	117,20
„ II.	—	—	0,3490	119,35	0,3427	117,20
„ III.	—	—	0,3486	119,22	0,3432	117,41
6. Kaliumjodid I.	KJ	166	0,2171	34,93	0,2016	33,47
„ II.	—	—	0,2143	35,57	0,2013	33,42

Ueber einige Derivate des Kyanmethins;

von

Paul Keller.

Das von Bayer¹⁾ entdeckte und neuerdings von E. v. Meyer²⁾ untersuchte Kyanmethin entsteht, ähnlich wie Kyanäthin aus Cyanäthyl mittelst Kalium oder Natrium, durch die Wirkung derselben Alkalimetalle auf das dem Cyanäthyl homologe Cyanmethyl. Aus dieser analogen Entstehungsweise beider Basen könnte man wohl auf ein sehr ähnliches chemisches Verhalten derselben schliessen, zeigten sich nicht merkwürdigerweise schon bezüglich der Löslichkeit, sowie bei der Einwirkung von Brom auf beide Basen so charakteristische Unterschiede, dass Zweifel an der Richtigkeit jenes Analogieschlusses berechtigt waren. Eine nähere

¹⁾ Ber. Berl. chem. Ges. **2**, 319 u. **4**, 176.

²⁾ Dies. Journ. [2] **27**, 152.