

Zur Benachrichtigung.

Die Atomgewichtskommission der Internationalen Union für Chemie veröffentlicht alljährlich die dem augenblicklichen Stande der Forschung entsprechenden Atomgewichtszahlen. Die vorliegende 41.—45. Auflage ist mit den für 1935 gültigen Werten berechnet worden (Näheres im Vorwort).

A. Thiel.

Man beachte die Vorbemerkungen!

LOGARITHMISCHE RECHENTAFELN FÜR CHEMIKER,

PHARMAZEUTEN, MEDIZINER UND PHYSIKER

Gegründet von

Professor Dr. F. W. Küster †

Für den Gebrauch im Unterrichtslaboratorium und in der Praxis
berechnet und mit Erläuterungen versehen

Nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung

bearbeitet von

Dr. A. Thiel,

o. ö. Professor der physikalischen Chemie,
Direktor des Physikalisch-chemischen Instituts der Universität Marburg

41.—45., verbesserte und vermehrte Auflage



BERLIN und LEIPZIG 1935

WALTER DE GRUYTER & CO.

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Gutten-
tag, Verlagsbuchhandlung — Georg Reimer —
Karl J. Trübner — Veit & Comp.

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten

Copyright 1935 by Walter de Gruyter & Co.,
vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung — J. Guttentag. Verlags-
buchhandlung — Georg Reimer — Karl J. Trübner — Veit & Comp.
Berlin W 10, Genthiner Straße 38

Printed in Germany

*Motto: „Der Mangel an mathematischer Bildung gibt sich
durch nichts so auffallend zu erkennen, wie durch
maßlose Schärfe im Zahlenrechnen.“*

C. F. Gauss.

Archiv-Nr. 52 34 35

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig

Vorwort

zur
einundvierzigsten bis fünfundvierzigsten Auflage.

Seit dem Herbst 1930 besteht erfreulicherweise wieder eine internationale Atomgewichts festsetzung, so daß die Zersplitterung, die nach dem Weltkriege bis dahin geherrscht hat, beseitigt ist. Die von der Atomgewichtskommission der Internationalen Union für Chemie zur Veröffentlichung für das Jahr 1935 in Aussicht genommenen Atomgewichte verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Professor Dr. O. Hönigschmid in München, der mir zudem noch einige Verbesserungen (Niob, Radium und Tantal betreffend) mitteilte, die ohne Zweifel in Kürze von der Kommission werden angenommen werden. Ich danke Herrn Kollegen Hönigschmid herzlich für seine überaus wertvolle Hilfe.

In diesem Zusammenhange muß ich kurz auf die durch eine Anregung von Professor Dr. N. Schoorl in Utrecht veranlaßten Bestrebungen eingehen, an Stelle der „Vakuumatomgewichte“ der internationalen Tabelle für alle praktisch-analytischen Zwecke „Luftatomgewichte“ zu benutzen, in deren Werten der gewöhnliche Luftauftrieb bereits berücksichtigt ist (unter gleichzeitiger Abrundung auf nur so viele Stellen, als der maximalen Genauigkeit der üblichen Analysenverfahren entspricht). Ich habe mich zu diesem Rufe nach „praktischen

Atomgewichten“ bereits geäußert [Chem. Ztg. 53, 813 (1929); 54, 617 (1930)], und in gleichem Sinne hat auch die damals tätige Deutsche Atomgewichtskommission geantwortet [Ber. 63, 2 (1930)]. Ich kann von dem damals eingenommenen Standpunkte auch heute nicht abgehen: die internationalen Atomgewichte (Vakuumwerte) sind Naturkonstanten, die für Wägungen in Luft anzuwendenden Werte dagegen Variable, deren Größe von den jeweiligen äußeren Bedingungen abhängt. Für sehr genaue Bestimmungen muß daher die Luftkorrektur von Fall zu Fall berechnet werden. Diese Notwendigkeit ergibt sich für den Chemiker kaum jemals bei der normalen Gewichtsanalyse, deren methodische Ungenauigkeit fast immer die durch die Benutzung der Vakuumwerte bedingten Fehler weit übersteigt. Auf das auf dem Gebiete der Maßanalyse manchmal auftretende Bedürfnis nach Luftwerten der Äquivalentgewichte war schon in der vorigen Auflage durch Beigabe einer kleinen Tabelle (Tafel 4, B) zur bequemen Berechnung der Luftkorrektur Rücksicht genommen worden. Diesem Bedürfnis komme ich diesmal in noch weiterem Umfange entgegen, indem ich als Tafel 4, C eine Zusammenstellung von „Luftwerten“ maßanalytischer Äquivalentgewichte nach Schoorl-Kolthoff aufgenommen habe. Sie stellt einen Notbehelf dar, weil mir für einen Teil der hier aufgeführten Stoffe keine genaueren Dichtewerte bekannt sind, so daß eine wirkliche Berechnung des Luftauftriebs nicht durchweg möglich war. Sobald diese Lücke geschlossen ist, soll als Tafel 4 C eine Tabelle der in üblicher Weise für Luftauftrieb korrigierten Vakuumwerte aufgenommen werden.

Unter dem Motto auf der Rückseite des Titelblattes erscheint nunmehr als Autor Carl Friedrich Gauss. Dank der

Hilfe meines hiesigen Kollegen Professor Dr. F. Krafft, dem ich dafür zu großem Danke verbunden bin, konnte es sehr wahrscheinlich gemacht werden, daß der von Hagen erwähnte Physiker, von dem Hagen jenen Ausspruch gehört hat, dem Kreise um Gauss angehörte. Von Gauss aber ist bekannt, daß er sich schon im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts verschiedentlich im Sinne des Mottos geäußert hat [vgl. E. Hammer, Lehr- und Handbuch der ebenen und sphärischen Trigonometrie, 4. Aufl. (Stuttgart, 1916), S. 644]. Mag es also nun unter dem Namen dieses ganz Großen im Reiche der Mathematik weiterleben und in seinem Sinne zur Weckung und Wachhaltung vernünftiger Kritik und mathematischen Anstandes beitragen!

In die Vorbemerkungen ist eine Anleitung zur Abrundung von Zahlen aufgenommen worden; die Erfahrung hat gelehrt, daß eine derartige Hilfe keineswegs überflüssig ist.

Die Tafeln 2, 4 und 5 haben wieder eine erhebliche Vermehrung ihres Inhaltes erfahren. Ich glaube fast alle Anregungen auf diesem Gebiete berücksichtigt zu haben. Nur allzu spezielle Wünsche konnte ich nicht erfüllen, weil schon jetzt eine Art von Inflation der Rechentafeln bemerkbar ist, der ich mich aus praktischen Gründen widersetzen muß. Des weiteren habe ich Daten, die wohl physikalisch-krystallographisches Interesse besitzen, aber für die Praxis ohne Bedeutung sind, von der Aufnahme ausschließen müssen. Andernfalls würden die Rechentafeln bald zu einer Taschenausgabe des Landolt-Börnstein entarten. Übrigens ist an den dafür geeigneten Stellen Platz genug vorhanden zur Eintragung von Ergänzungen, die nur einen kleineren Kreis von Benutzern interessieren. In den Tafeln 2, 4 und 5 sind nun auch die wichtigsten gewichts- und maßanalytischen Methoden mit

organischen Reagentien, insbesondere mit o-Oxychinolin (Oxin), berücksichtigt.

In Tafel 5 sind nunmehr im Hinblick auf die Genauigkeitsgrenzen der normalen analytischen Methoden alle Faktoren mit nur 4 geltenden Ziffern aufgeführt. Die Logarithmen entsprechen jedoch den nicht abgerundeten Werten.

Große Veränderungen hat die Tafel 18 (Elektrochemie) erfahren. Die Daten über (elektrische) Bathmometrie sind weitgehend neu berechnet; die neue Umrechnungstabelle von p_H auf a_{H^+} dürfte vielen Benutzern willkommen sein. Meinem Ersten Assistenten, Herrn Privatdozenten Dr. Ernst Baars, verdanke ich den neuen Abschnitt D, der den Benutzern der Tafeln die Begriffe der Aktivität und des Aktivitätskoeffizienten näherbringen soll, Begriffe, die in der neueren Entwicklung der Lehre von den Elektrolyten eine große und ständig wachsende Rolle spielen, so daß niemand mehr an ihnen vorübergehen kann.

Die Tafeln von 19 an haben eine um 1 höhere Nummer erhalten. Als neue Tafel 19 ist eine Zusammenstellung von Zahlenmaterial über Indikatoren, optische Bathmometrie und Kolorimetrie eingeschoben worden. Die Meßmethoden, die sich seiner bedienen müssen, haben in den letzten Jahren gewaltig an Umfang und Bedeutung gewonnen. Dagegen habe ich mich nicht entschließen können, den Wunsch nach Aufnahme einer Zusammenstellung von Mischindikatoren zu erfüllen. Die Rechentafeln sind keine Laboratoriumsanleitung, sondern bringen Zahlenmaterial, das zu quantitativen Messungen dient. Angaben über Mischindikatoren aber haben nur Bedeutung in Zusammenhang mit einer okularen Beurteilung von Farbtönen, d. h. einer Operation, die nicht frei von Willkür und darum keine Meßoperation im eigentlichen Sinne ist. Es sei an diesem Bei-

spiele klargemacht, welches Material sich für die Rechentafeln eignet und welches nicht.

Wiederum habe ich vielen freiwilligen Helfern bei der Verbesserung und Bereicherung der Rechentafeln herzlich zu danken. Es sind dies neben Herrn Privatdozenten Dr. E. Baars die Herren Dr. F. Bolm-Altona, Dr.-Ing. H. Brückner-Karlsruhe, Dr. G. Bruhns-Charlottenburg, Dipl.-Ing. H. Burkardt-Buenos Aires, Chemiker Th. Burose-Tupiza (Bolivien), Dr. M. Couture-Florenz, Dr. G. Deines-Hann.-Münden, Professor Dr. R. Dietzel-München, Dr. E. Dinslage-Münster i. W., Professor Dr. F. Fichter-Basel, Dr. P. Fluch-Graz, Dr. J. Geiler-Freiberg i. Sa., Dr.-Ing. K. Jacob-Oppeln, Dr. B. Klarmann-Frankfurt a. M., Professor Dr. I. M. Koltzoff-Minneapolis (Minnesota), Professor Dr. I. Koppel-Berlin, Dr. W. Kunze-Frankfurt a. M., Dr. A. Lauffs-Düsseldorf, Dr. C. Mahr-Marburg, Chemiker W. Meyer-Leipzig, Ing.-Chem. R. Neu-Dessau, Dr. M. C. Neuburger-Wien, stud. chem. T. Plate-Frankfurt a. M., Dr. K. Roesch-Remscheid, Dr. A. Sanct Goar-Basel, Professor Dr. N. Schoorl-Utrecht, Dr. G. Seufert-Nürnberg, Chemiker H. Spiegler-Heiligenrich (Österreich), Dr. A. Splittgerber-Dessau, Privatdozent Dr.-Ing. A. Sulfrian-Aachen, Professor Dr. L. Zechmeister-Pécs.

Beim Lesen der Korrekturen unterstützte mich mein bewährter Mitarbeiter Dr. H. Logemann, der auch alle veränderten oder neu aufgenommenen Zahlen der Tafeln 1 bis 5, 18 (B und C) und 19 unabhängig von mir noch einmal berechnet hat. Ich danke Herrn Dr. Logemann auch an dieser Stelle vielmals für seine außerordentlich wertvolle Hilfe.

Alle Fachgenossen bitte ich auch weiterhin um ihre Unterstützung durch Mitteilung von Irrtümern und Übermittlung von Wünschen. Hierbei nötigt mich der zunehmende Umfang des Buches auch zu der Bitte um Beratung, an welchen Stellen etwa Einschränkungen ohne Einbuße an praktischem Nutzen möglich sind. Die Freunde der Rechentafeln mögen ferner ihre Anhänglichkeit an den getreuen Helfer bei ihren Arbeiten auch dadurch beweisen, daß sie — so widerspruchsvoll das klingen mag — sich beim Erscheinen der neuen Auflage von deren Vorgängerin trennen und auch in ihrem Wirkungskreise die Verwendung überalterter Auflagen bekämpfen.

Unleserliche Schrift ist ein Privileg der Geistesarbeiter (nach Zeitungsberichten hat man sogar einen falschen Arzt auf Grund seiner guten Handschrift entlarvt!). Wenn es aber darauf ankommt, daß man Namen und Anschrift richtig lesen kann — wie bei der Verwertung von willkommenen Beiträgen freiwilliger Mitarbeiter —, gebe auch der Geistesarbeiter sein Inkognito auf, am einfachsten in der Weise, daß er seiner unleserlichen Unterschrift eine Übersetzung ins Lesbare (Maschinenschrift oder Stempeldruck, Besuchskarte oder dgl.) beifügt. Hoffentlich beseitigt diese sarkastische Form der Wiederholung einer schon öfter ausgesprochenen Bitte endgültig die noch immer vorkommenden Schwierigkeiten dieser Art.

Marburg (Lahn), Weißenburgstraße 36, im Frühjahr 1935.

A. Thiel

Inhalt.

Index		Seite
	Vorbemerkungen	11

Tafeln.

AG	1. Atomgewichte der Elemente nebst Logarithmen	14
MG	2. Gewichte und Logarithmen häufig gebrachter Atome, Atomgruppen, Molekeln und Äquivalente (sowie niederer Multipla)	16
	3. Höhere Multipla einiger Atom- und Molekelgewichte nebst den dazu gehörenden Logarithmen	34
Titr	4. A. Maßanalytische Äquivalentgewichte nebst Logarithmen .	36
	B. Korrekturen für den Luftauftrieb bei genauen Wägungen	40
	C. Maßanalytische Äquivalentgewichte nebst Logarithmen („Luftgewichte“ nach Schoorl-Kolthoff)	41
An	5. Analytische und stöchiometrische „Faktoren“ nebst Logarithmen	42
	6. Berechnung „indirekter“ Analysen	66
N ₂	7. Volumetrische Bestimmung des Stickstoffs und anderer Gase; Gas-Reduktions-Tabelle	68
	8. Hilfstafel zu Tafel 7	80
	9. Volumetrische Bestimmung wichtiger Gase	81
	10. Volumetrische Bestimmung gasentwickelnder Stoffe	82
Mol	11. Molekulargewichtsbestimmung	83
Pyk	12. Volumbestimmung durch Auswägen I	84
	12a. Volumbestimmung durch Auswägen II	87
	13. Maßanalytische Temperaturkorrekturen	89
	14. Aräometertafel	90
Norm	15. Volumgewicht und Normalität von Lösungen; Herstellung von Normallösungen nach dem Volumgewicht	91
	16. Löslichkeit wichtiger Stoffe bei 20°	92
	17. Wheatstonesche Brücke. Logarithmen der Werte von $a : (1000 - a)$ für a von 1 bis 999	94
El	18. Elektrochemie	
	A. Elektrochemische Äquivalente. Normalelemente	96
	B. Potentialübersicht	97
	C. Bathometrie	98
	D. Aktivität und Aktivitätskoeffizient	105

Ind	19. Indikatoren, optische Bathmometrie, Kolorimetrie	
	A. Zusammenstellung wichtiger Indikatoren	108
	B. Optische Bathmometrie	110
	C. Kolorimetrie	114
Th	20. Thermochemie	
	A. Thermometrische Fixpunkte	116
	B. Fadenkorrekturen für Quecksilberthermometer	117
	C. Berechnung chemischer Gleichgewichte aus thermochemischen Daten	120
	21. Einheits- und Formelzeichen	122
	22. Fehlerrechnung	127
	23. Ausgleichrechnung	128
Rech	24. Rechenhilfen	130
	25. Häufig gebrauchte Einheiten und Konstanten	133
<hr/>		
Erl	Erläuterungen zu den vorstehenden Tafeln . 134	
<hr/>		
Man	Fünzfiffrige Mantissen zu den dekadischen Logarithmen aller vierziffrigen Zahlen von 1000 bis 9999 mit Proportionalteilen, für beliebige Numeri	185
	Zusätze	212
	Nachträge	213
	Vierziffrige Mantissen zu den dreiziffrigen Zahlen von 100 bis 999 nebst Antilogarithmen	in der Deckeltasche
<hr/>		

Vorbemerkungen.

1. Messungsergebnisse, also auch Analysenresultate, sind mit so vielen Stellen anzugeben, als der Genauigkeit der Messung entspricht, und zwar so, daß die vorletzte Stelle als sicher, die letzte als unsicher gilt.

2. Als Regel für die Abrundung gilt, daß die vorhergehende Ziffer um 1 erhöht wird, wenn der wegfallende Rest mehr als eine halbe Einheit der letzten stehenbleibenden Stelle ausmacht. Beträgt der Rest genau eine halbe Einheit, so wird die Erhöhung der vorhergehenden Stelle nur vorgenommen, falls sie eine ungerade Zahl enthält (um etwaige spätere Halbierung zu vereinfachen). Bei der Abrundung auf 2 Dezimalen geht demnach über: 1,2348 in 1,23; 1,2352 in 1,24;
1,2350 in 1,24; 1,2250 in 1,22.

Man kann eine nachfolgende glatte 5 auch (etwas tiefer und kleiner geschrieben) mitführen (z. B. 1,23₅). „Aufgewertete“ Ziffern kann man durch Unterstreichung (1,2₄), „abgewertete“ durch Überstreichung (1,2⁴) kennzeichnen.

3. Mißbräuchliche Aufführung von Ziffern ohne reale Bedeutung und daher auch ohne Berechtigung wird am besten durch Ausführung der hierzu geeigneten Berechnungen auf logarithmischem Wege verhütet (siehe die Erläuterungen zu den Tafeln 1, 2, 3, 5). Hierbei leisten im allgemeinen Logarithmentafel und (logarithmischer) Rechenschieber gleich gute Dienste. In manchen Fällen, z. B. bei häufiger Wiederholung der gleichen Operation, ist der Rechenschieber noch bequemer. Es sei daher hier auch auf dieses wertvolle Hilfsmittel hingewiesen.¹⁾

4. Darstellung von Analyseergebnissen. Meist ist durch die Analyse zu ermitteln, wieviel Gewichtsteile des gesuchten Stoffes in 100 Gewichtsteilen Substanz enthalten sind. Das Ergebnis der Analyse wird dann also in Gewichtsprozenten (richtiger: Massenprozenten, siehe den 5. Abschnitt) der analysierten Substanz ausgedrückt. In anderen Fällen wird die in einem bestimmten Volum einer Flüssigkeit (Lösung) enthaltene Menge eines Stoffes ermittelt und das Ergebnis dann vielfach in Gramm (oder Milligramm) auf ein Liter der analysierten Flüssigkeit angegeben.

¹⁾ Zur Frage nach den wahren Grenzen der Analysengenauigkeit sowie nach der Möglichkeit, Rechnungen in vielen Fällen zu vereinfachen, vgl. die beachtenswerten Ausführungen von R. Saar, Ztschr. f. Unt. d. Nahr. u. Genußm. **47**, 169 (1924) u. Chem.-Ztg. **48**, 285 (1924).

Immer häufiger aber zeigt sich das Bedürfnis, Angaben dieser Art in einer Form zu machen, welche vorhandene Äquivalenzbeziehungen sogleich zu erkennen und zu verwerten gestattet. Zu diesem Zwecke stellt man das Analysenergebnis in Werteinheiten, z. B. in Gramm-Molekeln (g-Molekulargewichten) oder in Gramm-Äquivalenten (g-Äquivalentgewichten) auf 100 g oder auf 1 kg einer festen oder auf ein Liter einer flüssigen Substanz dar.

5. Darstellung des Gehaltes von Lösungen.¹⁾ Die Menge eines Bestandteils in einer bestimmten Menge einer Lösung wird mit folgenden drei gleichbedeutenden Ausdrücken bezeichnet:

Gehalt einer Lösung (oder Mischung oder Verbindung) an einem Bestandteil,

Konzentration einer Lösung an einem Bestandteil,

Konzentration eines Bestandteils in einer Lösung.

Für besondere Zwecke (namentlich Gefrierpunktmessungen) wird die Konzentration einer Lösung auch als Menge des Bestandteils auf eine bestimmte Menge des Lösungsmittels ausgedrückt.

Sowohl die Menge des Bestandteils wie die Menge der Lösung (oder des Lösungsmittels) können in Masseneinheiten oder in Raumeinheiten angegeben werden.

Werden beide in Masseneinheiten oder beide in Raumeinheiten angegeben, so hat die Konzentration die Dimension einer reinen Zahl. Wird aber die Menge des Bestandteils in Masseneinheiten, die der Lösung in Raumeinheiten angegeben, so hat die Konzentration die Dimension ($l^{-3} m$).

Im letzten Falle kann statt der Konzentration auch deren Kehrwert, die Verdünnung, angegeben werden, d. h. die Raummenge der Lösung, die eine bestimmte Masse des Bestandteils enthält. Dimension ($l^3 m^{-1}$).

Konzentrationsangaben, die nur in Masseneinheiten ausgedrückt sind, haben den Vorzug, von der Temperatur unabhängig zu sein.

Als Masseneinheiten dienen
 das Gramm oder das Kilogramm
 das Mol, d. h. soviel Gramm des Stoffes, wie sein Molekulargewicht angibt
 das Millimol, der tausendste Teil des Mols

Einheitszeichen	
g	kg
mol	
mmol	

¹⁾ Wörtlich nach J. Wallot, Verhandlungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (AEF) in den Jahren 1907 bis 1927 (Berlin, Springer, 1928).

das Val, d. h. soviel Gramm des Stoffes, wie sein Äquivalentgewicht angibt	Einheitszeichen val
das Millival, der tausendste Teil des Vals	mval
das Gramm-Atomgewicht, d. h. soviel Gramm eines Elementes, wie sein Atomgewicht angibt	g-atom
Als Raumeinheiten dienen	
das Kubikzentimeter oder das Liter	cm ³ l

Von den zahlreichen durch Verknüpfung dieser Einheiten möglichen Arten der Konzentrationsangabe sind, falls nicht besondere Gegengründe vorliegen, nur die folgenden zu benutzen:

Benennung	Einheitszeichen
1. Gramm Bestandteil in 100 g Lösung	Prozent
2. Kubikzentimeter Bestandteil in 100 cm ³ Lösung	Massenprozent
3. Gramm Bestandteil in 1 l Lösung	Volumentprozent
4. Mol Bestandteil in 1 l Lösung	—
oder Liter Lösung auf 1 mol Bestandteil	—
5. Val Bestandteil in 1 l Lösung	Verdünnung
oder Liter Lösung auf 1 val Bestandteil	—
6. Mol Bestandteil auf 1 kg Lösungsmittel	Verdünnung
7. Mol Bestandteil in 100 Gesamt-Mol Lösung	—
oder der hundertste Teil der Zahl der Molprocente	Molprozent
8. Gramm-Atomgewicht Bestandteil in 100 Gesamt-Gramm-Atomgewicht der Lösung	Molenbruch
oder der hundertste Teil der Zahl der Atomprocente	Atomprozent
bei Mineralwässern auch	—
9. Millimol Bestandteil in 1 kg Lösung	g-atom/100 Gesamt-g-atom
10. Millival Bestandteil in 1 kg Lösung	—
	g-atom/Gesamt-g-atom
	mmol/kg
	mval/kg

6. Für den Briggschen Logarithmus wird durchgehend das Zeichen lg benutzt (siehe S. 126).

Ordnungszahlen und Atomgewichte rot, Logarithmen schwarz. — Erläuterungen siehe Seite 134.

Ag	47	Silber	107,880	03 294
Al	13	Aluminium	26,97	43 088
Ar	18	Argon	39,944	60 145
As	33	Arsen	74,91	87 454
Au	79	Gold	197,2	29 491
B	5	Bor	10,82	03 423
Ba	56	Barium	137,36	13 786
Be	4	Beryllium	9,02	95 521
Bi	83	Wismut	209,00	32 015
Br	35	Brom	79,916	90 263
C	6	Kohlenstoff	12,00	07 918
Ca	20	Calcium	40,08	60 293
Cd	48	Cadmium	112,41	05 080
Ce	58	Cerium	140,13	14 653
Cl	17	Chlor	35,457	54 970
Co	27	Kobalt	58,94	77 041
Cp	71	Cassiopeium	175,0	24 304
Cr	24	Chrom	52,01	71 609
Cs	55	Cäsium	132,91	12 355
Cu	29	Kupfer	63,57	80 325
Dy	66	Dysprosium	162,46	21 075
Er	68	Erbium	167,64	22 437
Eu	63	Europium	152,0	18 184
F	9	Fluor	19,00	27 875
Fe	26	Eisen	55,84	74 695
Ga	31	Gallium	69,72	84 336
Gd	64	Gadolinium	157,3	19 673
Ge	32	Germanium	72,60	86 094
H	1	Wasserstoff	1,0078	00 337
He	2	Helium	4,002	60 228
Hf	72	Hafnium	178,6	25 188
Hg	80	Quecksilber	200,61	30 235
Ho	67	Holmium	163,5	21 352
In	49	Indium	114,76	05 979
Ir	77	Iridium	193,1	28 578
J	53	Jod	126,92	10 353
K	19	Kalium	39,096	59 214
Kr	36	Krypton	83,7	92 273
La	57	Lanthan	138,92	14 276
Li	3	Lithium	6,940	84 136
Mg	12	Magnesium	24,32	38 596
Mn	25	Mangan	54,93	73 981
Mo	42	Molybdän	96,0	98 227

N	7	Stickstoff	14,008	14638
Na	11	Natrium	22,997	36167
Nb	41	Niob	92,91	96806
Nd	60	Neodym	144,27	15918
Ne	10	Neon	20,183	30499
Ni	28	Nickel	58,69	76856
O	8	Sauerstoff	16,0000	20412
Os	76	Osmium	191,5	28217
P	15	Phosphor	31,02	49164
Pb	82	Blei	207,22	31643
Pd	46	Palladium	106,7	02816
Pr	59	Praseodym	140,92	14897
Pt	78	Platin	195,23	29055
Ra	88	Radium	226,05	35421
Rb	37	Rubidium	85,44	93166
Re	75	Rhenium	186,31	27023
Rh	45	Rhodium	102,91	01246
Rn	86	Radon	222	34635
Ru	44	Ruthenium	101,7	00732
S	16	Schwefel	32,06	50596
Sb	51	Antimon	121,76	08550
Sc	21	Scandium	45,10	65418
Se	34	Selen	78,96	89741
Si	14	Silicium	28,06	44809
Sm	62	Samarium	150,43	17734
Sn	50	Zinn	118,70	07445
Sr	38	Strontium	87,63	94265
Ta	73	Tantal	180,88	25739
Tb	65	Terbium	159,2	20194
Te	52	Tellur	127,61	10588
Th	90	Thorium	232,12	36571
Ti	22	Titan	47,90	68034
Tl	81	Thallium	204,39	31046
Tu	69	Thulium	169,4	22891
U	92	Uran	238,14	37683
V	23	Vanadium	50,95	70714
W	74	Wolfram	184,0	26482
X	54	Xenon	131,3	11826
Y	39	Yttrium	88,92	94900
Yb	70	Ytterbium	173,04	23815
Zn	30	Zink	65,38	81544
Zr	40	Zirkonium	91,22	96009

Gewichte und Logarithmen häufig gebrauchter Atome, Atom-

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
Ag	107,880	03 294	Al(OH) ₃	77,99	89 204
2 Ag	215,760	33 397	AlPO ₄	121,99	08 632
3 Ag	323,640	51 006	Al ₂ (SO ₄) ₃	342,12	53 418
AgBr	187,796	27 369	Al ₂ (SO ₄) ₃ · 18 H ₂ O	666,40	82 373
AgCN	133,89	12 675			
AgCNS	165,95	21 998			
AgCl	143,337	15 636			
AgJ	234,80	37 070			
AgNO ₃	169,888	23 016	As	74,91	87 454
Ag ₂ O	231,760	36 504	$\frac{1}{2}$ As	37,455	57 351
Ag ₂ S	247,82	39 414	2 As	149,82	17 557
AgVO ₃	206,83	31 561	3 As	224,73	35 166
Ag ₃ VO ₄	438,59	64 206	As ₂ O ₃	197,82	29 627
			$\frac{1}{4}$ As ₂ O ₃	49,455	69 421
			As ₂ O ₅	229,82	36 139
			AsO ₃	122,91	08 959
			As ₂ O ₇	261,82	41 800
			AsO ₄	138,91	14 273
			As ₂ S ₃	246,00	39 094
			As ₂ S ₅	310,12	49 153
Al	26,97	43 088			
$\frac{1}{3}$ Al	8,990	95 376			
2 Al	53,94	73 191			
3 Al	80,91	90 800			
4 Al	107,88	03 294			
5 Al	134,85	12 985			
6 Al	161,82	20 903	Au	197,2	29 491
Al(C ₉ H ₆ ON) ₃ ¹⁾	459,1	66 191	2 Au	394,4	59 594
AlCl ₃	133,34	12 496	3 Au	591,6	77 203
AlCl ₃ · 6 H ₂ O	241,43	38 279			
AlF ₃	83,97	92 412			
2 AlF ₃	167,94	22 515			
3 AlF ₃	251,91	40 125			
Al ₂ O ₃	101,94	00 834	B	10,82	03 423
$\frac{1}{6}$ Al ₂ O ₃	16,990	23 019	2 B	21,64	33 526
2 Al ₂ O ₃	203,88	30 937	3 B	32,46	51 135
3 Al ₂ O ₃	305,82	48 547	4 B	43,28	63 629
Al ₂ O ₃ · 2 SiO ₂ ·	258,09	41 177	5 B	54,10	73 320
2 H ₂ O			6 B	64,92	81 238

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.

1) Oxin (Ox).

MG

Tafel 2

17

gruppen, Molekeln und Äquivalente (sowie niederer Multipla).

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
BO ₂	42,82	63 165	Be	9,02	95 521
BO ₃	58,82	76 953	2Be	18,04	25 624
B ₂ O ₃	69,64	84 286	BeO	25,02	39 829
B ₄ O ₇	155,28	19 112	Be ₂ P ₂ O ₇	192,08	28 348
			Bi		
Ba	137,36	13 786	2Bi	209,00	32 015
$\frac{1}{2}$ Ba	68,680	83 683	2Bi	418,00	62 118
2Ba	274,72	43 889	BiC ₆ H ₃ O ₃	332,02	52 116
3Ba	412,08	61 498	(Pyrogallol) }		
BaCO ₃	197,36	29 526	BiCr(CNS) ₆	609,42	78 491
BaCl ₂	208,27	31 863	Bi ₂ O ₃	466,00	66 839
BaCl ₂ · 2H ₂ O	244,31	38 794	Bi(NO ₃) ₃ · 5H ₂ O	485,10	68 583
BaCrO ₄	253,37	40 376	BiOCl	260,46	41 574
BaF ₂	175,36	24 393	(BiO) ₂ Cr ₂ O ₇	666,02	82 348
Ba(NO ₃) ₂	261,38	41 727	Bi(Ox) ₃ (Oxin)	641,2	80 699
BaO	153,36	18 571	Bi(Ox) ₃ · H ₂ O	659,2	81 902
$\frac{1}{2}$ BaO	76,680	88 468	BiPO ₄	304,02	48 290
BaO ₂	169,36	22 881	Bi ₂ S ₃	514,18	71 111
Ba(OH) ₂	171,38	23 396	Bi ₂ (SeO ₃) ₃	798,88	90 248
Ba(OH) ₂ · 8H ₂ O	315,50	49 900			
$\frac{1}{2}$ [Ba(OH) ₂ · 8H ₂ O]	157,750	19 797			
BaS	169,42	22 896	Br		
Ba $\frac{1}{2}$ SO ₃	148,74	17 243	2Br	79,916	90 263
2Ba $\frac{1}{2}$ SO ₃	297,48	47 346	3Br	159,832	20 366
3Ba $\frac{1}{2}$ SO ₃	446,22	64 955	4Br	239,748	37 975
BaSO ₄	233,42	36 814	5Br	319,664	50 469
BaSiF ₆	279,42	44 626	6Br	399,580	60 160
			BrO ₃	479,496	68 078
			$\frac{1}{8}$ BrO ₃	127,916	10 692
				21,313	32 877

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.

Gewichte und Logarithmen häufig gebrachter Atome, Atom-

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
C	12,00	07918	C ₇ H ₅ O	105,04	02135
2C	24,00	38021	2C ₇ H ₅ O	210,1	32243
3C	36,00	55630	3C ₇ H ₅ O	315,1	49845
4C	48,00	68124	C ₈ H ₆ ON (Ox) ..	144,05	15851
5C	60,00	77815	C ₈ H ₇ ON (OxH)	145,06	16155
6C	72,00	85733	C ₁₀ H ₈ (Naphth.)	128,1	10755
CH ₂	14,02	14675	C ₁₀ H ₇	127,1	10415
2CH ₂	28,03	44762	C ₁₀ H ₆	126,0	10037
3CH ₂	42,05	62377	C ₁₀ H ₅	125,0	09691
4CH ₂	56,06	74865	C ₁₀ H ₄	124,0	09342
5CH ₂	70,08	84559	C ₁₄ H ₈ O ₂ (Anthrach.)	208,1	31827
6CH ₂	84,09	92474	C ₁₄ H ₇ O ₂	207,1	31618
CH ₃	15,02	17667	C ₁₄ H ₆ O ₂	206,0	31387
2CH ₃	30,05	47784	C ₁₄ H ₅ O ₂	205,0	31175
3CH ₃	45,07	65389	C ₁₄ H ₄ O ₂	204,0	30963
4CH ₃	60,09	77880	C ₂₀ H ₁₆ N ₄ (Nitron)	312,2	49443
5CH ₃	75,12	87576	C ₂₀ H ₁₆ N ₄ · HNO ₃	375,2	57426
6CH ₃	90,14	95492	CN	26,01	41514
CH ₄	16,03	20493	2CN	52,02	71617
CH ₃ O	31,02	49164	3CN	78,02	89221
C ₂ H ₂	26,02	41531	4CN	104,03	01716
C ₂ H ₄	29,04	46300	5CN	130,04	11408
2C ₂ H ₄	58,08	76403	6CN	156,05	19326
3C ₂ H ₄	87,12	94012	CNS	58,07	76395
4C ₂ H ₄	116,16	06506	CO	28,00	44716
5C ₂ H ₄	145,2	16197	CO ₂	44,00	64345
6C ₂ H ₄	174,2	24105	½CO ₂	22,000	34242
C ₂ H ₃ O	43,02	63367	2CO ₂	88,00	94448
2C ₂ H ₃ O	86,05	93475	3CO ₂	132,00	12057
3C ₂ H ₃ O	129,07	11083	CO ₃	60,00	77815
C ₂ H ₃ O ₂	59,02	77100	½CO ₃	30,000	47712
C ₂ H ₅ O	45,04	65360	2CO ₃	120,00	07918
C ₅ H ₅ N (Py)	79,05	89790	3CO ₃	180,00	25527
C ₆ H ₅	77,04	88672	CO ₂ H s. a. HCO ₂	45,01	65331
2C ₆ H ₅	154,1	18780	C ₂ O ₄	88,00	94448
3C ₆ H ₅	231,1	36380	CO(NH ₂) ₂	60,05	77851

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.

gruppen, Molekeln und Äquivalente (sowie niederer Multipla).

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
			CaHPO ₄	136,11	13389
			CaHPO ₄ ·2H ₂ O..	172,14	23588
			CaH ₄ (PO ₄) ₂	234,15	36950
			CaH ₄ (PO ₄) ₂ ·H ₂ O	252,17	40170
			CaO	56,08	74881
			$\frac{1}{2}$ CaO	28,040	44778
			2CaO	112,16	04984
			3CaO	168,24	22593
			4CaO	224,32	35087
			5CaO	280,40	44778
			6CaO	336,48	52696
			Ca(OH) ₂	74,10	86982
			$\frac{1}{2}$ [Ca(OH) ₂]	37,048	56877
			Ca ₃ (PO ₄) ₂	310,28	49175
			CaS	72,14	85818
			Ca $\frac{1}{2}$ SO ₃	100,10	00043
			2Ca $\frac{1}{2}$ SO ₃	200,20	30146
			3Ca $\frac{1}{2}$ SO ₃	300,30	47756
Ca	40,08	60293	CaSO ₄	136,14	13399
$\frac{1}{2}$ Ca	20,040	30190	CaSO ₄ ·2H ₂ O ..	172,17	23596
2Ca	80,16	90396	CaSiO ₃	116,14	06498
3Ca	120,24	08005			
4Ca	160,32	20499			
5Ca	200,40	30190			
6Ca	240,48	38108			
CaC ₂	64,08	80672			
CaC ₄ H ₄ O ₆ ·4aq	260,17	41526			
CaCN ₂	80,10	90363			
CaCO ₃	100,08	00034			
$\frac{1}{2}$ CaCO ₃	50,040	69932			
CaC ₂ O ₄ ·H ₂ O	146,10	16465			
CaCl ₂	110,99	04528	Cd	112,41	05080
CaCl ₂ ·6H ₂ O	219,09	34062	$\frac{1}{2}$ Cd	56,205	74977
CaCl ₂ O	126,99	10377	2Cd	224,82	35183
$\frac{1}{2}$ CaCl ₂ O	63,497	80275	CdO	128,41	10860
CaF ₂	78,08	89254	Cd(Ox) ₂ (Oxin)	400,5	60260
Ca(HCO ₃) ₂	162,10	20978	Cd(Ox) ₂ ·1,5 H ₂ O	427,5	63094
$\frac{1}{2}$ [Ca(HCO ₃) ₂]	81,048	90874	Cd ₂ P ₂ O ₇	398,86	60082

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.

Gewichte und Logarithmen häufig gebrauchter Atome, Atom-

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
CdPy ₂ (CNS) ₂ ¹⁾	386,7	58737	Co	58,94	77041
CdS	144,47	15978	$\frac{1}{2}$ Co	29,470	46938
CdSO ₄	208,47	31904	2Co	117,88	07144
CdSO ₄ · $\frac{8}{3}$ H ₂ O ..	256,51	40910	CoAs ₂	208,76	31965
			CoAsS	165,91	21988
			Co[C ₁₀ H ₆ O(NO)] ₃ · 2H ₂ O ²⁾ }	611,1	78611
			Co(NO ₃) ₂ · 6H ₂ O ..	291,05	46397
Ce	140,13	14653	CoO	74,94	87471
2Ce	280,26	44756	Co ₃ O ₄	240,82	38169
3Ce	420,39	62365	Co(Ox) ₂ · 2aq } (Oxin) }	383,1	58331
CeCl ₃	246,50	39182	Co ₂ P ₂ O ₇	291,92	46526
Ce ₃ O ₄	484,39	68520	CoSO ₄	155,00	19033
Ce ₂ O ₃	328,26	51622	CoSO ₄ · 7H ₂ O ...	281,11	44888
CeO ₂	172,13	23586			
CeO ₃	188,13	27446			
Ce ₂ (SO ₄) ₃ · 8H ₂ O	712,56	85282			
			Cr	52,01	71609
			2Cr	104,02	01712
			3Cr	156,03	19321
Cl	35,457	54970	CrO	68,01	83257
2Cl	70,914	85073	Cr ₃ O ₄	220,03	34248
3Cl	106,371	02682	Cr ₂ O ₃	152,02	18190
4Cl	141,828	15176	$\frac{1}{2}$ Cr ₂ O ₃	76,010	88087
5Cl	177,285	24867	2Cr ₂ O ₃	304,04	48293
6Cl	212,742	32785	3Cr ₂ O ₃	456,06	65902
ClO	51,457	71144	CrO ₃	100,01	00004
Cl ₂ O ₅	150,914	17873	2CrO ₃	200,02	30107
ClO ₃	83,457	92146	Cr ₂ O ₇	216,02	33449
$\frac{1}{6}$ ClO ₃	13,9105	14331	CrO ₄	116,01	06450
ClO ₄	99,457	99764	CrPO ₄	147,03	16741

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.

1) Pyridin

2) α -Nitroso- β -naphthol

gruppen, Molekeln und Äquivalente (sowie niederer Multipla).

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
Cs	132,91	12 355	F	19,00	27 875
2Cs	265,82	42 458	2F	38,00	57 978
Cs ₂ O	281,82	44 997	3F	57,00	75 587
Cs ₂ SO ₄	361,88	55 856	4F	76,00	88 081
			5F	95,00	97 772
			6F	114,00	05 690
Cu	63,57	80 325			
2Cu	127,14	10 428			
3Cu	190,71	28 037			
CuCNS	121,64	08 508	Fe	55,84	74 695
CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	221,16	34 471	2Fe	111,68	04 798
2CuCO ₃ ·Cu(OH) ₂	344,73	53 748	3Fe	167,52	22 407
Cu(C ₇ H ₆ O ₂ N) ₂ ¹⁾	335,7	52 595	4Fe	223,36	34 901
CuCl ₂	134,48	12 866	5Fe	279,20	44 592
CuFeS ₂	183,53	26 371	6Fe	335,04	52 510
Cu ₂ O	143,14	15 576	FeAs ₂	205,66	31 315
CuO	79,57	90 075	FeAsS	162,81	21 168
½CuO	39,785	59 972	Fe(CN) ₆	211,89	32 611
2CuO	159,14	20 178	FeCO ₃	115,84	06 386
3CuO	238,71	37 787	FeCl ₂	126,75	10 295
Cu(Ox) ₂ (Oxin)	351,7	54 617	FeCl ₂ ·4H ₂ O	198,82	29 846
Cu ₂ S	159,20	20 194	FeCl ₃	162,21	21 008
CuS	95,63	98 059	FeCl ₃ ·6H ₂ O	270,30	43 185
CuSO ₄	159,63	20 311	Fe(CrO ₂) ₂	223,86	34 998
CuSO ₄ ·5H ₂ O	249,71	39 744	Fe(HCO ₃) ₂	177,86	25 008
			FeJ ₂	309,68	49 091
			FeO	71,84	85 637
			2FeO	143,68	15 740
			3FeO	215,52	33 349
Er	167,64	22 438	Fe ₃ O ₄	231,52	36 459
2Er	335,28	52 541	Fe ₂ O ₃	159,68	20 325
Er ₂ O ₃	383,28	58 352	⅙Fe ₂ O ₃	26,614	42 511
			½Fe ₂ O ₃	79,840	90 222
			2Fe ₂ O ₃	319,36	50 428
			3Fe ₂ O ₃	479,04	68 037

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.

¹⁾ Salicylaldoxim

Gewichte und Logarithmen häufig gebrauchter Atome, Atom-

Höhere Multipla siehe Seite 34/35.

	Gewicht	lg		Gewicht	lg
Fe(OH) ₃	106,86	02 882	HCNS	59,08	77 144
2Fe(OH) ₃	213,73	32 987	HCO ₂	45,01	65 331
Fe(Ox) ₃ (Oxin) ..	488,0	68 842	2HCO ₂	90,02	95 434
FePO ₄	150,86	17 857	3HCO ₂	135,02	13 040
FeS	87,90	94 399	4HCO ₂	180,03	25 534
Fe ₇ S ₈	647,36	81 115	5HCO ₂	225,04	35 226
FeS ₂	119,96	07 904	6HCO ₂	270,05	43 144
FeSO ₄ .	151,90	18 156	HCO ₃	61,01	78 540
FeSO ₄ · 7H ₂ O ...	278,01	44 406	H ₂ C ₂ O ₄	90,02	95 434
Fe ₂ (SO ₄) ₃	399,86	60 191	H ₂ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O	126,05	10 055
			$\frac{1}{2}$ [H ₂ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O]	63,02	79 948
			H · C ₃ H ₅ O ₃ (Milch.)	90,05	95 448
			H ₂ · C ₄ H ₄ O ₄ (Bernst.)	118,05	07 207
			H ₂ · C ₄ H ₄ O ₅ (Äpfel.)	134,05	12 727
			H ₂ · C ₄ H ₄ O ₆ (Wein.)	150,05	17 624
			H ₃ · C ₆ H ₅ O ₇ (Cit.)	192,06	28 344
			H ₃ · C ₆ H ₅ O ₇ · H ₂ O	210,08	32 239
			H · C ₇ H ₅ O ₃ (Salic.)	138,05	14 004
			H · C ₁₈ H ₃₃ O ₂ (Ölsäur.)	282,3	45 071
			HCl	36,465	56 188
			2HCl	72,930	86 291
			3HCl	109,394	03 899
H	1,0078	00 337	HClO	52,465	71 987
2H	2,0156	30 440	HClO ₃	84,465	92 668
3H	3,0234	48 050	HClO ₄	100,465	00 201
4H	4,0312	60 543	H ₂ CrO ₄	118,03	07 199
5H	5,0390	70 234	H ₂ Cr ₂ O ₇	218,04	33 854
6H	6,0468	78 153	HF	20,01	30 125
H ₃ AsO ₄	141,93	15 207	H ₃ Fe(CN) ₆	214,91	33 226
HBO ₂	43,83	64 177	H ₄ Fe(CN) ₆	215,92	33 429
H ₃ BO ₃	61,84	79 127	HJ	127,93	10 697
HBr	80,924	90 808	HJO ₃	175,93	24 534
H · CHO ₂	46,02	66 295	HNO ₂	47,016	67 224
H · C ₂ H ₃ O ₂	60,03	77 837	HNO ₃	63,016	79 945
HCN	27,02	43 169	2HNO ₃	126,032	10 048
H ₂ CN ₂	42,03	62 356	3HNO ₃	189,047	27 657
(H ₂ CN ₂) ₂	84,06	92 459	HO.....	17,0078	23 065
H ₆ C ₂ N ₄ O (Dic.)	102,08	00 894			

Erläuterungen zu Tafel 2 siehe Seite 134.