



G. Jander · H. Spandau

Kurzes Lehrbuch der
anorganischen und allgemeinen

Chemie

Siebente Auflage, völlig neu bearbeitet von

J. Fenner · J. Jander · H. Siegers

Mit 132 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1973

Dr. Jürgen Fenner, Wissenschaftlicher Mitarbeiter des
Max-Planck-Institutes für Festkörperforschung in Stuttgart

Dr. Jochen Jander, o. Professor für Anorganische Chemie
an der Universität Heidelberg

Dr. Harald Siegers, Felix Schoeller jr. Feinpapierfabrik
Burg Gretesch, Osnabrück

ISBN-13: 978-3-540-06018-5 e-ISBN-13: 978-3-642-96131-1

DOI: 10.1007/978-3-642-96131-1

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist. © by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1940, 1943, 1952, 1960, 1973. Library of Congress Catalog Card Number 72—90189. Herstellung: Universitätsdruckerei H. Stürtz AG, Würzburg.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften

Vorwort zur siebenten Auflage

Als Gerhart Jander und Hans Spandau 1940 das „Kurze Lehrbuch der anorganischen Chemie“ herausbrachten, war es in erster Linie gedacht „für alle diejenigen, welche, wie Mediziner, Naturwissenschaftler und Techniker, die Chemie als Hilfswissenschaft benötigen“. Erst in zweiter Linie sollte es, besonders durch die „Übersichtskapitel über Stoffklassen und Arbeitsrichtungen“, auch dem „Berufschemiker bei seinen ersten Studiensemestern“ helfen.

In den späteren Auflagen wuchs der Umfang des Buches durch Ergänzungen und Modernisierungen in den allgemeinen Teilen und durch Vermehrung der Übersichtskapitel über Stoffklassen und Arbeitsrichtungen, so daß die Verfasser sich von der 6. Auflage des nunmehr „Kurzen Lehrbuches der anorganischen und allgemeinen Chemie“ „für den Nichtchemiker wie für den Chemiker eine Hilfe für die Einführung in die anorganische Chemie“ erhoffen konnten.

Seitdem ist über ein Jahrzehnt vergangen. In dieser Zeit haben sich die Maßstäbe für das, was man von einem Hauptfachchemiker an Verständnis und Wissen erwartet und das, was ein Nebenfachchemiker benötigt, geändert. Wir fanden, daß es jetzt sehr schwierig ist, *beiden* Studentengruppen mit *einem* Buch gerecht zu werden.

In dieser Situation entschlossen wir uns, mit der 7. Auflage das ursprüngliche Ziel von Gerhart Jander und Hans Spandau wieder anzusteuern, die allgemeine und anorganische Chemie allen, die Chemie als Nebenfach benötigen (Mediziner, Biologen, Lehramtskandidaten, Geowissenschaftler, Physiker, Ingenieure) in möglichst kurzer und gut verständlicher Form nahezubringen.

Das Buch ist völlig umgearbeitet und neu gegliedert worden. Die erste reichliche Hälfte ist der allgemeinen Chemie gewidmet; auf ihre Fragen, die das chemische Verständnis fördern, wird in der gebotenen Breite eingegangen. Die zweite knappe Hälfte dient der Stoffvermittlung. Ganz bewußt wird hierbei auf eine umfängliche Stoffsammlung, die dem chemischen Verständnis nicht dient, verzichtet, stattdessen werden stoffliche Schwerpunkte gebildet, die uns mehr als eine allgemeine Stofffülle geeignet erscheinen, die im ersten Teil behandelte Theorie zu beleben. Die zusammenfassenden methodischen oder stofflichen Kapitel im zweiten Teil der 6. Auflage wurden, soweit für Nebenfachstudenten wichtig, in den Text eingearbeitet. Insgesamt ergibt sich durch die Umgestaltung eine Verminderung des Umfanges.

Für „kritische Bemerkungen und Vorschläge“ zur Verbesserung sind wir, wie unsere Vorgänger, jederzeit dankbar.

Herrn Professor Dr. W. Schulze, Freie Universität Berlin, möchten wir für die Überlassung von Abbildungen seiner Orbitalmodelle herzlich danken, ebenso vielen Mitarbeitern und Kollegen für die kritische Durchsicht einzelner Abschnitte dieser

Neuaufgabe. Für das Schreiben des schwierigen Manuskriptes danken wir Frau Edith Güntzel-Lingner, für das Zeichnen der Abbildungen Fräulein Brigitte Weingärtner und Fräulein Magdalena Winkler.

Stuttgart/Heidelberg/Osnabrück,
im Oktober 1972

Jürgen Fenner, Jochen Jander, Harald Siegers

Inhaltsverzeichnis

1. Das Atom	1
1.1. Geschichtliches	1
1.2. Der Aufbau des Atoms.	2
1.2.1. Der Atomkern	2
1.2.2. Die Elektronenhülle	4
2. Das Periodensystem	15
2.1. Ableitung	15
2.2. Periodische Änderung einiger Eigenschaften der Elemente.	18
2.2.1. Die Ionisierungsenergie	18
2.2.2. Die Elektronegativität	18
2.2.3. Die Elektronenaffinität	20
2.2.4. Atom- und Ionenradien.	22
2.2.5. Weitere, sich periodisch ändernde Eigenschaften der Elemente	24
3. Die chemische Bindung	25
3.1. Die heteropolare Bindung oder Ionenbindung	25
3.1.1. Grundlagen	25
3.1.2. Die Bildung eines Ionengitters.	26
3.2. Die kovalente Bindung oder Atombindung	27
3.2.1. Grundlagen	27
3.2.2. Näherungsverfahren zur quantitativen Berechnung der kovalenten Bindung	29
3.2.3. σ - und π -Bindung	32
3.2.4. Übergänge zwischen Atom- und Ionenbindung; Dipolmoment	34
3.2.5. Mehratomige Moleküle.	35
3.2.6. Hybridisierungen	36
3.2.7. Mehrfachbindungen unter Einschluß von Hybridisierungen	39
3.3. Die metallische Bindung	41
3.3.1. VB-Betrachtung der metallischen Bindung.	41
3.3.2. MO-Betrachtung der metallischen Bindung	41
4. Physikalisch-chemische Untersuchungs- und Meßmethoden	44
4.1. Absorptions- und Emissionsspektroskopie	44
4.1.1. Rotationsschwingungsspektroskopie (Infrarot- und Ramanspektroskopie)	46

4.1.2. Elektronenanregungsspektren im ultravioletten und sichtbaren Bereich, Photometrie	50
4.1.3. Röntgenspektren	51
4.2. Magnetische Messungen	53
4.3. Kernmagnetische Resonanz (NMR)	55
4.4. Elektronen-paramagnetische Resonanz (Elektronenspinresonanz)	57
4.5. Röntgenstrukturanalyse	58
4.6. Massenspektrometrie	61
5. Die Erscheinungsformen der Materie	63
5.1. Die Aggregatzustände	63
5.2. Das Phasengesetz	64
5.3. Gase und Flüssigkeiten.	65
5.3.1. Die Gasgesetze	65
5.3.2. Gasmischungen	67
5.3.3. Der Molenbruch.	68
5.3.4. Flüssigkeiten	69
5.3.5. Dampfdruck und Zustandsdiagramm	69
5.4. Der Feststoff	71
5.4.1. Der kristalline Feststoff.	72
5.4.2. Die hexagonal und die kubisch dichteste Kugelpackung	74
5.4.3. Gittertypen	76
5.4.4. Der amorphe Stoff	77
6. Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen	78
6.1. Thermodynamik.	78
6.1.1. Enthalpie und innere Energie	78
6.1.2. Triebkraft einer Reaktion, Entropie, freie Enthalpie	82
6.1.3. Das chemische Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Löslichkeitsprodukt	85
6.1.4. Anwendungsbeispiele für das Massenwirkungsgesetz und das Löslichkeitsprodukt	88
6.2. Kinetik	89
6.2.1. Reaktionsgeschwindigkeit und Stoßtheorie	90
6.2.2. Reaktionsmechanismus, Molekularität und Reaktionsordnung	91
6.2.3. Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit und der Reaktionsordnung	92
6.2.4. Die Aktivierungsenergie	95
6.2.5. Die Katalyse	98
6.2.6. Kettenreaktionen	99
6.2.7. Photochemische Reaktionen.	100
7. Lösungen	102
7.1. Der Lösungsvorgang.	102
7.1.1. Auflösen von Ionenkristallen	102
7.1.2. Auflösen unpolarer Substanzen	104

7.1.3. Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit	105
7.1.4. Auflösen unter Reaktionen	106
7.2. Konzentrationsbegriffe	106
7.3. Eigenschaften von Lösungen, insbesondere von wäßrigen Lösungen	107
7.3.1. Elektrische Leitfähigkeit	107
7.3.2. Diffusion und Osmose	109
7.3.3. Dampfdruckerniedrigung	110
7.3.4. Nernstscher Verteilungssatz	113
7.3.5. Die Chromatographie	113
7.4. Siede- und Schmelzdiagramme von binären Mischungen	115
7.4.1. Siedediagramme	115
7.4.2. Schmelzdiagramme	117
7.5. Wasserähnliche Lösungsmittel.	119
8. Säuren und Basen	122
8.1. Säure-Base-Theorien	122
8.1.1. Lösungsmittel-Theorie der Säuren und Basen (Solvens-Theorie)	122
8.1.2. Protonen-Theorie der Säuren und Basen	123
8.1.3. Elektronen-Theorie der Säuren und Basen.	125
8.2. Die Eigendissoziation des Wassers; der pH -Wert	126
8.3. Säuren- und Basenstärke	128
8.3.1. Der pK_s - und der pK_b -Wert	128
8.3.2. Zusammenhänge zwischen den pK_s - und pK_b -Werten konjugierter Säuren und Basen	132
8.4. Gleichgewichtsreaktionen zwischen Säuren und Basen	132
8.5. Protolysevorgänge beim Lösen von Salzen schwacher Säuren oder Basen	134
8.6. pH -Abhängigkeit von Säure-Base-Gleichgewichten	134
8.6.1. Pufferungskurven	134
8.6.2. Puffergemische	135
8.7. Beispiele für pH -Berechnungen wäßriger Säure- und Base-Lösungen	138
8.7.1. Lösungen starker Säuren oder Basen	138
8.7.2. Lösungen schwacher Säuren oder Basen	138
8.7.3. Lösungen von Ampholyten	139
8.7.4. Pufferlösungen	141
9. Elektrochemie	142
9.1. Reduktion und Oxydation	142
9.2. Oxydationszahl	143
9.2.1. Definition	143
9.2.2. Beispiele	143
9.3. Redoxgleichungen	144
9.4. Elektrochemische Spannungsreihe und Nernstsche Gleichung	145
9.5. Beispiele für Voraussagen von Redoxvorgängen	149
9.5.1. Reaktion zwischen Cl_2 und Sn^{2+} im Standardzustand	149
9.5.2. Lösen von Metallen in Säuren	149
9.5.3. pH -Abhängigkeit der Oxydations-(Reduktions-)Wirkung bestimmter Redoxpaare	149

9.6. Galvanische Elemente als Stromquellen	150
9.6.1. Die Taschenlampenbatterie	150
9.6.2. Der Bleiakkumulator	150
9.6.3. Brennstoffelemente	151
9.7. Elektrochemische Korrosion	152
9.8. Elektrolysen	152
9.8.1. Grundlagen, Zersetzungsspannung, Überspannung	152
9.8.2. Quantitative Beziehungen bei Elektrolysen	153
9.8.3. Anwendung elektrolytischer Vorgänge	154
9.9. Elektrochemische Analysenverfahren	154
9.9.1. Potentiometrie	154
9.9.2. Polarographie	156
10. Der Wasserstoff	159
10.1. Vorkommen	159
10.2. Darstellung	159
10.3. Eigenschaften	159
10.4. Verwendung	160
10.5. Verbindungen	160
11. Die Edelgase	162
11.1. Vorkommen	162
11.2. Darstellung	162
11.3. Eigenschaften	162
11.4. Verwendung	163
11.5. Verbindungen	163
12. Die Elemente der ersten Hauptgruppe — Die Alkalimetalle	165
12.1. Vorkommen	165
12.2. Darstellung	165
12.3. Eigenschaften	166
12.4. Verwendung	167
12.5. Verbindungen	167
13. Die Elemente der zweiten Hauptgruppe — Die Erdalkalimetalle	171
13.1. Vorkommen	171
13.2. Darstellung	171
13.3. Eigenschaften und Verbindungen	172
13.4. Verwendung	174
14. Die Elemente der dritten Hauptgruppe	177
14.1. Vorkommen	177
14.2. Darstellung	177
14.3. Eigenschaften	178
14.4. Verwendung	179
14.5. Verbindungen	180

15. Die Elemente der vierten Hauptgruppe	185
15.1. Vorkommen	185
15.2. Darstellung	185
15.3. Eigenschaften	187
15.4. Verwendung	190
15.5. Verbindungen	191
15.5.1. Verbindungen des Kohlenstoffs	191
15.5.2. Verbindungen des Siliciums	197
15.5.3. Verbindungen des Zinns und Bleis	202
16. Die Elemente der fünften Hauptgruppe	204
16.1. Vorkommen	204
16.2. Darstellung	204
16.3. Eigenschaften	205
16.4. Verwendung	207
16.5. Verbindungen	208
17. Die Elemente der sechsten Hauptgruppe — Die Chalkogene	225
17.1. Vorkommen	225
17.2. Darstellung	225
17.3. Eigenschaften	227
17.4. Verwendung	230
17.5. Verbindungen	230
18. Die Elemente der siebenten Hauptgruppe — Die Halogene	241
18.1. Vorkommen	241
18.2. Darstellung	241
18.3. Eigenschaften	242
18.4. Verwendung	243
18.5. Verbindungen	244
19. Die Metalle	247
19.1. Vorkommen der Metalle	247
19.2. Darstellung der Metalle	248
19.2.1. Die Gewinnung der Rohmetalle	248
19.2.2. Reinigung der Rohmetalle	250
19.3. Eigenschaften der Metalle	251
19.4. Struktur der Metalle	253
19.5. Intermetallische Phasen	255
19.5.1. Zintl-Phasen	256
19.5.2. Hume-Rothery-Phasen	256
19.5.3. Laves-Phasen	257
20. Die Nebengruppenelemente	259
20.1. Allgemeines	259
20.2. Die Elemente der ersten Nebengruppe	261
20.3. Die Elemente der zweiten Nebengruppe	263

20.4. Die Elemente der dritten Nebengruppe, Lanthaniden und Actiniden . . .	264
20.4.1. Scandium, Yttrium, Lanthan, Actinium.	264
20.4.2. Die Lanthaniden (Seltene Erden).	265
20.4.3. Die Actiniden	266
20.4.4. Die Radioaktivität	267
20.5. Die Elemente der vierten Nebengruppe	272
20.6. Die Elemente der fünften Nebengruppe	274
20.7. Die Elemente der sechsten Nebengruppe.	275
20.8. Die Elemente der siebenten Nebengruppe	276
20.9. Die Elemente der achten Nebengruppe	279
20.9.1. Die Eisengruppe	279
20.9.2. Die Platingruppe	285
21. Komplexverbindungen	287
21.1. Stabilität der Komplexverbindungen	287
21.2. Struktur der Komplexverbindungen	288
21.3. Komplexe mit verschiedenen oder mehrzähligen Liganden.	289
21.4. Die koordinative Bindung	293
21.4.1. Beschreibung der Bindungsverhältnisse in Komplexen nach der VB-Methode	294
21.4.2. Beschreibung der Bindungsverhältnisse in Komplexen nach der Kristallfeld- und Ligandenfeldtheorie	294
21.4.3. Beschreibung der Bindungsverhältnisse in Komplexen nach der MO-Theorie	298
22. Nomenklatur anorganischer Verbindungen.	300
Namen- und Sachverzeichnis	303
Abbildungsnachweis	315