

Rainer Schmidt

Chemiepraktikum für Nebenfachstudenten

Shaker Verlag
Aachen 2006

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Copyright Shaker Verlag 2006

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN-10: 3-8322-5542-7

ISBN-13: 978-3-8322-5542-8

ISSN 0945-070X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407/95 96 - 0 • Telefax: 02407/95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Das vorliegende Buch ist während meiner Zeit an der Universität Gießen entstanden. Zu Beginn dieser Zeit war es so, dass man als Nebenfachstudent sein in den ersten Semestern zu absolvierendes (notorisch ungeliebtes) chemisches Grundpraktikum noch nach dem Motto „Augen zu und durch“ hinter sich brachte. Danach ging man mit seinem Schein zum jeweiligen Prüfungsamt und meldete sich zum Vorphysikum (Zahn- und Veterinärmediziner) oder Vordiplom (Ökotrophologie und Agrarwissenschaften) an. Die Humanmediziner brauchten den Leistungsnachweis nicht sofort, sondern erst, wenn es an die Anmeldung zu deren Vorphysikum ging. Dementsprechend konnte man es sich leisten, sich zunächst auf die näher liegenden Aufgaben des Stundenplanes zu konzentrieren.

Heute ist der Druck auf die Studienanfänger enorm gestiegen. Für Studierende der Fachbereiche Ökotrophologie (oder: „Haushalts- & Ernährungswissenschaften“) und Agrarwissenschaften hat sich das Chemiepraktikum plötzlich in ein Kernmodul verwandelt, das auf einmal mitentscheidend darüber sein kann, den Masterabschluss überhaupt erlangen zu können, oder sich mit dem Bachelorabschluss zufrieden geben zu *müssen*.

Für die Studenten der medizinischen Fachbereiche ist es auch nicht wirklich gemütlicher geworden, bedeutet doch eine mehr oder weniger verlängerte Studiendauer ein erhebliches Mehr an Studiengebühren, das es zu stemmen gilt.

Erfahrungsgemäß sind die in der Schule erworbenen Vorkenntnisse im Fach Chemie im gleichen Zeitraum allerdings auch nicht besser geworden.

Hier soll dieses (ursprünglich aus einem kleinen Script im Bereich „Anorganische Chemie“ hervorgegangene) Buch dem Anfänger mit Problemen im (Neben)Fach Chemie eine Hilfe sein. Daher ist es auch in seiner Themenauswahl begrenzt, ebenso wird bewusst darauf verzichtet, allzu sehr zu theoretisieren. Ziel ist es, auf die Bedürfnisse von Nebenfachstudenten (ebenso Fachhochschüler oder auch Schüler) einzugehen.

Am Ende der einzelnen Kapitel werden zum vorangegangenen Stoff Fragen gestellt, die zum Schluss des Buches ausführlich im Kapitel „Lösungen“ beantwortet werden (was bei „unseren“ Studenten zur Klausurvorbereitungen und zur Vertiefung immer ganz gut angekommen ist).

Für wissenschaftliche Diskussion und Anregung möchte ich mich ganz herzlich bedanken bei Prof. Dr. Bernd Müller, Dr. Michael Serafin, Dr. Vahid Mhosseni und Dr. Jörg Glatthaar. Einen herzlichen Dank fürs Korrekturlesen an Frau Mareile Reiners und hier nochmals einen ganz besonderen Dank an Dr. Michael Serafin, dessen Geduld und Sorgfalt wirklich nur schwer zu übertreffen sind.

Grünberg, November 2006

Rainer Schmidt

Inhaltsverzeichnis

A. Anorganischer Teil.....	1
Chemische Grundgrößen, der Stöchiometriebegriff.....	1
Einleitung.....	1
1. Säuren, Basen, Salze, Puffer.....	11
1.1 Säuren und Basen.....	11
Einleitung.....	11
1.2 Der pH-Wert.....	14
1.3 Die "Autoprotolyse" des Wassers.....	16
1.4 Das "Massenwirkungsgesetz" ("MWG").....	18
1.5 Berechnung des pH-Wertes.....	26
1.5.1 Starke Säuren und Basen.....	26
1.5.2 Schwache Säuren und Basen.....	28
1.5.3 Das "Ostwald-Verdünnungsgesetz".....	30
1.6 pH-Werte von Salzen.....	36
1.6.1 Puffer.....	42
1.7 Säure – Base-Titrations.....	47
Fragen:.....	53
2. Redoxreaktionen.....	55
Einleitung.....	55
2.1 Die Oxidationsstufe.....	58
2.1.2 Bestimmung der Oxidationsstufe.....	59
2.2 Der Oxidations/Reduktionsbegriff.....	61
2.2.1 Das Erstellen einer Redox-Gleichung.....	62
2.3 Die Oxidationsschmelze.....	68
2.4 RedOx-Titrations.....	76
Fragen:.....	79
3. Nachweisreaktionen (Analytik).....	81
Einleitung.....	81
3.1 Das Löslichkeitsprodukt.....	81
3.2 Komplexe.....	91
3.2.1 Stabilität von Komplexen, Komplexbildungskonstante.....	95
3.2.2 Geometrie der Komplexe.....	98
3.2.3 Nomenklatur der Komplexe.....	100
3.3 Nachweisreaktionen.....	104
3.3.1 Anionennachweise.....	104
3.3.2 Kationennachweise.....	114
Kupferkomplexe.....	122
Fragen:.....	127

4. Elektrochemie	129
Einleitung.....	129
4.1 Das "Daniell-Element" (Galvanisches Element)	129
4.2 Die "Elektromotorische Kraft" (EMK).....	134
4.2.1 Die "elektrochemische Konvention", Zellsymbol.....	135
4.3 Die Berechnung der EMK, die "Standardbedingungen"	136
4.3.1 Die "Standardwasserstoffelektrode (SWE)".....	137
4.4 Die Spannungsreihe	142
4.5 Die "Nernstsche-Gleichung"	146
4.5.1 Nernstsche Gleichung und Massenwirkungsgesetz	150
4.6 Konzentrationsketten	151
4.7 Die pH-Abhängigkeit der EMK.....	154
Fragen:	160
B. Organischer Teil.....	163
Die kovalente Bindung	163
Einleitung.....	163
Die kovalente Bindung, Hybridisierungen	165
a) Einfachbindungen	165
b) Doppelbindungen.....	180
c) Dreifachbindungen.....	183
d) Mehrfachbindungen zwischen Kohlenstoff und Heteroatomen.....	184
Fragen:	186
1. Kohlenwasserstoffe und Halogenalkane.....	187
Einleitung.....	187
1.1 Die Alkane	187
1.1.1 Nomenklatur der Alkane	190
a) Unverzweigte Kohlenwasserstoffe	190
b) Verzweigte Kohlenwasserstoffe	192
1.2 Cyclische Kohlenwasserstoffe	195
1.3 Halogenalkane.....	198
2. Kohlenwasserstoffe mit Mehrfachbindungen.....	199
2.1 Die Alkene	200
2.1.1 Nomenklatur der Alkene	200
2.1.2 Die elektrophile Addition	203
2.2 Alkine.....	210
2.2.1 Nomenklatur der Alkine	211
2.3 Konjugierte Systeme; der aromatische Zustand	214
Fragen:	224

3. Alkohole und Amine.....	227
Einleitung.....	227
3.1 Klassifizierung und Nomenklatur der Alkohole.....	228
3.2 Reaktionen der Alkohole.....	231
3.2.1 Oxidation von Alkoholen.....	231
Die Bestimmung der Oxidationsstufe.....	231
3.3 Ether.....	244
3.3.1 Nomenklatur.....	244
3.4 Klassifizierung und Nomenklatur der Amine.....	245
3.5 Nachweis von Aminen; die „Hinsberg-Reaktion“.....	249
Fragen:.....	254
4. Carbonylverbindungen.....	257
Einleitung.....	257
Allgemeine Eigenschaften und Reaktivität der Carbonylgruppe.....	258
4.1 Reaktionen der Aldehyde und Ketone.....	263
4.1.1 Hydratbildung.....	263
4.1.2 Bildung eines Acetals (Halb- und Vollacetale).....	264
4.1.2.1 Cyclische Acetale.....	267
4.1.3 Nachweis von Aldehyden und Ketonen.....	268
4.1.3.1 Tollens- und Fehlingreaktionen.....	269
4.1.4 Die Aldol-Addition.....	270
4.2 Reaktionen mit stickstoffhaltigen Nucleophilen.....	275
4.2.1 Imine.....	275
4.2.2 Hydrazone, Fällung mit 2,4-Dinitrophenylhydrazin.....	277
4.3 Carbonsäuren.....	281
4.3.1 Einleitung, Nomenklatur.....	281
4.3.2 Ester.....	286
4.3.2.1 Esterbildung, Veresterungen.....	287
4.3.2.2 Bestimmung der Doppelbindungsäquivalente, die „Iodzahl“.....	294
4.3.2.3 Intramolekulare Ester, „Lactone“ und „Lactame“.....	296
4.3.2.4 Die Esterspaltung („Verseifung“), die S _N 2 _r -Reaktion, Seifen.....	297
Seifen.....	303
Fragen:.....	305
5. Stereochemie organischer Moleküle.....	309
5.1 Isomeriearten.....	309
5.2 Torsionsisomerie (Rotamere), Newman-Projektion.....	310
5.2.1 cis/trans-, E/Z-Isomerie.....	313
5.3 Stereoisomere, Enantiomere.....	318
5.3 Die Fischer-Projektion.....	322

5.4	Eigenschaften chiraler Moleküle	323
5.5	Die Bestimmung der „absoluten Konfiguration“.....	327
5.6	Verbindungen mit mehreren chiralen Zentren, Diastereomere	332
5.6.1	Meso-Verbindungen	338
Fragen:		341
6.	Nucleophile Substitutionen	347
Einleitung		347
6.1	Die S _N 1-Reaktion	350
6.1.1	Die Reaktionsordnung	356
6.2	Die S _N 2-Reaktion	357
6.3	Die S _N 2 _i -Reaktion	361
6.4	Endotherme/Exotherme Reaktionen	361
6.5	Unterscheidung zwischen S _N 1 und S _N 2-Reaktionen, Stabilität von Carbeniumionen	363
6.5.1	Allyl- und Benzylsysteme	368
6.6	Reaktionsmechanismus und Stereochemie	373
Fragen:		379
7.	Kohlenhydrate	383
Einleitung		383
7.1	Einteilung, Klassifizierung.....	384
7.2	Kohlenhydrate und optische Aktivität; D- und L-Zucker.....	387
7.3	Die Ringform der Kohlenhydrate; Furanosen und Pyranosen.....	392
7.3.1	Die Haworth- und Tollens-Projektion	395
7.4	Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenhydraten.....	405
7.4.1	Die „Mutarotation“	405
7.4.2	Veresterungen	407
7.4.3	Nachweis von Zuckern, die Fehling- und Tollens-Probe.....	407
7.4.4	Oxidation von Zuckern.....	412
7.5	Disaccharide	413
7.5.1	Die „Rohrzucker-Inversion“	420
7.6	Oligo- und Polysaccharide	422
Fragen:		427
8.	Aminosäuren und Proteine	429
Einleitung		429
8.1	Struktur natürlicher Aminosäuren.....	431
8.2	Reaktionen der Aminosäuren.....	435
8.2.1	Säure-Base-Eigenschaften, der „Isoelektrische Punkt“ (IEP).....	435
8.3	Nachweis von Aminosäuren	438
8.4	Polypeptide.....	440
8.5	Strukturen der Peptide.....	442

8.5.1 Die „Faltblattstruktur“ und die „ α -Helix“, Tertiär- und Quartärstruktur	444
8.6 Nachweis von Polypeptiden.....	450
Fragen:	454
Anhang: Lösungen zu den Fragen	457
Stichwortverzeichnis.....	563
Literaturempfehlungen.....	571