

# Kapitelübersicht

1 Atombau und Periodensystem .....	1
2 Chemische Bindung .....	19
3 Zustandsformen der Materie .....	33
4 Materie in Wechselwirkung mit thermischer, elektrischer und Strahlungs- energie .....	49
5 Die chemische Reaktion .....	59
6 Säuren und Basen .....	75
7 Redoxvorgänge .....	101
8 Gleichgewichte in Mehrphasensystemen .....	117
9 Energetik chemischer Reaktionen .....	135
10 Kinetik chemischer Reaktionen .....	151
11 Aufbau und Reaktionstypen organischer Verbindungen .....	165
12 Strukturformeln und Nomenklatur .....	177
13 Aliphaten und Carbocyclen (Kohlenwasserstoffe) .....	187
14 Heterocyclen .....	201
15 Amine .....	205
16 Mercaptane (Thiole)/Thioether/Disulfide/Sulfonsäuren .....	209
17 Alkohole und Ether .....	213
18 Phenole und Chinone .....	219
19 Aldehyde und Ketone .....	223
20 Carbonsäuren .....	231
21 Funktionelle Carbonsäurederivate .....	237
22 Stereoisomerie polyfunktioneller Moleküle .....	245
23 Hydroxy- und Ketocarbonsäuren .....	251
24 Aminosäuren/Peptide/Proteine .....	255
25 Saccharide (Kohlenhydrate) .....	273
26 Organische Verbindungen der Phosphorsäure .....	285
27 Komplexe .....	293
28 Lipide .....	299
 Tabelle der Abkürzungen .....	 303
Kontrollfragen (Original-Physikumsfragen) mit kommentierten Lösungen ...	307
Sachregister .....	339

# Inhalt

## 1 Atombau und Periodensystem

1.1 Allgemeines	1
1.2 Atomkernaufbau und Radioaktivität	2
1.3 Die Elektronenhülle	6
1.3.1 Das Bohrsche Atommodell	7
1.3.2 Das Orbitalmodell	7
1.3.3 Energieinhalt und Besetzung der Orbitale	9
1.4 Das Periodensystem der Elemente (PSE)	12
1.4.1 Aufbau	12
1.4.2 Die Periodizität einiger Eigenschaften	12
1.5 Medizinisch wichtige Elemente	15

## 2 Chemische Bindung

2.1 Allgemeines	19
2.2 Die Atombindung	20
2.2.1 Orbitalüberlappung	20
2.2.2 Die koordinative Bindung	23
2.2.3 Die polare Atombindung	23
2.3 Die ionische (polare, heteropolare) Bindung	24
2.4 Die metallische Bindung	25
2.5 Wasserstoffbrücken	26
2.6 Van-der-Waals-Kräfte	28
2.7 Hydrophobe Wechselwirkung	29
2.8 Bindungsenergien	30
2.9 Bindungstypen in der Biosphäre	30

## 3 Zustandsformen der Materie

3.1 Homogene und heterogene Systeme	33
3.2 Reine Stoffe/Aggregatzustände	34
3.3 Phasenumwandlungen	35
3.4 Lösungen und grobdisperse Systeme	39
3.4.1 Allgemeines	39
3.4.2 Lösungsvorgänge	40

3.4.3 Solvation/Hydratation .....	41
3.4.4 Dampfdruck .....	44
3.5 Biochemische Aspekte .....	46
<b>4 Materie in Wechselwirkung mit thermischer, elektrischer und Strahlungsenergie</b>	
4.1 Energieaufnahme und -abgabe .....	49
4.2 Spektralanalyse .....	50
4.3 Spektren .....	51
4.4 Spektrometrie/Photometrie .....	54
4.5 Biochemische Aspekte und Anwendungen .....	56
<b>5 Die chemische Reaktion</b>	
5.1 Größen und Einheiten .....	59
5.2 Umrechnungen .....	67
5.3 Chemische Reaktionen/Reaktionsgleichungen .....	68
5.4 Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz .....	70
5.5 Berechnungen in der Biochemie .....	72
<b>6 Säuren und Basen</b>	
6.1 Die Begriffe Säure, Base, Protolyse .....	75
6.2 Säure-Base-Reaktionen mit Wasser .....	76
6.3 Autoprotolyse des Wassers/pH- und pOH-Wert .....	79
6.4 Die Stärke von Säuren und Basen .....	83
6.4.1 K- und pK-Werte .....	83
6.4.2 pH-Berechnungen bei Säuren und Basen .....	85
6.4.3 pH-Berechnungen bei Salzlösungen .....	88
6.5 Indikatoren .....	89
6.6 Neutralisation/Säure-Base-Titration .....	90
6.7 Puffersysteme .....	92
6.8 Kohlensäure .....	96
6.9 Phosphorsäure .....	97
6.10 Säuren und Basen in der Biosphäre .....	98
<b>7 Redoxvorgänge</b>	
7.1 Reduktion und Oxidation .....	101
7.1.1 Reduktion .....	101
7.1.2 Oxidation .....	101
7.1.3 Redoxpaare .....	102
7.1.4 Oxidationszahl .....	103
7.1.5 Formulierung von Redoxpaaren .....	104
7.1.6 Kombinationen von Redoxpaaren (Redoxsysteme) .....	105

7.2 Redoxpotentiale.....	106
7.2.1 Konzentrationsabhängigkeit des Redoxpotentials.....	106
7.2.2 Standardpotentiale.....	109
7.2.3 pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen.....	113
7.2.4 Redoxgleichgewichte.....	114
7.3 Biochemische Aspekte.....	115

## 8. Gleichgewichte in Mehrphasensystemen

8.1 Gleichgewichte unter Beteiligung einer festen Phase.....	117
8.1.1 Adsorption an Oberflächen.....	117
8.1.2 Löslichkeit und Löslichkeitsprodukt.....	118
8.2 Gleichgewichte unter Beteiligung einer flüssigen Phase.....	120
8.3 Verteilung von Stoffen zwischen zwei flüssigen Phasen.....	120
8.4 Chromatographie.....	121
8.4.1 Der chromatographische Prozeß.....	121
Eluenten 122, Stationäre Phasen 122, Das Chromatogramm 122	
8.4.2 Chromatographische Methoden.....	124
Säulenchromatographie (SC) 124, Dünnschichtchromatographie (DC) 124, Gelchromatographie 125, Ionenaustauschchromatographie 125, Affinitätschromatographie 127, Gaschromatographie (GC) 127	
8.5 Gleichgewichte bei Mitwirkung von Membranen.....	128
8.5.1 Dialyse.....	128
8.5.2 Osmose.....	128
8.5.3 Donnan-Gleichgewicht und Membranpotential.....	130
8.5.4 Permeabilitätsunterschiede bei Membranen.....	132
8.6 Mehrphasengleichgewichte in der Biosphäre.....	132

## 9 Energetik chemischer Reaktionen

9.1 Energieformen/Systeme/Zustandsänderungen.....	135
9.2 Innere Energie und Enthalpie.....	137
9.3 Freie Enthalpie und Entropie.....	139
9.3.1 Die Größe $\Delta G$ /Gleichgewicht.....	139
Die Gibbs-Helmholtzsche Gleichung 139, Lösungsvorgänge 141, Chemische Reaktionen 142	
9.3.2 Mehrstufige Reaktionen/Kopplung.....	145
9.3.3 Die Größe $\Delta G$ /Redoxpotential/ $pK_s$ -Wert.....	146
9.4 Bioenergetik.....	148

## 10 Kinetik chemischer Reaktionen

10.1 Die Reaktionsgeschwindigkeit.....	151
10.1.1 Definition.....	151

10.1.2 Aktivierungsenergie und Katalyse .....	152
10.1.3 Temperatureinfluß .....	155
10.1.4 Konzentrationseinfluß/Reaktionsordnung .....	156
10.1.5 Sonstige Einflüsse .....	159
10.2 Mehrstufige und gekoppelte Reaktionen .....	159
10.3 Chemisches Gleichgewicht/Massenwirkungsgesetz .....	160
10.4 Biokatalyse .....	162

## **11 Aufbau und Reaktionstypen organischer Verbindungen**

11.1 Bindungsverhältnisse in Kohlenwasserstoffen .....	165
11.2 Reaktionen und reaktive Teilchen .....	171
11.2.1 Reaktionstypen .....	171
Substitution 171, Addition 171, Eliminierung 171, Umlagerung 171, Redoxreaktionen 172	
11.2.2 Bindungslösung und -neuknüpfung .....	173
Radikalische Reaktionen 173, Ionische Reaktionen 173	
11.2.3 Molekularität .....	175
11.3 Biochemische Aspekte .....	175

## **12 Strukturformeln und Nomenklatur**

12.1 Strukturformeln .....	177
12.2 Bezeichnungen organischer Verbindungen (Nomenklatur) .....	178
12.2.1 Trivialnamen .....	178
12.2.2 Systematische Nomenklatur .....	180

## **13 Aliphaten und Carbocyclen (Kohlenwasserstoffe)**

13.1 Struktur/Klassifizierung .....	187
13.2 Isomerie .....	187
13.2.1 Konstitutionsisomere .....	189
13.2.2 Konformere .....	189
13.2.3 Cis- und trans-Isomere bei Alkenen .....	193
13.2.4 Enantiomere (Spiegelbildisomere) .....	193
13.3 Eigenschaften und chemische Reaktionen .....	196
13.3.1 Alkane und Cycloalkane (Paraffine und Cycloparaffine) .....	196
13.3.2 Alkene und Cycloalkene .....	197
13.3.3 Aromatische Kohlenwasserstoffe .....	198
13.4 Kohlenwasserstoffe und Halogenkohlenwasserstoffe in der Biosphäre ..	199

## **14 Heterocyclen**

14.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur .....	201
14.2 Eigenschaften .....	201

14.2.1 Heteroaromaten .....	201
14.2.2 Heterocycloaliphaten .....	202
14.3 Heterocyclen in der Biosphäre.....	203

## 15 Amine

15.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur.....	205
15.2 Eigenschaften .....	206
15.3 Amine in der Biosphäre.....	207

## 16 Mercaptane (Thiole)/Thioether/Disulfide/Sulfonsäuren

16.1 Struktur/Nomenklatur.....	209
16.2 Eigenschaften .....	209
16.3 Biochemische Bedeutung organischer S-Verbindungen .....	210

## 17 Alkohole und Ether

17.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur.....	213
17.2 Physikalische Eigenschaften .....	215
17.3 Chemische Eigenschaften .....	216
17.4 Biochemische Aspekte .....	217

## 18 Phenole und Chinone

18.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur.....	219
18.2 Eigenschaften .....	220
18.3 Biochemische Aspekte .....	221

## 19 Aldehyde und Ketone

19.1 Struktur/Nomenklatur.....	223
19.2 Eigenschaften .....	223
19.2.1 Nucleophile Addition (Allgemeines) .....	223
19.2.2 Reaktionen mit Wasser und Alkoholen .....	225
19.2.3 Reaktionen mit Ammoniak und seinen Derivaten .....	226
19.2.4 Aldoladdition und -kondensation .....	226
19.2.5 Tautomerie .....	227
19.2.6 Redoxreaktionen .....	228
19.3 Biochemische Aspekte .....	229

## 20 Carbonsäuren

20.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur.....	231
20.2 Eigenschaften .....	231
20.2.1 Acidität und Löslichkeit .....	231

20.2.2 Tenside (Detergenzien, oberflächenaktive Stoffe).....	234
20.2.3 Bildung und chemische Eigenschaften .....	235
20.3 Biochemische Aspekte .....	236

## **21 Funktionelle Carbonsäurederivate**

21.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur.....	237
21.2 Chemische Reaktionen .....	237
21.2.1 Reaktionsschema und Übersicht .....	237
21.2.2 Reaktivität/Gleichgewichtslage.....	237
21.3 Glycerin- und Kohlensäurederivate .....	241
21.3.1 Fette und Öle (Glycerinester).....	241
21.3.2 Kohlensäurederivate .....	242
21.4 Funktionelle Carbonsäurederivate in der Biosphäre .....	243

## **22 Stereoisomerie polyfunktioneller Moleküle**

22.1 Begriffe.....	245
22.2 R/S- und D/L-Nomenklatur .....	246
22.3 Moleküle mit mehreren Chiralitätszentren .....	246
22.4 Chiralität in der Biosphäre.....	248

## **23 Hydroxy- und Ketocarbonsäuren**

23.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur.....	251
23.2 Eigenschaften .....	251
23.3 Keto-Enol-Tautomerie .....	251
23.4 Hydroxy- und Ketosäuren im Stoffwechsel .....	254

## **24 Aminosäuren/Peptide/Proteine**

24.1 Aminosäuren .....	255
24.1.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur .....	255
24.1.2 Protolysegleichgewichte/Puffereigenschaften.....	257
24.1.3 Reaktionen der Aminosäuren.....	260
24.2 Peptide und Proteine .....	262
24.2.1 Struktur/Schreibweise/Klassifizierung.....	262
24.2.2 Eigenschaften und Reaktionen .....	267
Ampholytnatur/Puffereigenschaften 267,	
Löslichkeit/Denaturierung 268	
24.3 Funktionen in der Biosphäre .....	269
24.3.1 Aminosäuren.....	269
24.3.2 Peptide .....	269
24.3.3 Proteine .....	270

## 25 Saccharide (Kohlenhydrate)

25.1 Monosaccharide .....	273
25.1.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur .....	273
25.1.2 Stereochemie .....	274
25.1.3 Eigenschaften/Reaktionen .....	278
Löslichkeit und Anomerenbildung 278, Zuckeralkohole und Zucker- säuren 278, N-Glycoside (N-Glycosylderivate) 278, O-Glycoside 279	
25.2 Disaccharide und Oligosaccharide .....	279
25.3 Polysaccharide .....	281
25.3.1 Aufbau/Struktur/Klassifizierung .....	281
Stärke 281, Glycogen 281, Cellulose 281, Dextrane 281, Chitin 281	
25.3.2 Reaktionen .....	282
25.4 Funktionen in der Biosphäre .....	283

## 26 Organische Verbindungen der Phosphorsäure

26.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur .....	285
26.2 Eigenschaften .....	286
26.3 Funktionen in der Biosphäre .....	287

## 27 Komplexe

27.1 Struktur/Klassifizierung/Nomenklatur .....	293
27.2 Komplexbildung und -stabilität .....	295
27.3 Komplexe in der Biosphäre .....	297

## 28 Lipide

28.1 Struktur/Klassifizierung .....	299
28.2 Eigenschaften .....	300
28.3 Funktionen in der Biosphäre .....	301

Tabelle der Abkürzungen .....	303
Kontrollfragen (Original-Physikumsfragen) mit kommentierten Lösungen ...	307
Sachregister .....	339