

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----------|
| A. Grundlagen der allgemeinen Chemie | 3 |
| 1. Einleitung | 3 |
| 2. Zustandsformen der Materie | 4 |
| 2.1 Der Begriff der Phase | 4 |
| 2.2 Aggregatzustände | 6 |
| 2.3 Kristalline Festkörper | 9 |
| 2.4 Ionenkristalle | 10 |
| 2.5 Riesenmoleküle | 11 |
| 2.6 Molekülkristalle | 12 |
| 2.7 Kristalle mit Wasserstoffbrückenbindungen | 13 |
| 2.8 Gase | 14 |
| 2.9 Das Boyle'sche Gesetz | 14 |
| 2.10 Das Gesetz von Charles und Gay-Lussac. Thermodynamische (absolute) Temperaturskala | 16 |
| 2.11 Das Gesetz von Avogadro | 18 |
| 2.12 Ideale und reale Gase | 18 |
| 2.13 Das ideale Gasgesetz | 19 |
| 2.14 Das Dalton'sche Partialdruckgesetz | 21 |
| 2.15 Flüssigkeiten | 22 |
| 2.16 Gläser | 23 |
| 2.17 Gummiartige Stoffe | 23 |
| 3. Atombau | 24 |
| 3.1 Atome | 24 |
| 3.2 Elementarteilchen | 25 |
| 3.3 Kernbau | 27 |
| 3.4 Kernreaktionen und Radioaktivität | 29 |
| 4. Struktur der Elektronenhülle | 37 |
| 4.1 Elektromagnetische Strahlung | 37 |
| 4.2 Das Bohr'sche Atommodell | 39 |
| 4.3 Heisenberg'sche Unschärferelation | 41 |
| 4.4 Der Wellencharakter des Elektrons | 43 |
| 4.5 Das quantenmechanische Bild der Elektronenhülle von Atomen | 44 |
| 4.6 Die Elektronenzustände des Wasserstoffatoms | 49 |
| 4.7 Mehrelektronensysteme und das Aufbauprinzip | 50 |
| 4.8 Das Periodensystem der Elemente | 54 |
| 5. Die chemische Bindung | 56 |
| 5.1 Ionisierungspotential und Elektronenaffinität | 56 |
| 5.2 Die Ionenbindung | 57 |
| 5.3 Die einfache kovalente (homöopolare) Bindung | 58 |
| 5.4 Hybridisierung und Bindungswinkel | 62 |
| 5.5 Mehrfachbindungen | 65 |
| 5.6 Mesomerie und polyzentrische Molekülorbitale | 67 |
| 5.7 Metallische Bindung | 69 |
| 5.8 Semipolare (koordinative) Bindung | 70 |
| 5.9 Polarisierte kovalente Bindung | 71 |
| 5.10 Bindungskräfte zwischen Molekülen | 73 |

| | | |
|------|---|-----|
| 6. | Die chemische Reaktion | 76 |
| 6.1 | Chemische Gleichungen | 76 |
| 6.2 | Relative Atom- und Molekülmasse, Stoffmenge, Konzentration | 77 |
| 6.3 | Konzentrationsangaben | 81 |
| 7. | Die Thermodynamik | 84 |
| 7.1 | Grundbegriffe | 84 |
| 7.2 | Zustandsfunktionen | 85 |
| 7.3 | Innere Energie eines Systems; 1. Hauptsatz der Thermodynamik | 86 |
| 7.4 | Reaktionen bei konstantem Volumen; die Enthalpie | 87 |
| 7.5 | Thermochemische Reaktionsgleichungen | 88 |
| 7.6 | Brennstoffe, Verbrennung und Energiegewinnung | 90 |
| 7.7 | Ein Maß für die Unordnung: Die Entropie und der 2. Hauptsatz | 91 |
| 7.8 | 3. Hauptsatz der Thermodynamik | 94 |
| 7.9 | Freie Enthalpie und das chemische Gleichgewicht | 95 |
| 8. | Löse- und Fällungsgleichgewichte | 104 |
| 8.1 | Allgemeines | 104 |
| 8.2 | Auflösung ohne Dissoziation in Ionen | 104 |
| 8.3 | Auflösung mit Dissoziation in Ionen | 105 |
| 8.4 | Gekoppelte Salz-Lösung und -Fällung | 109 |
| 8.5 | Der Eigenioneneffekt | 110 |
| 9. | Säuren und Basen | 112 |
| 9.1 | Allgemeines | 112 |
| 9.2 | Autoprotolyse des Wassers | 113 |
| 9.3 | Der pH-Wert | 114 |
| 9.4 | Die Stärke von Säuren und Basen | 116 |
| 9.5 | Zusammenhang zwischen Säurekonstante und Basenkonstante bei einem konjugierten (korrespondierenden) Säure-Base-Paar | 117 |
| 9.6 | Die Berechnung von pH-Werten | 120 |
| 9.7 | Protonenübergänge beim Auflösen von Salzen | 127 |
| 9.8 | Protolysegrad und Ostwald'sches Verdünnungsgesetz | 128 |
| 9.9 | Puffersysteme | 130 |
| 9.10 | Säure-Base-Titrationen (Maßanalyse) | 136 |
| 9.11 | Indikatoren | 139 |
| 10. | Oxidation und Reduktion | 140 |
| 10.1 | Allgemeines | 140 |
| 10.2 | Die Oxidationszahl | 141 |
| 10.3 | Stöchiometrisch korrekte Redoxgleichungen | 144 |
| 10.4 | Rationelle Nomenklatur von Sauerstoffsäuren und deren Anionen | 147 |
| 10.5 | Elektrochemische Spannungsreihe | 148 |
| 10.6 | Elektrochemische Reaktionen und chemisches Gleichgewicht | 154 |
| 10.7 | Knallgasexplosion und Atmungskette - eine biologische Betrachtung von Redoxreaktionen | 158 |
| 11. | Komplexreaktionen | 162 |
| 11.1 | Allgemeines | 162 |
| 11.2 | Die Komplexreaktion und das chemische Gleichgewicht | 162 |
| 11.3 | Nomenklatur von Komplexverbindungen | 163 |
| 11.4 | Chelatkomplexe | 164 |
| 11.5 | Eigenschaften komplexierter Metallkationen | 166 |
| 11.6 | Biologische Bedeutung von Komplexverbindungen | 167 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 12. | Heterogene Gleichgewichte | 169 |
| 12.1 | Allgemeines | 169 |
| 12.2 | Löse- und Fällungsreaktionen | 169 |
| 12.3 | Nernst'sches Verteilungsgesetz | 170 |
| 12.4 | Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten (Henry-Dalton'sches Gesetz) | 172 |
| 12.5 | Adsorption | 174 |
| 12.6 | Gleichgewichte in Gegenwart von Membranen | 175 |
| 12.6.1 | Diffusion | 176 |
| 12.6.2 | Osmose | 177 |
| 12.6.3 | Donnan-Beziehung | 179 |
| 12.7 | Dampfdruckerniedrigung | 182 |
| 12.8 | Anwendungen heterogener Gleichgewichte auf Trennverfahren | 184 |
| 12.8.1 | Trennung durch Dampfdruckunterschiede: Destillation und Sublimation | 184 |
| 12.8.2 | Trennung durch Löslichkeitsunterschiede: Kristallisation | 184 |
| 12.8.3 | Trennung durch unterschiedliche Verteilungskoeffizienten: Extraktion | 185 |
| 12.8.4 | Chromatographische Verfahren | 185 |
| 13. | Chemische Kinetik | 186 |
| 13.1 | Reaktionsgeschwindigkeit | 186 |
| 13.2 | Reaktionsordnung | 186 |
| 13.3 | Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit | 192 |
| 13.4 | Das Energieprofil einer chemischen Reaktion | 194 |
| 13.5 | Katalyse | 195 |
| 13.6 | Kinetik einfacher enzymkatalysierter Reaktionen | 197 |
| B. | Spezielle anorganische Chemie | 205 |
| 14. | Einleitung | 205 |
| 15. | Hauptgruppenelemente | 206 |
| 15.1 | Edelgase | 207 |
| 15.2 | Wasserstoff | 207 |
| 15.3 | Halogene | 209 |
| 15.4 | Chalkogene | 212 |
| 15.5 | Stickstoffgruppe | 219 |
| 15.6 | Kohlenstoffgruppe | 224 |
| 15.7 | Borgruppe | 229 |
| 15.8 | Erdalkalimetalle | 230 |
| 15.9 | Alkalimetalle | 233 |
| 16. | Biochemisch und physiologisch wichtige Übergangsmetalle | 236 |
| 16.1 | Eisen | 236 |
| 16.2 | Cobalt | 237 |
| 16.3 | Kupfer | 239 |
| 16.4 | Zink | 240 |
| 16.5 | Molybdän | 240 |
| 16.6 | Metalle in der Medizin | 241 |
| C. | Spezielle organische Chemie | 245 |
| 17. | Allgemeines zur organischen Chemie | 245 |
| 17.1 | Sonderstellung der Chemie des Kohlenstoffs | 245 |
| 17.2 | Funktionelle Gruppen | 246 |
| 17.3 | Chemische Reaktionen in der organischen Chemie | 247 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 18. | Isomerie | 250 |
| 18.1 | Konstitution, Konfiguration und Konformation von Molekülen | 251 |
| 18.2 | Strukturisomerie | 254 |
| 18.3 | Stereoisomerie | 256 |
| 18.4 | Charakterisierung der räumlichen Anordnung von Substituenten an asymmetrischen Kohlenstoffatomen: D,L- und R,S-Nomenklatur | 259 |
| 18.5 | Diastereomerie | 261 |
| 19. | Alkane | 263 |
| 19.1 | Struktur und Nomenklatur | 263 |
| 19.2 | Physikalische Eigenschaften | 267 |
| 19.3 | Chemische Eigenschaften | 268 |
| 20. | Alkene | 270 |
| 20.1 | Struktur und Nomenklatur | 270 |
| 20.2 | Physikalische Eigenschaften | 271 |
| 20.3 | Chemische Eigenschaften | 271 |
| 21. | Alkine | 275 |
| 21.1 | Struktur und Nomenklatur | 275 |
| 21.2 | Physikalische Eigenschaften | 275 |
| 21.3 | Chemische Eigenschaften | 275 |
| 22. | Cycloalkane | 277 |
| 22.1 | Struktur und Nomenklatur | 277 |
| 22.2 | Physikalische Eigenschaften | 278 |
| 22.3 | Chemische Eigenschaften | 278 |
| 23. | Aromatische Kohlenwasserstoffe | 281 |
| 23.1 | Struktur und Nomenklatur | 281 |
| 23.2 | Physikalische Eigenschaften | 283 |
| 23.3 | Chemische Eigenschaften | 283 |
| 23.4 | Kondensierte aromatische Kohlenwasserstoffe | 289 |
| 24. | Halogenierte Kohlenwasserstoffe | 290 |
| 24.1 | Halogenalkane | 290 |
| 24.1.1 | Struktur und Nomenklatur | 290 |
| 24.1.2 | Physikalische Eigenschaften | 291 |
| 24.1.3 | Chemische Eigenschaften | 291 |
| 24.2 | Aromatische Halogenverbindungen | 293 |
| 25. | Alkohole | 295 |
| 25.1 | Struktur und Nomenklatur | 295 |
| 25.2 | Physikalische Eigenschaften | 295 |
| 25.3 | Chemische Eigenschaften | 296 |
| 25.3.1 | Säure- und Base-Reaktionen der Alkohole | 296 |
| 25.3.2 | Nucleophile Substitutionen | 296 |
| 25.3.3 | Eliminierung von Wasser | 298 |
| 25.3.4 | Oxidation von Alkoholen | 298 |
| 25.4 | Einige Vertreter der Alkohole | 299 |
| 26. | Phenole und Chinone | 299 |
| 26.1 | Phenole | 299 |
| 26.2 | Chinone | 303 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 27. | Ether | 304 |
| 27.1 | Struktur und Nomenklatur | 304 |
| 27.2 | Physikalische Eigenschaften | 305 |
| 27.3 | Chemische Eigenschaften | 305 |
| 28. | Carbonylverbindungen (Aldehyde und Ketone) | 306 |
| 28.1 | Struktur und Nomenklatur | 306 |
| 28.2 | Physikalische Eigenschaften | 308 |
| 28.3 | Chemische Eigenschaften | 309 |
| 28.3.1 | Redoxreaktionen | 309 |
| 28.3.2 | Additionsreaktionen | 309 |
| 28.3.3 | Acidität des Wasserstoffs am α -C-Atom | 314 |
| 29. | Carbonsäuren | 319 |
| 29.1 | Struktur und Nomenklatur | 319 |
| 29.2 | Physikalische Eigenschaften | 320 |
| 29.3 | Chemische Eigenschaften | 320 |
| 29.3.1 | Acidität von Carbonsäuren | 320 |
| 29.3.2 | Nucleophile Substitution an der Carboxylgruppe von Carbonsäuren und Carbonsäurederivaten | 321 |
| 29.3.3 | Acidität des Wasserstoffs am α -C-Atom | 327 |
| 29.3.4 | Nomenklatur von multifunktionellen Verbindungen | 329 |
| 29.4 | Ungesättigte Carbonsäuren | 329 |
| 29.5 | Mehrprotonige (mehrbasige) Carbonsäuren | 330 |
| 29.6 | Hydroxy- und Ketocarbonsäuren | 332 |
| 30. | Amine | 335 |
| 30.1 | Struktur und Nomenklatur | 335 |
| 30.2 | Physikalische Eigenschaften | 336 |
| 30.3 | Chemische Eigenschaften | 336 |
| 30.3.1 | Basizität der Amine | 336 |
| 30.3.2 | Reaktionen von Aminen mit salpetriger Säure | 337 |
| 30.4 | Einige wichtige Vertreter | 340 |
| 31. | Kohlensäurederivate | 340 |
| 31.1 | Kohlensäureamide | 340 |
| 31.2 | Ureide | 341 |
| 31.3 | Guanidin | 343 |
| 32. | Organische Schwefelverbindungen | 344 |
| 32.1 | Allgemeines | 344 |
| 32.2 | Einige wichtige Verbindungsklassen | 344 |
| 32.2.1 | Thioalkohole | 344 |
| 32.2.2 | Sulfonsäuren | 346 |
| 32.2.3 | Thioether und Thioester | 346 |
| 33. | Heterocyclische Verbindungen | 347 |
| 33.1 | Allgemeines | 347 |
| 33.2 | Wichtige Vertreter | 347 |
| 33.2.1 | Fünfgliedrige Heterocyclen mit einem Heteroatom | 347 |
| 33.2.2 | Fünfgliedrige Heterocyclen mit zwei Heteroatomen | 349 |
| 33.2.3 | Sechsgliedrige Heterocyclen mit einem oder zwei Stickstoffatomen | 350 |
| 33.2.4 | Mehrkernige Heterocyclen | 350 |

| | |
|--|------------|
| D. Die Chemie spezieller Naturstoffklassen | 355 |
| 34. Kohlenhydrate | 355 |
| 34.1 Struktur und Nomenklatur | 355 |
| 34.2 Monosaccharide | 356 |
| 34.2.1 Chemischer Aufbau | 356 |
| 34.2.2 Verhalten in wässriger Lösung | 358 |
| 34.2.3 Physikalische Eigenschaften | 361 |
| 34.2.4 Chemische Eigenschaften | 361 |
| 34.3 Di- und Oligosaccharide | 365 |
| 34.3.1 Die glycosidische Bindung | 365 |
| 34.3.2 Verknüpfung von Monosacchariden über glycosidische Bindungen | 366 |
| 34.4 Polysaccharide | 367 |
| 35. Nucleinsäuren | 369 |
| 35.1 Allgemeines | 369 |
| 35.3 Das Skelett der Nucleinsäuren | 370 |
| 35.3 Die heterocyclischen Basen der Nucleinsäuren | 372 |
| 35.4 Nucleoside und Nucleotide | 374 |
| 35.5 DNA und RNA | 376 |
| 36. Lipide | 379 |
| 36.1 Klassifizierung der Lipide | 379 |
| 36.2 Fettsäuren | 380 |
| 36.3 Terpene | 382 |
| 36.4 Steroide | 384 |
| 36.5 Triacylglycerine (Triglyceride, Neutralfette) | 389 |
| 36.6 Phospholipide | 390 |
| 36.7 Sphingolipide | 392 |
| 36.8 Oberflächenaktive Substanzen | 393 |
| 37. Aminosäuren, Peptide und Proteine | 395 |
| 37.1 Proteinogene L- α -Aminosäuren | 395 |
| 37.2 Physikalische und chemische Eigenschaften der Aminosäuren | 401 |
| 37.3 Die Peptidbindung | 403 |
| 37.4 Bedeutung der Peptide und Proteine | 404 |
| 37.5 Verschiedene Strukturebenen eines Proteins | 404 |
| 38. Vitamine und Coenzyme | 408 |
| 38.1 Historische Aspekte | 408 |
| 38.2 Einteilung der Vitamine | 408 |
| 38.3 Chemische Strukturen der Vitamine | 409 |
| 38.3.1 Thiamin (Vitamin B ₁) und Thiaminpyrophosphat | 409 |
| 38.3.2 Riboflavin (Vitamin B ₂) und die Flavinnucleotide | 410 |
| 38.3.3 Nicotinsäure (Niacin) und die Pyridinnucleotide | 412 |
| 38.3.4 Pantothensäure und Coenzym A | 412 |
| 38.3.5 Vitamin B ₆ und die Pyridoxin-Coenzyme | 413 |
| 38.3.6 Biotin und Biocytin (Vitamin H) | 415 |
| 38.3.7 Folsäure und Tetrahydrofolsäure | 416 |
| 38.3.8 Cobalamin (Vitamin B ₁₂) | 417 |
| 38.3.9 Liponsäure und Lipolysin | 418 |
| 38.3.10 Ascorbinsäure (Vitamin C) | 419 |
| 38.3.11 Retinol (Vitamin A) | 420 |

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Inhaltsverzeichnis | XIII |
| 38.3.12 Calciferol (Vitamin D) | 422 |
| 38.3.13 Tocopherol (Vitamin E) | 424 |
| 38.3.14 Phyllochinone (Vitamin K) | 424 |
| Weiterführende Literatur | 425 |
| Sachregister | 426 |