

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Hinweise zur Benutzung | 1 |
| 1.1 | Ausrichtung | 1 |
| 1.2 | Lernhilfen und -kontrollen | 4 |
| 2 | Einführung in die Arbeits- und Denkweise | 9 |
| 2.1 | Zielsetzung | 9 |
| 2.2 | Wichtige physikalische und chemische Grundlagen | 10 |
| 2.2.1 | Größen und Einheiten | 10 |
| 2.2.2 | Ausgewählte chemische Grundlagen | 15 |
| 2.3 | Gaseigenschaften und Ideale Gasgleichung | 19 |
| 2.3.1 | Physikochemische Eigenschaften von Gasen | 21 |
| 2.3.2 | Modellsystem vom idealen Gas | 25 |
| 2.3.3 | Mikroskopisches Modell des idealen Gases | 29 |
| 2.4 | Reales Verhalten von Gasen | 31 |
| 2.4.1 | Virialansatz für reale Gase | 32 |
| 2.4.2 | Van-der-Waals-Gleichung | 35 |
| 2.4.3 | Zweiphasengebiet und kritischer Punkt | 36 |
| 2.5 | Lernkontrolle | 42 |
| 2.5.1 | Alles klar? – Verständnisfragen | 43 |
| 2.5.2 | Gekonnt? – Übungsaufgaben | 43 |
| 2.6 | Literatur zum Kapitel | 45 |
| 3 | Basis der Thermodynamik | 47 |
| 3.1 | Zielsetzung | 47 |
| 3.2 | Wärme, Energieerhaltung und der Erste Hauptsatz | 48 |
| 3.2.1 | Grundbegriffe der Thermodynamik | 48 |
| 3.2.2 | Innere Energie und Enthalpie | 52 |
| 3.2.3 | Wärmekapazitäten | 57 |
| 3.2.4 | Volumenarbeit vom idealen Gas und Wärme-Kraft-Maschinen | 61 |
| 3.2.5 | Gaskühlung bei realen Gasen | 69 |
| 3.3 | Umwandlungsenthalpien | 74 |
| 3.3.1 | Phasenumwandlungsenthalpien | 74 |
| 3.3.2 | Reaktionsenthalpien und -energien | 75 |
| 3.3.3 | Berechnung von Reaktionsenthalpien | 80 |
| 3.3.4 | Temperatur- und Druckabhängigkeit, Bezug Innere Energie | 85 |
| 3.4 | Entropie und Gibbs'sche Freie Enthalpie | 89 |
| 3.4.1 | Was bedeuten der Zweite Hauptsatz und die Entropie? | 90 |
| 3.4.2 | Dritter Hauptsatz und Standardentropien | 94 |
| 3.4.3 | Gibbs'sche Freie Enthalpie und Gleichgewicht | 101 |
| 3.4.4 | Bezüge zwischen den Zustandsfunktionen und -variablen | 103 |
| 3.4.5 | Chemisches Potential | 106 |
| 3.5 | Lernkontrolle zur Basis der Thermodynamik | 111 |

| | |
|---|------------|
| 3.5.1 Alles klar? – Verständnisfragen | 111 |
| 3.5.2 Gekonnt? – Übungsaufgaben | 113 |
| 3.6 Literatur zum Kapitel | 115 |
| 4 Anwendungen der chemischen Thermodynamik | 117 |
| 4.1 Zielsetzung | 117 |
| 4.2 Phasendiagramme von reinen Stoffen | 118 |
| 4.2.1 Gibbs'sche Phasenregel | 118 |
| 4.2.2 Exemplarische Phasendiagramme | 119 |
| 4.2.3 Siedepunkte und Dampfdruck von reinen Stoffen | 121 |
| 4.2.4 Weitere Phasengleichgewichte | 124 |
| 4.3 Thermodynamik von Lösungen | 125 |
| 4.3.1 Variablen und Größen der Mischphasenthermodynamik | 125 |
| 4.3.2 Kolligative Eigenschaften verdünnter Lösungen | 128 |
| 4.3.3 Kolligative Eigenschaften in Biologie, Analytik und Technik | 133 |
| 4.3.4 Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten | 134 |
| 4.3.5 Löslichkeit von Salzen | 140 |
| 4.4 Trennverfahren bei flüssigen Mischungen | 141 |
| 4.4.1 Fällungen von Biopolymeren aus Lösungen | 142 |
| 4.4.2 Verteilungsgleichgewichte und Extraktion | 145 |
| 4.4.3 Siedediagramme und Destillation | 147 |
| 4.4.4 Schmelzdiagramme, Eutektika und Kristallisation | 153 |
| 4.4.5 Bindung an Oberflächen über Adsorptionsgleichgewichte | 155 |
| 4.5 Chemische Gleichgewichtskonstanten | 158 |
| 4.5.1 Freie Reaktionsenthalpie und Massenwirkungsgesetz | 158 |
| 4.5.2 Einheiten und Bezugszustände von Gleichgewichtskonstanten | 163 |
| 4.5.3 Verschiebung von chemischen Gleichgewichten | 167 |
| 4.5.4 Weitere Anwendungen zu Gleichgewichtsreaktionen | 171 |
| 4.6 Redoxgleichgewichte | 172 |
| 4.6.1 Elektrochemische Potentiale | 172 |
| 4.6.2 Referenzelektroden | 177 |
| 4.6.3 pH-Messung | 181 |
| 4.6.4 Biochemische Redoxpotentiale | 183 |
| 4.7 Lernkontrolle zu Anwendungen der chemischen Thermodynamik | 186 |
| 4.7.1 Alles klar? – Verständnisfragen | 187 |
| 4.7.2 Gekonnt? – Übungsaufgaben | 187 |
| 4.8 Literatur zum Kapitel | 190 |
| 5 Chemische Reaktionskinetik | 191 |
| 5.1 Zielsetzung | 191 |
| 5.2 Einfache Geschwindigkeitsgesetze | 193 |
| 5.2.1 Grundbegriffe und Definitionen | 193 |
| 5.2.2 Reaktionen erster Ordnung | 195 |
| 5.2.3 Weitere Reaktionsordnungen | 200 |

| | |
|--|------------|
| 5.2.4 Einfluss der Reaktionsordnung | 203 |
| 5.2.5 Experimentelle Bestimmung von Reaktionsordnungen | 206 |
| 5.3 Temperatureinfluss auf Reaktionsgeschwindigkeiten | 208 |
| 5.3.1 Arrhenius-Verhalten | 208 |
| 5.3.2 Energieverteilungen nach Maxwell und Boltzmann | 213 |
| 5.3.3 Katalyse | 215 |
| 5.4 Grundtypen von Reaktionsmechanismen | 216 |
| 5.4.1 Parallelreaktionen | 216 |
| 5.4.2 Gleichgewichtsreaktionen | 218 |
| 5.4.3 Folgereaktionen | 221 |
| 5.4.4 Quasistationäre Übergangszustände | 223 |
| 5.4.5 Kettenreaktionen | 224 |
| 5.5 Lernkontrolle zur Chemischen Reaktionskinetik | 225 |
| 5.5.1 Alles klar? - Verständnisfragen | 226 |
| 5.5.2 Gekonnt? - Übungsaufgaben | 227 |
| 5.6 Literatur zum Kapitel | 230 |
| 6 Biochemische Kinetiken | 231 |
| 6.1 Zielsetzung | 231 |
| 6.2 Enzymreaktionen | 232 |
| 6.2.1 Enzymkinetik nach Michaelis und Menten | 232 |
| 6.2.2 Komplexere Enzymreaktionen | 236 |
| 6.2.3 Einfluss von Temperatur und chemischen Bedingungen | 237 |
| 6.2.4 Reversible Enzyminhibition | 240 |
| 6.3 Diffusionskontrollierte Reaktionen | 244 |
| 6.3.1 Transport durch Diffusion | 246 |
| 6.3.2 Modell der eindimensionalen Diffusion | 247 |
| 6.3.3 Transport in biologischen Systemen | 249 |
| 6.4 Wachstumsprozesse von Einzellern | 249 |
| 6.4.1 Einfache Wachstumsgesetze | 250 |
| 6.4.2 Wachstumsgesetze mit Absterberate | 252 |
| 6.4.3 Substratabhängigkeit des Wachstums | 254 |
| 6.4.4 Wachstum in der Bioprozesstechnik | 256 |
| 6.5 Lernkontrolle | 257 |
| 6.5.1 Alles klar? – Verständnisfragen | 258 |
| 6.5.2 Gekonnt? – Übungsaufgaben | 259 |
| 6.6 Literatur zum Kapitel | 261 |
| 7 Physikalisch-chemische Praktika und Messungen | 263 |
| 7.1 Zielsetzung | 263 |
| 7.2 Versuche in der Physikalischen Chemie | 264 |
| 7.2.1 Versuchsvorbereitung und -durchführung | 265 |
| 7.2.2 Sicherheit im Praktikum | 267 |
| 7.3 Auswertung von Messdaten | 268 |

| | |
|--|------------|
| 7.3.1 Grundlagen der Datenanalyse | 268 |
| 7.3.2 Tabellen, Abbildungen und Gleichungen | 271 |
| 7.3.3 Messunsicherheiten: Statistik und Fehler | 272 |
| 7.4 Lineare Regression in der Datenauswertung | 274 |
| 7.4.1 Mathematische Basis der linearen Regression | 275 |
| 7.4.2 Nutzung der linearen Regression | 277 |
| 7.5 Protokolle in physikalisch-chemischen Praktika | 284 |
| 7.5.1 Form und Gliederung von Protokollen | 285 |
| 7.5.2 Zeitmanagement und Checkliste | 290 |
| 7.6 Lernkontrolle | 293 |
| 7.6.1 Alles klar? – Verständnisfragen | 293 |
| 7.7 Literatur zum Kapitel | 294 |
| A Anhänge | 295 |
| A.1 Physikochemische Konstanten | 295 |
| A.2 Hilfreiches aus der Mathematik | 296 |
| A.3 Thermodynamische Standardwerte | 297 |
| A.4 Glossar und englische Bezeichnungen | 303 |
| A.5 Meilensteine zur Physikalischen Chemie | 308 |
| A.6 Weiterführende Literatur | 311 |
| A.7 Symbolverzeichnis | 313 |
| A.7.1 Schreibweisen | 313 |
| A.7.2 Verwendete Lateinische Buchstabensymbole | 313 |
| A.7.3 Griechische Buchstabensymbole | 315 |
| A.8 Literatur im Anhang | 317 |
| Tabellenverzeichnis | 319 |
| Abbildungsverzeichnis | 321 |
| Index | 323 |

Prinzipien und Anwendungen der Physikalischen Chemie

Schrader, M.

2016, XIV, 327 S. 56 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-41729-0