

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