

Inhaltsverzeichnis

1	Hinweise zur Benutzung	1
1.1	Ausrichtung	1
1.1.1	Zielgruppen und Inhalte	1
1.1.2	Anwendungsbreite	4
1.2	Lernhilfen und -kontrollen	5
1.2.1	Hervorhebungen im Text	5
1.2.2	Generelle Kapitelstruktur	7
2	Einführung in die Arbeits- und Denkweise, Gase	11
2.1	Zielsetzung	11
2.2	Wichtige physikalische und chemische Grundlagen	12
2.2.1	Größen und Einheiten	12
2.2.2	Ausgewählte physikalische und mathematische Grundlagen	17
2.2.3	Ausgewählte chemische Grundlagen	19
2.3	Gaseigenschaften und Ideale Gasgleichung	25
2.3.1	Druck von Gasen	25
2.3.2	Modellsystem ideales Gas	30
2.3.3	Vakuum	35
2.3.4	Mikroskopisches Modell des idealen Gases	35
2.4	Reales Verhalten von Gasen	38
2.4.1	Virialansatz für reale Gase	38
2.4.2	Van-der-Waals-Gleichung	42
2.4.3	Zweiphasengebiet und kritischer Punkt	44
2.5	Lernkontrolle	52
2.5.1	Alles klar? – Verständnisfragen	52
2.5.2	Gekonnt? – Didaktisch bewährte Übungsaufgaben	53
2.5.3	Praktikabel? – Anwendungsgetriebene Fragestellungen	55
2.6	Literatur zum Kapitel	56
3	Basis der Thermodynamik	57
3.1	Zielsetzung	57
3.2	Gedankengebäude der Thermodynamik	58
3.2.1	Historie, gegebene Größen und Motivation	58
3.2.2	Grundbegriffe der Thermodynamik	59
3.2.3	Hintergrund zu neuen Größen und deren Eigenschaften	65
3.3	Wärme, Energieerhaltung und der Erste Hauptsatz	66
3.3.1	Innere Energie und Reversibilität	66
3.3.2	Enthalpie und Wärmekapazitäten	74
3.3.3	Adiabaten, Kreisprozesse und Wirkungsgrad	81
3.3.4	Kühleffekte bei realen Gasen	85
3.4	Umwandlungsenthalpien	90
3.4.1	Phasenumwandlungsenthalpien	91

3.4.2	Reaktionsenthalpien und -energien	94
3.4.3	Berechnung von Reaktionsenthalpien	99
3.4.4	Temperatur- und Druckabhängigkeit, Bezug Innere Energie	106
3.5	Entropie und Gibbs'sche Freie Enthalpie	110
3.5.1	Was bedeuten der Zweite Hauptsatz und die Entropie?	111
3.5.2	Dritter Hauptsatz und Standardentropien	115
3.5.3	Gibbs'sche Freie Enthalpie und Gleichgewicht	123
3.5.4	Bezüge zwischen den Zustandsfunktionen und -variablen	125
3.5.5	Chemisches Potential	128
3.6	Lernkontrolle zur Basis der Thermodynamik	134
3.6.1	Alles klar? – Verständnisfragen	134
3.6.2	Gekonnt? – Didaktisch bewährte Übungsaufgaben	136
3.6.3	Praktikabel? – Anwendungsgetriebene Fragestellungen	138
3.7	Literatur zum Kapitel	139
4	Anwendungen der chemischen Thermodynamik	141
4.1	Zielsetzung	141
4.2	Phasendiagramme von reinen Stoffen	142
4.2.1	Gibbs'sche Phasenregel	142
4.2.2	Verschiedene Phasendiagramme für Reinstoffe	143
4.2.3	Siedepunkte und Dampfdruck von reinen Stoffen	147
4.2.4	Weitere Phasengleichgewichte	152
4.3	Thermodynamik von Lösungen	153
4.3.1	Variablen und Größen der Mischphasenthermodynamik	153
4.3.2	Kolligative Eigenschaften verdünnter Lösungen	156
4.3.3	Kolligative Eigenschaften in Biologie, Analytik und Technik	160
4.3.4	Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten	162
4.3.5	Löslichkeit von Salzen	168
4.4	Trennverfahren bei flüssigen Mischungen	170
4.4.1	Fällungen von Biopolymeren aus Lösungen	170
4.4.2	Verteilungsgleichgewichte und Extraktion	173
4.4.3	Siedediagramme und Destillation	175
4.4.4	Schmelzdiagramme, Eutektika und Kristallisation	181
4.4.5	Bindung an Oberflächen über Adsorptionsgleichgewichte	184
4.5	Chemische Gleichgewichtskonstanten	187
4.5.1	Freie Reaktionsenthalpie und Massenwirkungsgesetz	187
4.5.2	Einheiten und Bezugszustände von Gleichgewichtskonstanten	192
4.5.3	Verschiebung von chemischen Gleichgewichten	196
4.5.4	Weitere Anwendungen zu Gleichgewichtsreaktionen	200
4.6	Lernkontrolle zu Anwendungen der chemischen Thermodynamik	201
4.6.1	Alles klar? – Verständnisfragen	202
4.6.2	Gekonnt? – Übungsaufgaben	203
4.6.3	Praktikabel? – Anwendungsnahe Fragestellungen	205

4.7	Literatur zum Kapitel	207
5	Elektrodenpotentiale und Eigenschaften gelöster Ionen	209
5.1	Zielsetzung	209
5.2	Redoxgleichgewichte und -Elektroden	210
5.2.1	Elektrochemische Potentiale	210
5.2.2	Biochemische Redoxpotentiale	215
5.2.3	Referenzelektroden für Messungen	218
5.2.4	Messung von Potentialen und Aktivitäten	220
5.2.5	pH-Messung	222
5.3	pH-Puffersysteme	225
5.3.1	pH-Skala und pK_a -Werte	225
5.3.2	Regeln für optimale Pufferauswahl	228
5.3.3	Typische Puffer für Biochemie und chemische Analytik	232
5.4	Ionen-Leitfähigkeiten	234
5.4.1	Elektrolyte in wässriger Lösung	234
5.4.2	Konzentrationsmessung über Leitfähigkeit von Lösungen	235
5.4.3	Leitfähigkeit schwacher Elektrolyte	241
5.4.4	Elektrophorese	243
5.5	Lernkontrolle zu Redoxchemie und gelöste Ionen	244
5.5.1	Alles klar? – Verständnisfragen	245
5.6	Literatur zum Kapitel	246
6	Chemische Reaktionskinetik	247
6.1	Zielsetzung	247
6.2	Einfache Geschwindigkeitsgesetze	249
6.2.1	Grundbegriffe und Definitionen	249
6.2.2	Reaktionen erster Ordnung	252
6.2.3	Weitere Reaktionsordnungen	257
6.2.4	Einfluss der Reaktionsordnung	262
6.2.5	Experimentelle Bestimmung von Reaktionsordnungen	265
6.3	Temperatureinfluss auf Reaktionsgeschwindigkeiten	267
6.3.1	Arrhenius-Verhalten	267
6.3.2	Energieverteilungen nach Maxwell und Boltzmann	272
6.3.3	Katalyse	274
6.4	Grundtypen von Reaktionsmechanismen	275
6.4.1	Parallelreaktionen	276
6.4.2	Gleichgewichtsreaktionen	278
6.4.3	Folgereaktionen	281
6.4.4	Quasistationäre Übergangszustände	283
6.4.5	Kettenreaktionen	285
6.5	Lernkontrolle zur Chemischen Reaktionskinetik	286
6.5.1	Alles klar? – Verständnisfragen	286
6.5.2	Gekonnt? – Übungsaufgaben	288

6.5.3	Praktikabel? – Anwendungsnahe Fragestellungen	290
6.6	Literatur zum Kapitel	292
7	Biochemische Kinetiken	293
7.1	Zielsetzung	293
7.2	Bindungsreaktionen	294
7.2.1	Typen von 1:1-Bindungsreaktionen	294
7.2.2	Kinetik von 1:1 Bindungsreaktionen mit Sättigung	296
7.3	Enzymreaktionen	297
7.3.1	Enzymkinetik nach Michaelis und Menten	298
7.3.2	Komplexere Enzymreaktionen	302
7.3.3	Einfluss von Temperatur und chemischen Bedingungen	304
7.3.4	Reversible Enzyminhibition	307
7.4	Diffusionskontrollierte Reaktionen	312
7.4.1	1:1-Bindung unter Diffusionskontrolle	312
7.4.2	Theorie zum Transport durch Diffusion	314
7.4.3	Diffusionskoeffizienten und Einflüsse	315
7.5	Wachstumsprozesse von Einzellern	318
7.5.1	Einfache Wachstumsgesetze	319
7.5.2	Wachstumsgesetze mit Absterberate	321
7.5.3	Substratabhängigkeit des Wachstums	324
7.5.4	Wachstum in der Bioprozesstechnik	326
7.6	Lernkontrolle	327
7.6.1	Alles klar? – Verständnisfragen	328
7.6.2	Gekonnt? – Übungsaufgaben	329
7.7	Literatur zum Kapitel	331
8	Physikalisch-chemische Praktika und Messungen	333
8.1	Zielsetzung	333
8.2	Versuche in der Physikalischen Chemie	334
8.2.1	Versuchsvorbereitung und -durchführung	335
8.2.2	Sicherheit im Praktikum	337
8.3	Auswertung von Messdaten	338
8.3.1	Grundlagen der Datenanalyse	338
8.3.2	Tabellen, Abbildungen und Gleichungen	341
8.3.3	Messunsicherheiten und -abweichungen	342
8.3.4	Wichtige statistische Grundlagen	346
8.4	Lineare Regression in der Datenauswertung	350
8.4.1	Mathematische Basis der linearen Regression	351
8.4.2	Nutzung der linearen Regression	353
8.5	Protokolle in physikalisch-chemischen Praktika	360
8.5.1	Form und Gliederung von Protokollen	361
8.5.2	Zeitmanagement und Checkliste	366
8.6	Lernkontrolle	369

8.6.1 Alles klar? – Verständnisfragen	370
8.7 Literatur zum Kapitel	370
9 Stoffdaten und Hintergrundinformationen	373
9.1 Physikochemische Stoffeigenschaften	373
9.2 Thermodynamische Standardwerte	376
9.2.1 Thermodynamische Standardstoffgrößen	376
9.2.2 Elektrochemische Standardpotentiale	381
9.2.3 pK_a -Werte von Säuren bzw. für Puffer	383
9.3 Meilensteine zur Physikalischen Chemie	385
9.4 Weiterführende Literatur	388
9.5 Literatur zum Kapitel	390
A Anhänge	393
A.1 Physikochemische Einheiten und Konstanten	393
A.2 Hilfreiches aus der Mathematik	397
A.3 Ergebnisse und Ergänzungen zu Übungsaufgaben	398
A.3.1 Hinweise zu Übungen bzw. zur Vorbereitung auf schriftliche Prüfungen .	398
A.3.2 zu Arbeits- und Denkweise sowie Gase	400
A.3.3 zu Basis der Thermodynamik	400
A.3.4 zu Basis der Reaktionskinetik	403
A.3.5 zu Biochemische Kinetiken	405
A.4 Glossar und englische Bezeichnungen	408
A.5 Symbolverzeichnisse	413
A.5.1 Schreibweisen	413
A.5.2 Lateinische Buchstabensymbole	413
A.5.3 Griechische Buchstabensymbole	415
A.6 Literatur im Anhang	418
Tabellenverzeichnis	419
Abbildungsverzeichnis	423
Index	427