

1	Grundlegende Größen der Physik und Stöchiometrie	9
1.1	Physikalische Größen	9
1.1.1	Dichte	9
1.1.2	Druck	10
1.1.3	Elektrische Stromstärke, elektrische Spannung und elektrischer Widerstand	12
1.2	Stöchiometrische Grundbegriffe	13
1.2.1	Grundgesetze der Stöchiometrie	13
1.2.2	Atom- und Molekülmasse	14
1.2.3	Umsatz- und Ausbeuteberechnung	15
1.2.4	Gehaltsangaben von Mischphasen	17
1.3	Aktivität und Fugazität	19
1.3.1	Aktivität	20
1.3.2	Fugazität	21
2	Gase	22
2.1	Ideale Gase	22
2.2	Gasgesetze idealer Gase	22
2.2.1	Isotherme Zustandsänderung	23
2.2.2	Isobare Zustandsänderung	24
2.2.3	Isochore Zustandsänderung	26
2.2.4	Die allgemeine Zustandsgleichung für ideale Gase (1. Form)	27
2.2.5	Das Gesetz von <i>Avogadro</i>	28
2.2.6	Die universelle Zustandsgleichung idealer Gase (allgemeine Zustandsgleichung 2. Form)	28
2.3	Die Bestimmung der molaren Masse	30
2.4	Mischungen idealer Gase	32
2.4.1	Das Gesetz von <i>Dalton</i>	33
2.4.2	Feuchte Gase	35
2.4.3	Mittlere molare Masse einer Gasmischung	37
2.4.4	Thermische Dissoziation	38
2.5	Reale Gase	41
2.5.1	<i>Van-der-waals</i> sche-Zustandsgleichung	43
2.5.2	Anwendung der <i>van-der-Waals</i> -Gleichung	44
2.5.3	Zustandsgebiete	46
2.5.4	Gasverflüssigung durch den <i>Joule-Thomson</i> -Effekt	46
	Übungen zu Kapitel 2	47
3	Das chemische Gleichgewicht	49
3.1	Das Massenwirkungsgesetz	49
3.2	Berechnung von Gleichgewichten	52
3.3	Die Gleichgewichtskonstante K_p für Gasgleichgewichte	56
3.4	Heterogene Gleichgewichte	59
3.5	Die Verschiebung der Gleichgewichtslage	60

3.6	Protolysegleichgewichte	63
3.6.1	Autoprotolyse des Wassers	63
3.6.2	pH- und pOH-Wert starker Säuren und Basen	64
3.6.3	pH- und pOH-Wert schwacher Säuren und Basen	66
3.6.4	pH-Wert von Salzlösungen	72
3.6.5	Pufferlösungen	75
3.6.6	Protolyse mehrprotoniger Säuren	78
3.6.7	Löslichkeitsprodukt	79
	Übungen zu Kapitel 3	83
4	Energie und Molekularbewegung	87
4.1	Energiebegriff und Energieerhaltungssatz	87
4.2	Kinetische Gastheorie oder das molekulare Modell des idealen Gases	88
4.3	Temperatur, kinetische Energie und Wärme	90
4.4	Maxwell/Boltzmann-Verteilung	92
4.5	Wärmelehre, Reaktionswärme, Brennwert und Heizwert	96
	Übungen zu Kapitel 4	104
5	Allgemeine und chemische Thermodynamik	106
5.1	System und Phase	107
5.2	Zustandsgröße und Zustandfunktion	108
5.3	Volumenänderungsarbeit	110
5.4	Reversible und irreversible Prozesse	111
5.5	Nullter Hauptsatz der Thermodynamik	115
5.6	Erster Hauptsatz der Thermodynamik	115
5.6.1	Die innere Energie und die Enthalpie	118
5.6.2	Molare Bildungsenthalpie und molare Bildungsenergie	122
5.6.3	Der Satz von <i>Heß</i> und die Reaktionsenthalpie	123
5.6.4	Phasenumwandlungsenthalpien	127
5.6.5	Isochore und isobare Zustandsänderung des idealen Gases	131
5.6.6	Enthalpieänderung in Lösungen	133
5.6.7	Molekulare Interpretation der Wärmekapazität	137
5.6.8	Temperaturabhängigkeit der Wärmekapazität	142
5.6.9	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsenthalpie	144
5.6.10	Zustandsänderung des idealen Gases im adiabatischen System	146
5.6.11	Polytrope Prozesse	150
5.7	Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik	152
5.7.1	Die Entropie als kalorische Größe	153
5.7.2	Entropie bei Zustandsänderungen von Gasen	158
5.7.3	Entropie und Wahrscheinlichkeit	160
5.7.4	Der <i>Carnot</i> -Kreisprozess und der Wirkungsgrad von Wärmekraftmaschinen	167
5.7.5	Exergie und Anergie	171
5.7.6	Phasenumwandlungsentropien	174
5.7.7	Steckbrief der Entropie	175
5.8	Der dritte Hauptsatz der Thermodynamik	175
5.9	Die Spontanität chemischer Reaktionen	176
5.9.1	Der <i>gibbssche</i> Satz	177

5.9.2	Anwendung des <i>gibbsschen</i> Satzes auf das chemische Gleichgewicht	183
5.9.3	Temperatur- und Druckabhängigkeit der Gleichgewichtskonstante	189
	Übungen zu Kapitel 5	192
6	Reaktionskinetik	198
6.1	Die Reaktionsgeschwindigkeit	198
6.2	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	201
6.3	Zeitabhängigkeit der Konzentration	204
6.3.1	Reaktionen 1. Ordnung	204
6.3.2	Reaktionen 2. Ordnung	208
6.3.3	Reaktionen nullter Ordnung	211
6.4	Reaktionsordnung und Reaktionsmolekularität	212
6.4.1	Elementarreaktionen	213
6.4.2	Elementarreaktionen und ihre Geschwindigkeitsgesetze	214
6.4.3	Der Mechanismus einer Reaktion	216
6.5	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	218
6.6	Katalyse	222
6.6.1	Homogene Katalyse	224
6.6.2	Heterogene Katalyse	225
	Übungen zu Kapitel 6	229
7	Phasengleichgewichte	231
7.1	Der Dampfdruck	231
7.2	Phasendiagramme von Einkomponentensystemen	234
7.3	Phasendiagramme von Mehrkomponentensystemen und Systeme mit Mischungslücken	236
7.4	Phasengleichgewichte flüchtiger Zweikomponentensysteme	239
7.4.1	Dampfdruckdiagramme	239
7.4.2	Isotherme Gleichgewichtskurve	240
7.4.3	Isobares Siedediagramm	241
7.4.4	Destillation	243
7.4.5	Rektifikation	246
7.4.6	Trägerdampfdestillation	248
7.5	Phasengleichgewichte nichtflüchtiger Zweikomponentensysteme	250
7.6	Absorptionsgleichgewicht und <i>henry-dalton</i> sches Gesetz	254
7.7	<i>Nemst</i> scher Verteilungssatz	255
7.8	Adsorptionsgleichgewichte	258
	Übungen zu Kapitel 7	259
8	Lösungen	262
8.1	Kolligative Eigenschaften	262
8.2	Binäre Mischungen mit nur einer flüchtigen Komponente	262
8.2.1	Dampfdruckerniedrigung	262
8.2.2	Siedepunktserhöhung	265
8.2.3	Gefrierpunktserniedrigung	266
8.2.4	Osmose	270
8.2.5	Kolligative Eigenschaften von Elektrolytlösungen	274
	Übungen zu Kapitel 8	276

9	Elektrochemie	277
9.1	Elektrolyte	277
9.2	Elektrolyse	279
9.2.1	Vorgänge bei der Elektrolyse	279
9.2.2	Elektrolyse wässriger Lösungen	280
9.2.3	Quantitative Gesetze der Elektrolyse	282
9.3	Leitfähigkeit	285
9.4	Wanderungsgeschwindigkeit und Ionenbeweglichkeit	288
9.5	Molare Leitfähigkeit	293
9.6	Die Leitfähigkeit starker und schwacher Elektrolyte	295
9.7	Hittorfsche Überführungszahlen	301
9.8	Praktische Anwendungen von Leitfähigkeitsmessungen	304
9.8.1	Bestimmung der Protolysekonstante	304
9.8.2	Bestimmung des Löslichkeitsprodukts	305
9.8.3	Leitfähigkeitstitration (Konduktometrie)	306
9.9	Galvanische Elemente	308
9.9.1	Galvanisches Halbelement und galvanische Kette	308
9.9.2	Das Potential einer Zelle und die Potentialdifferenz	310
9.9.3	Elektrochemische Spannungsreihe	312
9.9.4	Nernstsche Gleichung	316
9.9.5	Elektroden 1. und 2. Art	322
9.9.6	Potentiometrie	325
9.9.7	Elektrolyse und galvanische Polarisierung	326
9.9.8	Technisch wichtige galvanische Elemente	330
9.9.9	Korrosion	334
	Übungen zu Kapitel 9	336
Anhang		340
Tabelle A I:	Molare Bildungsenthalpien, molare freie Bildungsenthalpien und molare Reaktionsentropien	340
Tabelle A II:	Wärmekapazitäten	346
Tabelle A III:	Molare Schmelzenthalpien und molare Verdampfungsenthalpien	348
Tabelle A IV:	Elektrochemische Spannungsreihe mit den Standardpotentialen wichtiger Redoxpaare	349
Tabelle A V:	Leitfähigkeiten bei unendlicher Verdünnung von Kationenäquivalenten und Anionenäquivalenten	350
Tabelle A VI:	Leitfähigkeiten von Äquivalenten ausgewählter Elektrolytlösungen	350
Tabelle A VII:	Leitfähigkeiten und Äquivalentleitfähigkeiten wässriger Lösungen von Verbindungen bei unterschiedlichen Massenanteilen	351
Lösungen zu den Übungsaufgaben		354
Sachwortverzeichnis		395
Formelzeichen		401