

1	Grundlegende Größen der Physik und der 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	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 Gas Mischung	37
2.4.4	Thermische Dissoziation	38
2.5	Reale Gase	41
2.5.1	<i>Van der Waals'sche</i> 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	Die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	218
6.6	Katalyse	222

6.6.1	Homogene Katalyse	224
6.6.2	Heterogene Katalyse	225
6.6.3	Enzyme	229
	Übungen zu Kapitel 6	240
7	Phasengleichgewichte	242
7.1	Der Dampfdruck	242
7.2	Phasendiagramme von Einkomponentensystemen	245
7.3	Phasendiagramme von Mehrkomponentensystemen und Systeme mit Mischungslücken	247
7.4	Phasengleichgewichte flüchtiger Zweikomponentensysteme	250
7.4.1	Dampfdruckdiagramme	250
7.4.2	Isotherme Gleichgewichtskurve	251
7.4.3	Isobares Siedediagramm	252
7.4.4	Destillation	254
7.4.5	Rektifikation	257
7.4.6	Trägerdampfdestillation	259
7.5	Phasengleichgewichte nichtflüchtiger Zweikomponentensysteme	261
7.6	Absorptionsgleichgewicht und <i>henry-dalton</i> sches Gesetz	265
7.7	<i>Nernst</i> scher Verteilungssatz	266
7.8	Adsorptionsgleichgewichte	269
	Übungen zu Kapitel 7	270
8	Lösungen	273
8.1	Kolligative Eigenschaften	273
8.2	Binäre Mischungen mit nur einer flüchtigen Komponente	273
8.2.1	Dampfdruckerniedrigung	273
8.2.2	Siedepunktserhöhung	276
8.2.3	Gefrierpunktserniedrigung	277
8.2.4	Osmose	281
8.2.5	Kolligative Eigenschaften von Elektrolytlösungen	285
	Übungen zu Kapitel 8	287
9	Elektrochemie	288
9.1	Elektrolyte	288
9.2	Elektrolyse	290
9.2.1	Vorgänge bei der Elektrolyse	290
9.2.2	Elektrolyse wässriger Lösungen	291
9.2.3	Quantitative Gesetze der Elektrolyse	293
9.3	Leitfähigkeit	296
9.4	Wanderungsgeschwindigkeit und Ionenbeweglichkeit	299
9.5	Molare Leitfähigkeit	304
9.6	Die Leitfähigkeit starker und schwacher Elektrolyte	306
9.7	<i>Hittorf</i> sche Überführungszahlen	312
9.8	Praktische Anwendungen von Leitfähigkeitsmessungen	315
9.8.1	Bestimmung der Protolysekonstante	315
9.8.2	Bestimmung des Löslichkeitsprodukts	316
9.8.3	Leitfähigkeitstiteration (Konduktometrie)	317
9.9	Galvanische Elemente	319
9.9.1	Galvanisches Halbelement und galvanische Kette	319
9.9.2	Das Potential einer Zelle und die Potentialdifferenz	321
9.9.3	Elektrochemische Spannungsreihe	323
9.9.4	<i>Nernst</i> sche Gleichung	327
9.9.5	Elektroden 1. und 2. Art	333

9.9.6	Potentiometrie	336
9.9.7	Elektrolyse und galvanische Polarisierung	337
9.9.8	Technisch wichtige galvanische Elemente	341
9.9.9	Korrosion	345
9.9.10	Moderne Lithium-Ionen-Batterien	347
	Übungen zu Kapitel 9	352
10	Viskosität	356
10.1	<i>Newton'sche</i> und nicht- <i>newton'sche</i> Flüssigkeiten	357
10.2	Druck- und Temperaturabhängigkeit der Viskosität	359
10.3	Messung der Viskosität (Viskosimetrie)	360
11	Oberflächenspannung	362
11.1	Oberflächenspannung, Binnendruck und Kohäsionsenergiedichte	362
11.2	Druck- und Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung	366
11.3	Oberflächenspannung, Benetzbarkeit und <i>Young</i> -Gleichung	367
11.4	Messung der Oberflächenspannung mit Tensiometern	369
11.4.1	Bügelmethode	369
11.4.2	Ringmethode	370
11.4.3	Messung der Grenzflächenspannung mit dem Kapillareffekt	370
11.4.4	Messung der Grenzflächenspannung mit der Blasenmethode	371
11.4.5	Messung der Grenzflächenspannung mit der Tropfenmethode	373
11.5	Anwendungsbeispiele der Oberflächen- bzw. Grenzflächenspannung	374
	Anhang	378
Tabelle A I:	Molare Bildungsenthalpien, molare <i>Gibbs</i> -Bindungsenergien und molare Reaktionsentropien	378
Tabelle A II:	Wärmekapazitäten	384
Tabelle A III:	Molare Schmelzenthalpien $\Delta H_{m,s}$ und molare Verdampfungsenthalpien $\Delta H_{m,v}$	386
Tabelle A IV:	Elektrochemische Spannungsreihe mit den Standardpotentialen wichtiger Redoxpaare	387
Tabelle A V:	Leitfähigkeiten bei unendlicher Verdünnung von Kationenäquivalenten und Anionenäquivalenten	388
Tabelle A VI:	Leitfähigkeiten von Äquivalenten ausgewählter Elektrolytlösungen	388
Tabelle A VII:	Leitfähigkeiten und Äquivalentleitfähigkeiten wässriger Lösungen von Verbindungen bei unterschiedlichen Massenanteilen	389
	Lösungen zu den Übungsaufgaben	392
	Mathematischer Anhang	433
	Sachwortverzeichnis	438
	Formelzeichen	447
	Griechische Zeichen und ihre Bedeutung	451