

Inhaltsverzeichnis

Vorwort XI

1	Gase 1
1.1	Ideale Gase 1
1.1.1	Das Modell des idealen Gases 1
1.1.2	Die kinetische Deutung von Gastemperatur und Gasdruck 2
1.1.3	Zustandsänderungen idealer Gase 3
1.1.3.1	Isotherme Zustandsänderung 4
1.1.3.2	Isobare Zustandsänderung 9
1.1.3.3	Isochore Zustandsänderung 12
1.1.3.4	Enthalpie und spezifische Wärmekapazitäten bei konstantem Druck und konstantem Volumen 13
1.1.3.5	Adiabatische Zustandsänderung 15
1.1.3.6	Polytrope Zustandsänderung 18
1.1.4	Zustandsgleichung idealer Gase 19
1.1.5	Mischungen idealer Gase 21
1.2	Reale Gase 28
1.2.1	Van-der-Waals-Gleichung 28
1.2.2	Der praktische Verlauf der Isothermen; die Gasverflüssigung 30
1.2.3	Kritische Daten eines realen Gases 31
1.2.4	Zustandsgebiete 32
1.2.5	Gasverflüssigung mit dem Joule-Thomson-Effekt 33
2	Festkörper und Flüssigkeiten 37
2.1	Festkörper 37
2.1.1	Der ideale, kristalline Festkörper 37
2.1.2	Kristallzüchtung 39
2.1.3	Das Verhalten des Festkörpers bei der Erwärmung 40
2.1.4	Der amorphe Festkörper 41
2.2	Flüssigkeiten 42
2.2.1	Oberflächenspannung von Flüssigkeiten 42
2.2.2	Benetzende und nicht benetzende Flüssigkeiten 45

2.2.3	Viskosität	47
2.3	Änderungen des Aggregatzustandes	51
2.3.1	Der Begriff „Phase“	51
2.3.2	Bestimmung der Phasenumwandlungstemperaturen von Reinstoffen	52
2.3.3	Molare Enthalpien bei Phasenumwandlungen	53
2.4	Dampfdruck über Flüssigkeiten und Festkörpern	54
2.4.1	Gleichgewicht zwischen Flüssigkeit und ihrem Dampf	54
2.4.2	Gleichgewicht zwischen Festkörper und seinem Dampf	59
2.4.3	Gleichgewicht zwischen der festen und der flüssigen Phase	60
2.4.4	Zustandsdiagramm des Wassers	61
3	Mischphasen	65
3.1	Homogene und heterogene Stoffverteilungen	65
3.1.1	Lösungen und Gemenge	65
3.1.2	Kolloid-disperse Systeme	66
3.2	Angaben über die Zusammensetzung von Mischphasen	68
3.3	Löslichkeit und Mischbarkeit in flüssiger Phase	71
3.3.1	Gesättigte Lösung	71
3.3.2	Löslichkeit fester Stoffe	72
3.3.3	Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten	73
3.3.4	Mischungen von Flüssigkeiten	75
3.4	Verteilungssatz von Nernst	77
3.5	Chromatographische Trennverfahren	79
3.5.1	Säulenchromatographie	81
3.5.2	Gaschromatographie	83
3.5.3	Ionenaustauschchromatographie	85
3.5.4	Gelchromatographie	87
3.5.5	Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC)	88
3.5.6	Dünnschicht- und Papierchromatographie	88
3.6	Diffusion und Osmose	90
3.7	Dampfdruck- und Siedediagramme binärer Mischungen	96
3.7.1	Binäre Mischungen mit nur einer flüchtigen Komponente	96
3.7.1.1	Dampfdruckerniedrigung	96
3.7.1.2	Siedepunkterhöhung und Gefrierpunkterniedrigung	98
3.7.2	Binäre Mischungen zweier flüchtiger Komponenten	101
3.7.2.1	Ideale, binäre Mischungen	101
3.7.2.2	Reale binäre Mischungen	109
3.8	Schmelzdiagramme binärer Stoffsysteme	115
3.8.1	Schmelzdiagramm des Systems Zinn/Blei	116
3.8.2	Abkühlungskurve und Zustandsdiagramme bei Mischkristallbildung	119
3.8.3	Zustandsdiagramm bei Verbindungsbildung	121

4	Energiebilanz chemischer Reaktionen	127
4.1	Physikalische Grundlagen	127
4.2	Energieumsatz bei chemischen Reaktionen	129
4.2.1	Exotherme und endotherme Reaktionen	129
4.2.2	Reaktionsenergie	130
4.2.3	Reaktionen bei konstantem Volumen und bei konstantem Druck	130
4.2.3.1	Reaktionswärme bei isochor ablaufenden Prozessen	130
4.2.3.2	Reaktionswärme bei isobar ablaufenden Prozessen	132
4.2.3.3	Molare Reaktionsenthalpie unter Standardbedingungen	134
4.2.4	Die Wegunabhängigkeit der Reaktionsenthalpie	136
4.2.5	Molare Bildungs- und Zersetzungsenthalpie	137
4.2.6	Anwendungen des Hess'schen Satzes	139
4.3	Kriterien für den selbstständigen Ablauf chemischer Reaktionen	142
4.3.1	Die These von Thomsen und Berthelot	143
4.3.2	Entropiebegriff	143
4.3.3	Reaktionsentropie	144
4.3.4	Freie Reaktionsenthalpie	146
4.3.5	Freie Reaktionsenthalpie und chemische Affinität	148
4.4	Aktivierungsenergie	149
4.5	Katalysatoren	151
5	Das chemische Gleichgewicht	157
5.1	Einige Grundlagen aus der Reaktionskinetik	157
5.1.1	Die Stoßtheorie	157
5.1.2	Mittlere Reaktionsgeschwindigkeit	158
5.1.3	Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	159
5.1.4	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	163
5.2	Die Behandlung des chemischen Gleichgewichts	164
5.2.1	Der Zustand des chemischen Gleichgewichts	164
5.2.2	Massenwirkungsgesetz	166
5.2.3	Möglichkeiten zur Beeinflussung der Gleichgewichtslage	174
5.2.4	Heterogene Gleichgewichte	178
5.2.5	Berechnung der Gleichgewichtskonstanten $K_p(T)$ aus thermodynamischen Daten	179
6	Elektrolytische Dissoziationsgleichgewichte	183
6.1	Elektrolytlösungen	183
6.1.1	Elektrolyte	183
6.1.2	Vorgänge beim Lösen	184
6.2	Gesetze der elektrolytischen Dissoziation	188
6.2.1	Starke und schwache Elektrolyte	188
6.2.2	Konzentrationsabhängigkeit des Dissoziationsgrades	189
6.2.3	Konzentration und Aktivität	191
6.3	Protolysegleichgewichte	192
6.3.1	Eigendissoziation des Wassers	192

6.3.2	Wässrige Säurelösungen	194
6.3.3	Wässrige Lösungen von Basen	194
6.3.4	Kenngößen von Säure- und Basenlösungen	195
6.3.4.1	Der pH- und pOH-Wert	195
6.3.5	Wässrige Salzlösungen	199
6.3.6	Pufferlösungen	202
6.4	Löslichkeitsprodukt	203
7	Elektrochemische Vorgänge	207
7.1	Umwandlung von elektrischer Energie in chemische Reaktionsarbeit	207
7.1.1	Vorgänge bei der Elektrolyse	208
7.1.2	Quantitative Zusammenhänge	210
7.1.3	Anwendungs- und Rechenbeispiele	212
7.1.4	Stromausbeutefaktor	214
7.1.5	Probleme bei der Elektrolyse wässriger Lösungen	214
7.1.6	Schmelzflusselektrolyse	218
7.2	Umwandlung von chemischer Reaktionsarbeit in elektrische Energie	219
7.2.1	Galvanisches Halbelement und galvanische Kette	221
7.2.2	Ausbildung eines elektrischen Potentials und der Potentialdifferenz	222
7.2.3	Der Begriff des Einzelpotentials	224
7.2.4	Wichtige Halbelemente	229
7.2.4.1	Elektroden 1. Art	230
7.2.4.2	Elektroden 2. Art	231
7.2.5	Die EMK galvanischer Ketten	233
7.2.6	Angewandte Potentiometrie	237
7.2.7	Elektrolyse und galvanische Polarisation	239
7.2.7.1	Galvanische Polarisation und Zersetzungsspannung	239
7.2.7.2	Überspannung	241
7.2.7.3	Konzentrationspolarisation	242
7.2.7.4	Das Prinzip der Polarographie	244
7.2.8	Stromerzeugung auf elektrochemischem Weg	246
7.2.9	Korrosion	252
7.3	Elektrische Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen	253
7.3.1	Elektrischer Widerstand und elektrische Leitfähigkeit	253
7.3.2	Leitfähigkeitsmessungen	254
7.3.3	Konzentrationsabhängigkeit der Leitfähigkeit von Elektrolytlösungen	256
7.3.4	Molare Leitfähigkeit und Äquivalentleitfähigkeit	256
7.3.5	Konzentrationsabhängigkeit der Äquivalentleitfähigkeit	258
7.3.6	Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit	262
7.3.7	Anwendungsmöglichkeiten von Leitfähigkeitsmessungen	262

8	Spektroskopie	269
8.1	Grundlagen	269
8.1.1	Elektromagnetische Strahlung als Energieträger	269
8.1.2	Wechselwirkung von Strahlung mit Materie	271
8.1.2.1	Energieschema	271
8.1.2.2	Strahlungsabsorption	272
8.1.2.3	Strahlungsemission	274
8.2	Emissionsspektroskopie	275
8.2.1	Aufnahme eines Emissionsspektrums	275
8.2.2	Verfahren der Emissionsspektroskopie	276
8.3	Absorptionsspektroskopie	280
8.3.1	Gesetze der Strahlungsabsorption	281
8.3.2	Absorptionsmessungen	283
8.3.3	Konzentrationsbestimmung durch Extinktionsmessungen	285
8.3.4	Absorptionsspektren	286
8.3.4.1	UV/VIS-Spektroskopie	286
8.3.4.2	IR-Spektroskopie	289
8.4	NMR-Spektroskopie	291
8.4.1	Grundlagen	292
8.4.2	NMR-Apparatur	297
8.4.3	Chemische Verschiebung	297
8.5	Massenspektrometrie	298
9	Richtig gelöst ...	303
	Stichwortverzeichnis	309