

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	Eigendiffusionsion des Wassers	192

6.3.2	Wässrige Säurelösungen	194
6.3.3	Wässrige Lösungen von Basen	194
6.3.4	Kenngrößen von Säure- und Baselösungen	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	Strahlungsemision	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