

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 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 Avogadro | 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 Dalton | 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-waalssche-Zustandsgleichung</i> | 43 |
| 2.5.2 | Anwendung der <i>van-der-Waals-Gleichung</i> | 44 |
| 2.5.3 | Zustandsgebiete | 46 |
| 2.5.4 | Gasverflüssigung durch den Joule-Thomson-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 | Protonenübergangsreaktionen (Protolyse) | 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 | Protonierung 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 Zustandsfunktion | 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 Heß 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 Carnot-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 gibbssche 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-daltonsches</i> Gesetz | 254 |
| 7.7 | Nernstscher 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 | Hittorf'sche 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 | <i>Nernstsche Gleichung</i> | 316 |
| 9.9.5 | Elektroden 1. und 2. Art | 322 |
| 9.9.6 | Potentiometrie | 325 |
| 9.9.7 | Elektrolyse und galvanische Polarisation | 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 |