

Inhalt

1. Eigenschaften von Gasen	1	2. Thermodynamik: der Erste Hauptsatz	43
Die Beschreibung der Zustände der Materie	3	Die Erhaltung der Energie	44
1.1 Die Beschreibung von Zuständen	3	2.1 Arbeit und Wärme	45
Druck	3	Wärme und Arbeit als	
Temperatur	7	Molekülbewegung	46
Stoffmenge	8	Die Messung der Arbeit	48
Zustandsgleichungen	11	Die Messung der übertragenen	
1.2 Ideales Gasgesetz	11	Wärmeenergie	51
Gesetz von Boyle: Die Auswirkung		Innere Energie	52
von Druckänderungen	12	2.2 Schreibweise	53
Gesetz von Gay-Lussac:		2.3 Der Erste Hauptsatz	56
Die Auswirkung von		Die Messung von ΔU	56
Temperaturänderungen	14	Wärmekapazität	57
Prinzip von Avogadro:		Enthalpie	59
Die Abhängigkeit von der Stoffmenge	15	2.4 Die Definition der Enthalpie	60
Das ideale Gasgesetz	16	2.5 Die Enthalpie bei	
1.3 Gasmischungen: Partialdrücke	19	physikalischen Vorgängen	62
Die kinetische Gastheorie	22	Phasenumwandlungen	62
1.4 Der Druck eines Gases	23	Atomare und molekulare Vorgänge	66
1.5 Die Geschwindigkeiten von		2.6 Die Enthalpie chemischer	
Gasmolekülen	26	Reaktionen	73
Die Maxwell'sche Geschwindigkeits-		Die Kombination von	
verteilung	27	Reaktionsenthalpien	76
Diffusion und Effusion	30	Standard-Bildungsenthalpien	77
1.6 Molekulare Stöße	31	2.7 Die Änderung der Enthalpie mit	
Reale Gase	33	der Temperatur	81
1.7 Inter-molekulare Wechselwirkungen	33	3. Thermodynamik: der Zweite Hauptsatz	85
1.8 Die kritische Temperatur	35	Entropie	86
1.9 Zustandsgleichungen für reale Gase	36	3.1 Die Richtung spontaner Vorgänge	86
Die Virialgleichung	36	3.2 Entropie und Zweiter Hauptsatz	88
Die van-der-Waals-Gleichung	37	Die Definition der Entropieänderung	89
1.10 Die Verflüssigung von Gasen	40	Die Bestimmung der Entropie	91
		Absolute Entropien und der	
		Dritte Hauptsatz	95

Die Reaktionsentropie	96	Mischungen flüchtiger Flüssigkeiten	157
Die Spontaneität von Reaktionen	97	4.5 Siedediagramme	157
Freie Enthalpie	99	Die Destillation von Mischungen	158
3.3 Die Betrachtung des Systems	99	Azeotrope	158
Eigenschaften der Freien Enthalpie	100	4.6 Nicht mischbare Flüssigkeiten	160
Freie Reaktionsenthalpie	104	4.7 Flüssig/Flüssig-Phasendiagramme	160
Freie Reaktionsenthalpien bei beliebigen Konzentrationen	108	Die Phasentrennung	160
3.4 Die Beziehung zwischen ΔG und ΔG^\ominus	110	Kritische Mischungstemperaturen	163
Definition und Eigenschaften der Gleichgewichtskonstante	110	Die Destillation partiell mischbarer Flüssigkeiten	164
Physikalische Übergänge	113	Mischbarkeit vor dem Sieden	164
Die allgemeine Bedeutung von K	113	Sieden vor der vollständigen Mischbarkeit	164
Die Änderung von ΔG mit der Zusammensetzung	114	4.9 Flüssig/Fest-Phasendiagramme	165
3.5 Die Gleichgewichtsbedingung	116	Eutektika	166
3.6 Die Reaktion von Gleichgewichten auf die Bedingungen	118	Ultrareinheit und kontrollierte Verunreinigungen	167
Der Einfluß der Temperatur	118	5. Das Chemische Gleichgewicht	171
Der Einfluß des Drucks	119	Die Interpretation von Gleichgewichtskonstanten	173
4. Phasengleichgewichte	125	Säuren und Basen	177
Phasendiagramme reiner Substanzen	127	5.1 Die Brønsted-Lowry-Theorie	178
4.1 Phasengrenzlinien	127	Säure-Base-Gleichgewichte in wäßriger Lösung	179
Siedepunkte und kritische Punkte	130	Aciditätskonstanten	181
Schmelzpunkte und Tripelpunkte	130	Die Autoprotolyse-Konstante des Wassers	183
4.2 Phasendiagramme einiger Substanzen	132	Schwache und starke Säuren	184
Wasser	132	Mehrbasische Säuren	188
Kohlendioxid	136	5.2 Schwache und starke Basen	190
Kohlenstoff	136	Das Ausmaß der Protonierung	191
Helium	137	Der pH-Wert einer basischen Lösung	193
Eigenschaften nicht-elektrolytischer Lösungen	138	5.3 Konjugate Säuren und Basen	194
4.3 Die thermodynamische Beschreibung von Mischungen	138	5.4 Wäßrige Salzlösungen	195
Konzentrationsmaße	139	5.5 Säure-Base-Titrationen	197
Partielle molare Größen	141	Die Titrationskurve	198
Die chemischen Potentiale von Gasen	143	Puffer	201
Ideale Lösungen	145	Indikatoren	202
Ideal verdünnte Lösungen	147	Lösungsgleichgewichte	204
4.4 Kolligative Eigenschaften	151	5.6 Das Löslichkeitsprodukt	205
Die Gemeinsamkeiten der kolligativen Eigenschaften	151	5.7 Der Einfluß gleichartiger Ionen auf die Löslichkeit	206
Osmose	154	Gekoppelte Reaktionen	209
		5.8 Biologische Aktivität: Die Thermodynamik der ATP-Hydrolyse	209

Biologische Standardzustände	209	7.3 Integrierte Geschwindigkeitsgesetze	265
Anaerober und aerober Metabolismus	210	Reaktionen erster Ordnung	265
5.9 Die Gewinnung von Metallen aus ihren Oxiden	211	Reaktionen zweiter Ordnung	267
		7.4 Halbwertszeiten	269
		7.5 Die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	271
6. Elektrochemie	217	Die Arrhenius-Parameter	271
Elektrochemische Zellen	217	Der Ursprung der Arrhenius-Parameter: die Stoßtheorie	274
6.1 Halbreaktionen und Elektroden	219	Die Theorie des aktivierten Komplexes	279
Halbreaktionen	221	Die Ermittlung der Geschwindigkeitsgesetze	282
Reaktionen an den Elektroden	225	7.6 Elementarreaktionen	283
Verschiedene Arten von Elektroden	227	7.7 Die Aufstellung von Geschwindigkeitsgesetzen	285
6.2 Verschiedene Arten von Zellen	230	Die Näherung des stationären Zustands	286
Diffusionspotentiale	230	Der geschwindigkeitsbestimmende Schritt	288
Schreibweise	230	Der Michaelis-Menten-Mechanismus der Enzymwirkung	289
Die Zellreaktion	231	Enzym-Inhibition	292
Die Zellspannung	232	7.8 Unimolekulare Reaktionen	295
Die Nernstsche Gleichung	234	Kettenreaktionen	297
Zellen im Gleichgewicht	235	7.9 Das Prinzip der Kettenreaktionen	297
Konzentrationszellen	236	Die Klassifizierung der Reaktionsschritte	297
6.3 Reduktionspotentiale	237	Die Geschwindigkeitsgesetze von Kettenreaktionen	298
Die Standard-EMK, ausgedrückt durch Reduktions-Potentiale	239	7.10 Explosionen	300
Die Abhängigkeit des Potentials vom pH-Wert	241	7.11 Photochemische Reaktionen	302
Die Wasserstoff-Elektrode und der pH-Wert	243	Quantenausbeute	302
Anwendungen von Reduktionspotentialen	244	Geschwindigkeitsgesetze photochemischer Reaktionen	304
6.4 Die elektrochemische Spannungsreihe	244		
6.5 Thermodynamische Daten aus EMK-Messungen	247		
7. Chemische Kinetik	253	8. Der Aufbau der Atome	307
Empirische chemische Kinetik	254	Das Versagen der klassischen Physik	308
7.1 Experimentelle Methoden	254	8.1 Die Strahlung des schwarzen Körpers	308
Beobachtung des Reaktionsverlaufs	254	Die experimentellen Befunde	309
Anwendung der Methoden	256	Der Versuch einer klassischen Erklärung	311
7.2 Die Reaktionsgeschwindigkeiten	257	Die Planck-Verteilung	312
Die Definition der Reaktionsgeschwindigkeit	257	8.2 Wärmekapazitäten	315
Geschwindigkeitsgesetze und Geschwindigkeitskonstanten	259	8.3 Der Welle-Teilchen-Dualismus	316
Die Reaktionsordnung	260	Der photoelektrische Effekt	317
Aufstellung des Geschwindigkeitsgesetzes	262	Elektronenbeugung	318
		8.4 Atom- und Molekülspektren	320

Die Dynamik mikroskopischer Systeme	321	9.5 Bindende und antibindende Orbitale	379
8.5 Die Schrödinger-Gleichung	322	9.6 Der Aufbau zweiatomiger Moleküle	380
Die Bornsche Interpretation	323	Das Wasserstoff- und das Helium-Molekül	381
Die Unschärfe-Relation	325	Zweiatomige Moleküle der zweiten Periode	382
8.6 Anwendungen der Quantenmechanik	328	Symmetrie und Überlappung	386
Translation: das Teilchen im Kasten	328	Die Elektronenstrukturen homo- nuklearer zweiatomiger Moleküle	388
Rotation: das Teilchen auf einer Kreisbahn	331	Parität	391
Der Aufbau der Atome	334	Heteronukleare zweiatomige Moleküle	392
8.7 Experimentelle Grundlagen: die Spektren wasserstoffähnlicher Atome	335	Polare kovalente Bindungen	394
8.8 Interpretation: der Aufbau wasserstoffähnlicher Atome	337	9.7 Die Strukturen mehratomiger Moleküle	395
8.9 Atomorbitale und ihre Energien	337	Die Bänder-Theorie der Festkörper	397
Ionisierungsenergien	339	9.8 Die Entstehung von Bändern	397
Unterschalen und Orbitale	340	9.9 Die Besetzung der Orbitale	398
<i>s</i> -Orbitale	341	9.10 Isolatoren und Halbleiter	400
<i>p</i> -Orbitale	344		
<i>d</i> -Orbitale	345	10. Kohäsion und Struktur	403
8.10 Der Elektronenspin	346	Die Ursachen der Kohäsion	403
8.11 Aufbau, Übergänge und Auswahlregeln	347	10.1 Die Gitterenthalpie	404
Der Aufbau von Mehrelektronen-Atomen	350	Die Bestimmung von Gitterenthalpien	405
8.12 Die Orbital-Näherung	350	Coulombsche Beiträge zur Gitterenthalpie	406
Das Heliumatom	351	10.2 Permanente und induzierte elektrische Dipolmomente	408
Das Pauli-Verbot	351	Polare Moleküle	409
Durchdringung und Abschirmung	352	Die Wechselwirkung zwischen Dipolen	411
Das Aufbauprinzip	354	Induzierte Dipolmomente	412
Die Besetzung der <i>d</i> -Orbitale	356	Dispersionswechselwirkungen	414
Die Konfigurationen von Kationen und Anionen	358	Die Wasserstoff-Brückenbindung	415
8.13 Die Periodizität der atomaren Eigenschaften	358	10.3 Die gesamte Wechselwirkung	416
Atomradius	358	Fluide Phasen	418
Ionisierungsenergie	360	10.4 Reale Gase	418
9. Die chemische Bindung	365	10.5 Die Strukturen von Flüssigkeiten	419
Die Valence-Bond-Theorie	371	Die Paarverteilungsfunktion	420
9.1 Zweiatomige Moleküle	371	Die Berechnung von <i>g</i>	421
9.2 Mehratomige Moleküle	373	10.6 Molekulare Bewegung in Flüssigkeiten	422
Promotion	374	10.7 Flüssigkristalle	424
Hybridisierung	374	10.8 Kolloide	424
Molekülorbitale	377	Oberfläche, Struktur und Stabilität	426
9.3 Das Wasserstoff-Molekülion	377	Mizellenbildung und die hydrophobe Wechselwirkung	427
9.4 Linearkombinationen von Atomorbitalen	378	Die elektrische Doppelschicht	428

Die Kristallstruktur	430	Elektronische Übergänge: Spektren im Sichtbaren und im UV	476
10.9 Elementarzellen	431	11.6 Das Franck-Condon-Prinzip	477
10.10 Die Identifizierung von Kristallebenen	432	11.7 Besondere Arten von Übergängen	478
10.11 Strukturbestimmung	436	11.8 Desaktivierung durch Strahlung	480
Beugung	436	Fluoreszenz und Phosphoreszenz	480
Das Braggsche Gesetz	439	Laser	483
Die Pulvermethode	440	11.9 Photoelektronen-Spektroskopie	484
10.12 Informationen aus der Röntgenanalyse	442	Magnetische Kernresonanz	486
10.13 Packungen identischer Kugeln:		11.10 Das Prinzip der magnetischen Kernresonanz	487
Metallkristalle	443	Die Energien von Kernen in Magnetfeldern	487
Dichteste Packungen	444	Die Meßmethode	488
Weniger dicht gepackte Strukturen	445	11.11 Informationen aus NMR-Spektren	489
10.14 Ionenkristalle	446	Die chemische Verschiebung	489
Natürliche Biopolymere	447	Die Feinstruktur	493
10.15 Die Sekundärstruktur	448		
10.16 Strukturen höherer Ordnung	452	Anhang	
11. Molekülspektroskopie	455	A1 Thermodynamische Daten bei 25 °C (298 K)	499
Allgemeine Aspekte der Spektroskopie	456	A1.1 Anorganische Verbindungen	499
11.1 Experimentelle Methoden	456	A1.2 Organische Verbindungen	505
Die Apparatur	457	A2 Standard-Reduktionspotentiale bei 25 °C (298 K)	507
Die Messung der Intensität	459	A2.1 Potentiale (in elektrochemischer Reihenfolge)	507
11.2 Intensitäten und Linienbreiten	461	A2.2 Potentiale (in alphabetischer Reihenfolge)	509
Schwingungsspektren	464	Weiterführende Literatur	511
11.3 Die Schwingungen von Molekülen	464	Lösungen der Aufgaben	517
Die Energieniveaus der Schwingung	465	Index	521
Die erlaubten Übergänge	466		
Schwingungs-Raman-Spektren zweiatomiger Moleküle	468		
11.4 Die Schwingungen mehratomiger Moleküle	469		
11.5 Schwingungs-Raman-Spektren mehratomiger Moleküle	474		