

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
I. Aggregationen und ihre Zustandsgleichung	3
A. Reine Gase	4
a) Phänomenologische Behandlung	4
§ 1. Boyle-Mariottesches Gesetz. Einfache Anwendungen	4
§ 2. Gesetz von GAY-LUSSAC. Definition der Temperatur	5
§ 3. Molekelbegriff und Gesetz von AVOGADRO	7
§ 4. Das allgemeine ideale Gasgesetz	8
§ 5. Anwendungen des allgemeinen Gasgesetzes. Bestimmung des Molekulargewichtes	9
b) Kinetische Theorie	11
§ 6. Kinetische Ableitung des Gasgesetzes	11
§ 7. Die Maxwell'sche Geschwindigkeitsverteilung	13
§ 8. Transporterscheinungen in Gasen	18
§ 9. Kinetischer Beweis des Avogadro'schen Satzes	25
B. Gasmischungen	25
§ 10. Das verallgemeinerte Gasgesetz	25
§ 11. Dalton'sche Partialdrucke	27
C. Verdünnte Lösungen	28
§ 12. Das Phänomen des osmotischen Druckes	28
§ 13. Kinetische Deutung des osmotischen Druckes	29
§ 14. Barometrische Höhenformel und die Größe des Diffusions- koeffizienten in Gasen	31
§ 15. Schwankungsercheinungen	33
D. Reale Gase und der Übergang zur Flüssigkeit	34
a) Phänomenologische Behandlung	34
§ 16. $p \cdot V$ -Isothermen bei hohem Druck	34
§ 17. Übergang zur van der Waalsschen Zustandsgleichung	35
§ 18. Andere Formen der Zustandsgleichung realer Gase	37
§ 19. Der kritische Punkt	39
§ 20. Messung der kritischen Größen	44
b) Kinetische Theorie	45
§ 21. Deutung der van der Waalsschen Konstanten b	45
§ 22. Die Anziehungskräfte und die van der Waalssche Konstante a	46
§ 23. Kinetische Deutung des Verlaufs der van der Waalsschen Isothermen	48
E. Der kondensierte Zustand der Materie, insbesondere Festkörper	49
a) Phänomenologische Behandlung	49
§ 24. Der ideale Festkörper. Kompressibilität und Ausdehnung	49
§ 25. Das Nullpunktvolumen der Festkörper	51
b) Kinetische Theorie	52
§ 26. Thermische Ausdehnung der Festkörper	52
§ 27. Kompressibilität und Schwingungsfrequenz der Atome bzw. Molekeln der Festkörper	54
§ 28. Der Schmelzprozeß und der Übergang zur Flüssigkeit	56

	Seite
II. Energieinhalt der Materie	58
A. Allgemeines zum Äquivalenzprinzip und ersten Hauptsatz	58
§ 29. Wärmezustand und Wärmemenge	58
§ 30. Reaktionswärmen	60
§ 31. Äquivalenz von Arbeit und Wärme	61
§ 32. Die innere Energie und der erste Hauptsatz der Thermodynamik	63
§ 33. Umrechnungsfaktoren	65
B. Die innere Energie und Enthalpie homogener Systeme als Zustandsfunktionen	65
§ 34. Innere Energie und Molwärme bei konstantem Volumen	65
§ 35. Molwärme bei konstantem Druck	69
§ 36. Die Enthalpie als Funktion von Temperatur und Druck	71
§ 37. Joule-Thomson-Effekt	74
§ 38. Deutung des Verhaltens der Gase beim Joule-Thomson-Effekt	76
C. Die Molwärme	77
§ 39. Direkte Meßmethoden	77
§ 40. Adiabatische Zustandsänderungen und indirekte Meßmethoden der Molwärme	78
§ 41. Ergebnisse, Zahlwerte von Molwärmern	81
D. Absolutwerte der inneren Energie und Enthalpie. Wärmetönungen	83
§ 42. Zusammenhang zwischen Enthalpie bzw. innerer Energie und Wärmetönung bei chemischen Reaktionen	83
§ 43. Atomare Bildungswärme, Heßscher Satz	85
§ 44. Zusammensetzung der atomaren Bildungswärme aus Bindungssinkrementen	88
§ 45. Differenz der Wärmetönungen W_p und W_v bei Gasreaktionen	90
§ 46. Temperaturabhängigkeit der Wärmetönungen	91
§ 47. Lösungs- und Verdünnungswärmen	94
E. Oberflächenenergien	95
§ 48. Oberflächenspannung. Meßmethoden	95
§ 49. Größe und Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung (Eötvössche Regel)	97
§ 50. Thermodynamische Zusammenhänge	98
F. Kinetische Theorie der Molwärme	99
a) Gase	99
§ 51. Molwärme einatomiger idealer Gase	99
§ 52. Molwärme zweiatomiger idealer Gase	100
§ 53. Molwärme mehratomiger Molekeln	102
§ 54. Schwingungsanteil der Molwärme	103
b) Feste Körper	108
§ 55. Schwingungsspektrum und Debyesche Theorie	108
§ 56. Die Grenzfrequenz	110
III. Chemische und thermodynamische Gleichgewichte	113
A. Dampfdruck- und Schmelzgleichgewichte reiner Stoffe vom phänomenologischen Standpunkt	113
§ 57. Allgemeine Gesichtspunkte	113
§ 58. Das einfache Dampfdruckgleichgewicht	114
§ 59. Gleichgewicht zwischen drei Phasen, Tripelpunkte	117
B. Homogene chemische Gleichgewichte	119
§ 60. Das Massenwirkungsgesetz	119
§ 61. Einführung der Ausbeute und des Dissoziationsgrades in das Massenwirkungsgesetz	121

	Seite
§ 62. Einfache Methoden zur Messung des Gleichgewichts . . .	122
§ 63. Temperaturabhängigkeit der Konstanten des M.W.G. Allgemeine Formulierung des M.W.G.	123
§ 64. Anwendungen des allgemeinen M.W.G.	124
§ 65. Kombination mehrerer Gleichgewichte	126
C. Heterogene Gleichgewichte	128
§ 66. Einfache heterogene Gleichgewichte und ihre Kombination	128
§ 67. Messung von Metalldampfdrucken über heterogene Gleichgewichte	129
§ 68. Temperaturabhängigkeit heterogener Reaktionen. Messung von heterogenen Gleichgewichten	130
§ 69. Verteilungsgleichgewichte, Nernstsches Verteilungsgesetz, Henrysches Absorptionsgesetz und Adsorption	131
D. Das Gibbssche Phasengesetz	133
§ 70. Einfache Ableitung des Phasengesetzes	133
§ 71. Anwendungen des Phasengesetzes	135
E. Zweiter Hauptsatz und die Thermodynamik der Gleichgewichte . .	139
§ 72. Reversible und irreversible Reaktionen	139
§ 73. Perpetuum mobile zweiter Art	141
§ 74. Der Carnotsche Kreisprozeß	142
§ 75. Allgemeingültigkeit der Gleichung für den thermischen Nutzeffekt	145
§ 76. Spezielle Formulierung des zweiten Hauptsatzes	147
§ 77. Einfache Anwendungen der Grundgleichungen des zweiten Hauptsatzes	148
§ 78. Eine neue Ableitung des zweiten Hauptsatzes. Die thermodynamische Temperaturskala	150
§ 79. Die Entropie als Zustandsfunktion des zweiten Hauptsatzes	154
§ 80. Einsinnige zeitliche Änderung der Entropie im abgeschlossenen System	156
F. Die eigentlichen chemischen Gleichgewichte und das Nernstsche Theorem	162
§ 81. Reaktionsarbeit bei chemischen Reaktionen. Thermodynamische Ableitung des Massenwirkungsgesetzes	162
§ 82. Quantitative Fassung des Begriffs der chemischen Affinität. Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten des M.W.G.	165
§ 83. Problemstellung des Nernstschen Wärmesatzes. Integration der Gibbs-Helmholtz'schen Gleichungen	167
§ 84. Vollständige Formeln für die Konstante des M.W.G. Definition der chemischen Konstanten	168
§ 85. Einfache Anwendungen und Prüfungen des Nernstschen Wärmesatzes	171
G. Weitere für den zweiten Hauptsatz charakteristischen Funktionen	172
§ 86. Freie Energie und freie Enthalpie	172
§ 87. Plancksche Formulierung des Nernstschen Wärmethorems	175
§ 88. Differentialbeziehungen der thermodynamischen Funktionen des zweiten Hauptsatzes. Zusammenhang mit der Reaktionsarbeit bzw. Affinität	175
§ 89. Ausnahmen vom Nernstschen Wärmethorem	177
H. Die Thermodynamik der Mischungen und Lösungen	181
§ 90. Dampfdruckerniedrigung über Lösungen. Erstes Raoult'sches Gesetz. Definition der Aktivität und des Aktivitätskoeffizienten in flüssigen Mischungen	181

§ 91. Zusammenhang der Aktivitätskoeffizienten der Mischungs- partner. Gibbs-Duhem-Margulesche Gleichung	184
§ 92. Siedepunkterhöhung in Lösungen; zweites Raoult'sches Ge- setz. Molekulargewichtsbestimmungen	187
§ 93. Siedediagramme. Grundlage der Destilliertechnik	188
§ 94. Gefrierpunktniedrigung. Schmelzdiagramme	191
§ 95. Anwendung der thermodynamischen Funktionen auf Misch- systeme	195
I. Die atomistische Behandlung der Gleichgewichte	200
§ 96. Einführung und Definition der Zustandssumme	200
§ 97. Zusammenhang der Zustandssumme mit den thermodynami- schen Funktionen	201
IV. Elektrochemie	204
A. Gleichgewichte in Elektrolytlösungen	204
§ 98. Elektrolytische Dissoziation. Völlige Dissoziation der sog. starken Elektrolyte	204
§ 99. Energetik der elektrolytischen Dissoziation	206
§ 100. Lösungsgleichgewichte. Einfluß von Aktivitätskoeffizienten und osmotischen Koeffizienten	209
§ 101. Hydrolysegleichgewichte	213
§ 102. Amphotere Elektrolyte	216
B. Elektrolytische Leitfähigkeit	218
§ 103. Äquivalentleitfähigkeit; Zusammenhang mit den Beweglich- keiten für Anionen und Kationen	218
§ 104. Ostwaldsches Verdünnungsgesetz und Kohlrauschsches Ge- setz	219
§ 105. Überführungszahlen	222
§ 106. Einfluß organischer Substituenten auf den Dissoziationsgrad organischer Säuren	224
C. Galvanische Ketten	225
§ 107. Konzentrationsketten	225
§ 108. Konzentrationsketten mit und ohne Überführung, Normal- potentiale und Spannungsreihe der Elemente	227
§ 109. Gaselektroden	231
§ 110. Redoxpotentiale. Bleiakкумуляtor	235
§ 111. Praktische Potentialmessungen mit der Chinhydronelektrode und der Kalomelektrode. Elektroden zweiter Art. Amal- gamelektroden	239
§ 112. Diffusionspotentiale, Glaselektrode	241
§ 113. Praktische Ermittlung von Aktivitätskoeffizienten	246
§ 114. Ermittlung des abs. Nullpotentials. Elektrocapillarkurve	247
D. Galvanische Polarisation	249
§ 115. Abscheidungsspannung. Reversible und irreversible Polaris- ation. Überspannung	249
§ 116. Diffusionsströme, Polarographie	251
V. Chemische Kinetik	253
A. Homogenkinetik	253
§ 117. Einfache Gasreaktionen. Jodwasserstoffbildung	253
§ 118. Begriff der Reaktionsordnung	255
§ 119. Diskrepanz zwischen Bruttoumsatz und Reaktionsgeschwin- digkeit. Kettenreaktionen	257
§ 120. Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten	260
§ 121. Geschwindigkeit der HBr-Kettenreaktion im Verhältnis zur HJ-Reaktionskette	265

	Seite
§ 122. Katalytische Einwirkungen	265
§ 123. Säure-Basen-Katalyse	267
§ 124. Ausblick auf die photochemischen Reaktionen	268
B. Heterogene chemische Kinetik	269
§ 125. Reaktionen, bei denen die Diffusion geschwindigkeitsbestimmend ist	269
§ 126. Die Größe elektrolytischer Diffusionskoeffizienten	270
§ 127. Ausblick auf die heterogene Katalyse	271
VI. Struktur der Materie	274
A. Die alte Quantentheorie der Atome	274
§ 128. Aufbau der Atome aus elektrischen Teilchen	274
§ 129. Das Rutherford'sche Atommodell und die Bohrsche Theorie der Elektronenbahnen	276
§ 130. Quantelungsvorschriften der alten Quantentheorie. Adiabatische Vorgänge	282
§ 131. Quantelung von Ellipsenbahnen. Hauptquantenzahlen und Nebenquantenzahlen, Magnetische Quantenzahlen, Zeemaneffekt	286
§ 132. Korrekturen durch die spektroskopische Erfahrung. Azimutale Quantenzahlen, Elektronenspin und gyromagnetische Effekte	291
§ 133. Elektronengrundzustände höherer Atome. Pauli-Verbot. Aufbau des periodischen Systems der Elemente. Angeregte Elektronenzustände	293
§ 134. Nomenklatur, Termsymbole der Spektroskopie	300
§ 135. Auswahlregeln. Natürliche Aufspaltung von optischen Termen und Röntgentermen	305
§ 136. Halbzahlige Quantelung, Schwierigkeiten der alten Quantentheorie	310
B. Übergang zur Wellenmechanik	314
§ 137. Parallelen zwischen Optik und Mechanik. Compton-Effekt und de Broglie-Wellenlänge	314
§ 138. Phasengeschwindigkeit und Gruppengeschwindigkeit von Wellen. Wellenpakete. Heisenbergsche Ungenauigkeitsrelationen	316
§ 139. Übergang von den Maxwell'schen Gleichungen zu den Dirac-Gleichungen. Vereinfachung der Dirac-Gleichungen zur Schrödinger-Gleichung	324
§ 140. Lösung der Schrödinger-Gleichung für den harmonischen Oszillator. Eigenschaften der Lösungen der Schrödinger-Gleichung	330
C. Weitere Anwendungen auf Atomzustände	338
§ 141. Lösung der Schrödinger-Gleichung für das Wasserstoffatom im Grundzustand und dem ersten angeregten Zustand	338
§ 142. Operatoren, insbesondere Drehimpulsoperatoren. Drehimpulse der Elektronenzustände von Atomen. Vertauschungsrelationen	344
§ 143. Operatoren und ihre Matrixdarstellungen	353
D. Näherungsverfahren	360
§ 144. Zweielektronenprobleme. Störungsrechnung und Heliumgrundzustand. Wellenfunktionen mit Spin	360
§ 145. Angeregter Heliumzustand. Singulett-Triplett-System der Heliumterme. Coulomb- und Austauschenergie	367
§ 146. Variationsverfahren. Ionisierungsenergie heliumartiger Atome. Elektronenaffinität	371

	Seite
E. Molekülbildung	376
§ 147. Störungs- und Variationsverfahren zur Ermittlung von Molekülzuständen. H_2^+ -Ion	376
§ 148. Übertragung auf die H_2 -Molekel. Austauschreaktionen	383
§ 149. Verallgemeinerungen. Bindungen von σ - und π -Typus. Hybridisierung und Mesomerie	387
F. Kristallgitter. Aggregate. Dipole	394
§ 150. Zwischenmolekulare Kraftwirkungen. Van der Waalsche Kristallgitter und Ionengitter. Bestimmung von Koordinationszahlen	394
§ 151. Metalle. Freie Elektronen in Metallen. Valenzgitter	404
§ 152. Dipolmolekeln. Induzierte und permanente Dipole	409
§ 153. Langevinsche Formel. Orientierungseffekte und Strukturformeln organischer Molekeln	412
G. Ausblick auf den Kernbau und die Kernchemie	416
§ 154. Atomkerne	416
Anhang: Tabellen	422
Sachverzeichnis	424