

## Inhaltsverzeichnis.

\* Diese Abschnitte sind schwieriger und stellen größere mathematische Anforderungen.

\*\* In diesen Abschnitten ist der Gang der Überlegungen nur kurz skizziert, Zwischenrechnungen sind eingespart.

### G. Elementare Atomtheorie.

Die Bausteine der Materie und ihre Eigenschaften . . . . .	806
§ 1. Nebelspuren in der Wilsonkammer . . . . .	807
§ 2. Die Ladung des Elektrons . . . . .	808
§ 3. Elektrische und magnetische Ablenkung von Elektronenstrahlen . . .	810
§ 4. Ablenkung von Ionenstrahlen. Massenspektroskopie, Atommassen . . .	815
§ 5. Dimensionen von Atomen und Atomkernen. Streuung von $\alpha$ -Teilchen	817
II. Die einfachsten empirischen Gesetzmäßigkeiten der Linien-	
spektren und ihre Deutung . . . . .	821
§ 1. Das Spektrum des Wasserstoffs und die ihm ähnlichen Spektren . . .	822
Das Spektrum des Wasserstoffatoms . . . . .	822
Das Spektrum des ionisierten Heliums . . . . .	823
§ 2. Die Spektren der Alkalien . . . . .	824
§ 3. Funkenspektren . . . . .	826
§ 4. Röntgenspektren . . . . .	827
§ 5. Die Bohrsche Frequenzbedingung und die Franck-Hertzschen Versuche	828
III. Das Modell des Wasserstoffs und des Leuchtelektrons . . . . .	830
§ 1. Die klassische Berechnung von Atommodellen und ihre Schwierigkeiten	830
§ 2. Die Beugung von Materiestrahlen und die Gleichung der Materiewellen	832
§ 3. Die Wellengleichung eines Teilchens im Kraftfeld . . . . .	834
§ 4. Die Terme des Wasserstoffatoms . . . . .	838
§ 5. Die Eigenfunktionen des Wasserstoffs . . . . .	844
Die Kugelfunktionen . . . . .	844
Die radialen Eigenfunktionen . . . . .	847
Die normierten Eigenfunktionen des Wasserstoffs . . . . .	848
§ 6. Quantensymbole des Elektrons . . . . .	850
§ 7. Die Gestalt des Elektrons in den Quantenzuständen . . . . .	851
§ 8. Die sogenannte Mitbewegung des Kerns . . . . .	855
§ 9. Das Modell des Alkaliatoms . . . . .	857
IV. Struktur und Eigenschaften der Atome . . . . .	861
§ 1. Das periodische System der Elemente . . . . .	861
Die Ionisierungsarbeit der Elemente . . . . .	861
Die großen Perioden . . . . .	864
Die Paulische Regel . . . . .	865
Die chemischen Eigenschaften der Elemente . . . . .	868
§ 2. Mehrfache Termsysteme bei Helium und bei den Erdalkalien . . . . .	869
Ortho- und Parahelium . . . . .	869
Entartung durch mehrere Elektronen . . . . .	870
Symmetrische und antisymmetrische Zustände . . . . .	872
§ 3. Termsysteme bei Atomen mit mehreren Elektronen . . . . .	875

§ 4.	Teilchenstrom, Drehimpuls und magnetisches Moment der Atome . . .	876
	Stromverteilung bei $s$ - und $p$ -Elektronen . . . . .	878
	Moment und Drehimpuls bei beliebiger Nebenquantenzahl . . . . .	882
§ 5.	Der normale Zeemaneffekt . . . . .	885
§ 6.	Der Elektronenspin . . . . .	885
	Der Stern-Gerlach-Versuch und das Eigenmoment des Elektrons . . .	886
	Die Spineigenfunktionen und das Pauliprinzip . . . . .	887
	Das Vektorgerüst der Atome . . . . .	887
	Feinstruktur. Multipletts . . . . .	889
§ 7.	Der anormale Zeemaneffekt . . . . .	891
§ 8.	Paschen-Back-Effekt . . . . .	893
§ 9.	Die optischen Terme des Elemente . . . . .	895
§ 10.	Empirische Auswahlregeln für Feinstruktur und magnetische Effekte .	897
§ 11.	Röntgenterme . . . . .	898
V.	Intensität und Polarisierung der Spektrallinien . . . . .	899
§ 1.	Ableitung von Auswahlregeln . . . . .	901
	Auswahl- und Polarisationsregeln für die magnetischen Quantenzahlen	901
	Auswahlregeln für die Nebenquantenzahl . . . . .	903
§ 2.	Die Berechnung der Matrixelemente, Intensitäten und Übergangswahrscheinlichkeiten . . . . .	908
§ 3.	Auswahlregeln für die Spinquantenzahlen . . . . .	913
§ 4.	Auswahlregeln für gerade und ungerade Terme . . . . .	914

## H. Quantentheorie.

I.	Die wellenmechanische Formulierung der Quantentheorie . . .	916
§ 1.	Die Wellengleichung eines Elektrons und ihre Interpretation . . . .	916
§ 2.	Die Operatorform der Wellengleichung. Elektron im Magnetfeld . . .	919
§ 3.	Operatordarstellung der Teilcheneigenschaften . . . . .	921
§ 4.	Systeme mehrerer Teilchen . . . . .	927
§ 5.	Stationäre Zustände . . . . .	930
§ 6.	Eigenwerte und Eigenfunktionen . . . . .	932
§ 7.	Die Orthogonalität der Eigenfunktionen . . . . .	934
§ 8.	Entartung . . . . .	935
*§ 9.	Normierung und Orthogonalität im kontinuierlichen Spektrum . . . .	939
§ 10.	Vollständigkeit des Systems der Eigenfunktionen. Entwicklungssatz .	941
§ 11.	Nichtstationäre Zustände . . . . .	943
*§ 12.	Generalisierte Koordinaten . . . . .	945
II.	Die Matrixdarstellung der Quantentheorie. . . . .	947
§ 1.	Die Matrixdarstellung der Teilcheneigenschaften . . . . .	947
§ 2.	Die Energiematrix . . . . .	949
§ 3.	Die zeitliche Änderung einer Eigenschaft . . . . .	949
§ 4.	Ableitung nach Koordinaten und Impulsen . . . . .	950
§ 5.	Die Koordinaten und Impulsmatrizen . . . . .	951
§ 6.	Der harmonische Oszillator . . . . .	954
§ 7.	Die Lösung des quantentheoretischen Problems durch eine unitäre Transformation . . . . .	958
§ 8.	Die Störungsrechnung für nichtentartete Systeme . . . . .	961
	Die nullte Näherung . . . . .	962
	Die erste Näherung . . . . .	962
	Die zweite Näherung . . . . .	963
§ 9.	Störungsrechnung entarteter Systeme . . . . .	964
	Die Entartung der $S$ -, $P$ -, $D$ - usw. Terme . . . . .	964
	Transformation entarteter Matrizen durch eine unitäre Stufenmatrix .	966
	Das Störungsschema . . . . .	967
	Unvollständige Aufhebung der Entartung. Zweite Näherung . . . . .	968

*§ 10.	Der Starkeffekt . . . . .	970
	Der quadratische Starkeffekt an Singulett termen . . . . .	971
	Aufspaltung der <i>P</i> - und <i>D</i> -Terme . . . . .	972
	Polarisierbarkeit . . . . .	975
	Der lineare Starkeffekt bei Wasserstoff . . . . .	976
	Der Übergang vom quadratischen in den linearen Starkeffekt . . . . .	978
	Die Polarisierbarkeit im linearen Effekt . . . . .	980
§ 11.	Magnetische Effekte . . . . .	981
	Der normale Zeemaneffekt . . . . .	981
	*Diamagnetismus . . . . .	982
III.	Die statistische Deutung der Quantentheorie . . . . .	983
§ 1.	Meßbare Größen und Eigenwerte . . . . .	985
§ 2.	Der Erwartungswert einer Eigenschaft . . . . .	988
§ 3.	Hilbertscher Raum, Eigenschaftstensenoren. Wahrscheinlichkeitsvektor . . . . .	991
§ 4.	Gleichzeitige Messung mehrerer Eigenschaften . . . . .	994
*§ 5.	Der Drehimpuls . . . . .	995
§ 6.	Zusammensetzung von Drehimpulsen . . . . .	1000
§ 7.	Die Grenzen der Matrixdarstellung und ihrer statistischen Deutung . . . . .	1002
IV.	Quantentheorie zeitabhängiger Systeme . . . . .	1003
§ 1.	Die transformierte Wellengleichung . . . . .	1004
§ 2.	Näherungsverfahren zur Lösung der transformierten Wellengleichung . . . . .	1007
§ 3.	Quantenübergänge unter dem Einfluß einer Störung . . . . .	1010
§ 4.	Periodische Störungen. Dispersion . . . . .	1012
*§ 5.	Anregung durch Strahlung . . . . .	1019
*§ 6.	Der Photoeffekt . . . . .	1022
**§ 7.	Strahlungslose Übergänge. Augereffekt. Prädissoziation . . . . .	1025
*§ 8.	Die halbklassische Theorie der spontanen Lichtemission . . . . .	1028
*§ 9.	Der Comptoneffekt . . . . .	1034
V.	Translatorische Bewegungen . . . . .	1037
§ 1.	Die einfachsten Fälle der reinen Translation und ihre experimentelle Realisierung . . . . .	1038
	Ebene Wellen . . . . .	1038
	De-Broglie-Wellenlänge. Elektronenbeugung . . . . .	1039
§ 2.	Allgemeine Lösung der kräftefreien Wellengleichung . . . . .	1040
	Wellenpakete . . . . .	1041
§ 3.	Die Heisenbergsche Unschärferelation . . . . .	1045
*§ 4.	Wellenpakete in drei Dimensionen . . . . .	1047
§ 5.	Reflexion ebener Elektronenwellen an Potentialwellen . . . . .	1050
§ 6.	Reflexion und Brechung bei schieferm Einfall der Elektronen auf die Grenzfläche . . . . .	1055
§ 7.	Durchdringung eines Potentialbergs. Tunneleffekt . . . . .	1058
§ 8.	Stetig veränderliches Potential. Quasiklassische Bewegung. Wentzel-Kramers-Brillouin-Verfahren . . . . .	1062
VI.	Stoß- und Streuprozesse . . . . .	1064
*§ 1.	Stoß und Streuung zweier Punktladungen . . . . .	1065
**§ 2.	Der differentielle Streuquerschnitt . . . . .	1070
**§ 3.	Streuung gleicher Teilchen . . . . .	1074
**§ 4.	Streuung von Ladungsträgern an Atomen . . . . .	1076
**§ 5.	Die Bornsche Näherung . . . . .	1079
**§ 6.	Elastische Stöße und unelastische Stöße. Ionisierungsquerschnitt . . . . .	1082
**§ 7.	Der Elektronenstoß . . . . .	1086
**§ 8.	Die Grenzen des Bornschen Verfahrens . . . . .	1087
*§ 9.	Streuung einer Teilchenwelle an einem kleinen Störgebiet . . . . .	1088

VII. Relativistische Quantentheorie. Der Elektronenspin . . . . .	1093
*§ 1. Die relativistische Bewegung eines Elektrons . . . . .	1093
*§ 2. Die Diracsche Gleichung . . . . .	1096
*§ 3. Matrizendarstellung der $\beta$ -Operatoren . . . . .	1098
*§ 4. Der Spinvektor . . . . .	1101
*§ 5. Die Reduktion der Diracschen Operatoren der Diracschen Gleichung . . . . .	1103
*§ 6. Der Eigendrehimpuls des Elektrons . . . . .	1110
*§ 7. Die Dublettaufspaltung . . . . .	1112
**§ 8. Mitwirkung des Spins an den magnetischen Effekten . . . . .	1116
*§ 9. Elektron und Positron . . . . .	1119
**§ 10. Exakte Lösung der Diracschen Gleichung für das Wasserstoffatom . . . . .	1122
*§ 11. Vergleich der Diracschen Theorie mit der Erfahrung . . . . .	1127
**§ 12. Wahrscheinlichkeitsdichte und Wahrscheinlichkeitsstrom . . . . .	1128
VIII. Systeme gleicher Teilchen. . . . .	1131
*§ 1. Paulische Regel. Antisymmetrieprinzip . . . . .	1132
*§ 2. Systeme von zwei Elektronen . . . . .	1134
*§ 3. Besetzungszahlen. Die zweite Quantelung . . . . .	1139
<b>I. Feldtheorie der Materie.</b>	
I. Klassische Feldmodelle . . . . .	1151
§ 1. Die Lagrangefunktion eines isolierten skalaren Feldes . . . . .	1151
§ 2. Felder mit mehreren skalaren Feldfunktionen . . . . .	1155
*§ 3. Vektorielle Felder . . . . .	1157
*§ 4. Überlagerte und komplexe Vektorfelder . . . . .	1161
**§ 5. Das Spinorfeld . . . . .	1161
*§ 6. Energieimpulstensor. Erhaltungssätze. . . . .	1169
*§ 7. Der kanonische Tensor. Energieimpulstensor der einzelnen Feldmodelle . . . . .	1171
*§ 8. Erhaltung der Ladung bei komplexen Feldern . . . . .	1174
II. Kanonische Theorie und Quantisierung der Felder . . . . .	1176
§ 1. Die Diracfunktion . . . . .	1176
§ 2. Kanonisch konjugierte Funktion, Hamiltonfunktion. Kanonische Gleichungen des skalaren Feldes . . . . .	1178
§ 3. Quantisierung des Feldes. Vertauschungsregeln . . . . .	1180
§ 4. Das skalare Mesonfeld . . . . .	1182
§ 5. Das komplexe Feld . . . . .	1188
*§ 6. Zustandsfunktion des Feldes. Teilchenzahl, Teilchenentstehung, Teilchenvernichtung . . . . .	1191
*§ 7. Quantisierung vektorieller Felder . . . . .	1193
*§ 8. Quantisierung des Spinorfeldes . . . . .	1196
*§ 9. Zustände negativer Energie. Diracsche Löchertheorie. Antiteilchen . . . . .	1200
**§ 10. Das elektromagnetische Feld . . . . .	1201
III. Wechselwirkung von Feldern . . . . .	1207
§ 1. Wechselwirkung mit Spinorfeldern . . . . .	1209
§ 2. Feldgleichungen des Spinorfeldes mit Wechselwirkungen . . . . .	1211
§ 3. Wechselwirkungen des elektromagnetischen Feldes. Eichinvarianz . . . . .	1212
*§ 4. Ladung und isobarer Spin . . . . .	1214
*§ 5. Wechselwirkung des Fermionenfeldes mit Bosonenfeldern . . . . .	1218
*§ 6. Das symmetrische, skalare Mesonfeld und seine Wechselwirkungen mit Nukleonen . . . . .	1220
**§ 7. Wechselwirkungen zwischen Fermionen . . . . .	1221
§ 8. Mesontheorie der Kernkräfte . . . . .	1222
§ 9. Kernkräfte im symmetrischen Mesonfeld . . . . .	1226

IV. Elementarprozesse . . . . .	1228
*§ 1. Lösung der Wellengleichung durch eine Integralgleichung . . . . .	1229
*§ 2. Feynmans Theorie der Antiteilchen; Feynman-Diagramme . . . . .	1232
**§ 3. Streuung von Mesonen an Nukleonen . . . . .	1235
**§ 4. Wechselwirkungen als virtuelle elementare Prozesse. Virtuelle Zwischen- zustände . . . . .	1239
**§ 5. Die S-Matrix . . . . .	1245
*§ 6. Selbstenergie . . . . .	1248
**§ 7. Renormierung . . . . .	1249

## J. Kernphysik.

I. Eigenschaften und Bausteine der Atomkerne . . . . .	1252
§ 1. Ladung und Masse der Atomkerne. Packungseffekt . . . . .	1253
§ 2. Kerndrehimpuls und Kernmomente . . . . .	1257
§ 3. Kernspin und Hyperfeinstruktur . . . . .	1258
§ 4. Hyperfeinstruktur im äußeren Magnetfeld . . . . .	1260
§ 5. Beitrag des Quadrupolmoments zur Hyperfeinstruktur . . . . .	1262
§ 6. Messung der Hyperfeinstruktur durch Radiofrequenzspektroskopie . . . . .	1263
§ 7. Messung des magnetischen Kernmoments durch magnetische Kernreso- nanz . . . . .	1264
§ 8. Kernradien . . . . .	1268
§ 9. Antisymmetrieprinzip für Protonen und Neutronen . . . . .	1270
II. Das System zweier Nukleonen . . . . .	1272
§ 1. Die Kräfte zwischen Proton und Neutron . . . . .	1272
§ 2. Zustände des Zweinukleonensystems . . . . .	1274
§ 3. Das Deuteron . . . . .	1276
*§ 4. Streuung langsamer Neutronen an Protonen . . . . .	1279
*§ 5. Magnetisches Moment und Quadrupolmoment des Deuterons . . . . .	1283
III. Der Aufbau der Kerne mit vielen Nukleonen . . . . .	1286
§ 1. Das Antisymmetrieprinzip der Nukleonen . . . . .	1288
§ 2. Austauschkräfte zwischen den Nukleonen . . . . .	1291
*§ 3. Stabilität der Kerne bei Austauschkräften. Sättigung . . . . .	1292
§ 4. Das Modell unabhängiger Nukleonen . . . . .	1296
§ 5. Die kinetische und elektrostatische Energie des Nukleonengases . . . . .	1297
§ 6. Die potentielle Energie der Kernkräfte . . . . .	1298
§ 7. Die Weizsäckersehe Energiebilanz der Kerne. $\beta$ -Stabilität . . . . .	1302
IV. Der Schalenbau der Atomkerne . . . . .	1304
*§ 1. Quantenzustände einzelner Nukleonen im Kern . . . . .	1305
§ 2. Energetische Folgerungen aus dem Schalenmodell . . . . .	1308
§ 3. Folgerungen für Kernspin und magnetische Momente aus dem Schalen- modell . . . . .	1311
V. Kernreaktionen . . . . .	1315
§ 1. Die Erhaltungssätze für Kernreaktionen . . . . .	1318
§ 2. Kernumwandlungen vom Typ $a + X \rightarrow Y + b$ . . . . .	1319
§ 3. Wirkungsquerschnitte . . . . .	1322
§ 4. Der Bohrsche Zwischenkern und sein Zerfall . . . . .	1323
§ 5. Energiespektrum des emittierten Teilchens . . . . .	1326
§ 6. Resonanzeffekte . . . . .	1327

VI. Der spontane radioaktive Zerfall . . . . .	1329
§ 1. Der $\alpha$ -Zerfall . . . . .	1330
§ 2. Der $\beta$ -Zerfall . . . . .	1332
§ 3. Das Energiespektrum des $\beta$ -Zerfalls . . . . .	1334
§ 4. Auswahlregeln . . . . .	1337

### K. Moleküle. Chemische Bindung.

I. Die Elektronenkonfiguration in den Molekülen . . . . .	1344
§ 1. Das Zweizentrensystem mit einem Elektron . . . . .	1344
Die Quantenzahlen der Elektronen . . . . .	1342
Der Drehimpuls um die Molekülachse . . . . .	1347
§ 2. Die Elektronenterme der Moleküle . . . . .	1347
Elektronentermserien . . . . .	1348
Die Quantenzahl $\Lambda$ . Termsymbole . . . . .	1348
*§ 3. Moleküle mit gleichen Kernen. Symmetrieeigenschaften . . . . .	1350
*§ 4. Die Multiplizität der Terme. Der Elektronenspin . . . . .	1353
*§ 5. Paulische Regel. Innere Elektronen. Schwierigkeit der Systematik . . . . .	1355
II. Die chemische Bindung . . . . .	1356
§ 1. Die homöopolare chemische Bindung . . . . .	1357
Eigenfunktion und Eigenwerte zweier unendlich entfernter Atome . . . . .	1358
Störungsverfahren für Atome in endlichem Abstand . . . . .	1359
Symmetrische und antisymmetrische Eigenfunktionen . . . . .	1360
Die Berechnung der Energiematrix . . . . .	1362
§ 2. Das Wasserstoffmolekül . . . . .	1364
§ 3. Chemische Bindung und Pauliprinzip. Spinvalenz . . . . .	1367
§ 4. Valenztheorie . . . . .	1368
§ 5. Die heteropolare Bindung . . . . .	1372
*§ 6. Die van der Waalschen Kräfte . . . . .	1374
III. Schwingung und Rotation zweiatomiger Moleküle . . . . .	1381
§ 1. Abspaltung der Translation . . . . .	1381
§ 2. Trennung von Elektronenbewegung und Kernbewegung . . . . .	1383
§ 3. Schwingung und Rotation der Moleküle . . . . .	1384
*§ 4. Anharmonische Schwingung. Dissoziation . . . . .	1390
§ 5. Das Kreisellmodell für die Molekülrotation . . . . .	1392
§ 6. Die Feinstruktur der Molekülterme . . . . .	1395
IV. Die Spektren der Moleküle. Bandenspektren . . . . .	1397
§ 1. Auswahlregeln für die Rotation . . . . .	1398
§ 2. Auswahlregeln für die Elektronenterme . . . . .	1400
§ 3. Auswahlregeln für die Schwingung. . . . .	1401
§ 4. Das reine Rotationsspektrum . . . . .	1403
§ 5. Das Rotationsschwingungsspektrum . . . . .	1404
§ 6. Das Elektronenbandenspektrum . . . . .	1406
§ 7. Das Bandensystem . . . . .	1410
*§ 8. Die Feinstruktur der Bandenspektren . . . . .	1412
§ 9. Isotopieeffekte der Molekülspektren . . . . .	1413
V. Mehratomige Moleküle . . . . .	1414

### L. Statistik.

I. Die klassische Statistik und ihr Verhältnis zur Quantentheorie	1420
§ 1. Die Wahrscheinlichkeit der Quantenzustände einer Gesamtheit . . . . .	1420
§ 2. Quantenzustände als Volumenelemente im Phasenraum . . . . .	1423

§ 3. Systeme vieler Teilchen. Besetzungszahlen und Verteilungsfunktion . . . . .	1424
§ 4. Die wahrscheinlichste Verteilung . . . . .	1426
§ 5. Entropie und Temperatur . . . . .	1428
§ 6. Systeme von punktförmigen Teilchen . . . . .	1429
§ 7. Systeme von Teilchen mit Translation und inneren Bewegungen . . . . .	1431
*§ 8. Die Ergodenhypothese und ihre Probleme . . . . .	1433
II. Bosestatistik und Fermistatistik . . . . .	1434
§ 1. Die Bosestatistik . . . . .	1435
§ 2. Bosestatistik der Translation . . . . .	1438
§ 3. Die Fermistatistik . . . . .	1441
*§ 4. Zusammenwirken der Translation mit anderen Freiheitsgraden in der Bose- und Fermistatistik . . . . .	1444
III. Teilchen in äußeren Kraftfeldern . . . . .	1446
§ 1. Klassische Statistik von punktförmigen Teilchen in äußeren Feldern . . . . .	1446
§ 2. Bose- und Fermiteilchen in äußeren Feldern . . . . .	1448
§ 3. Teilchen im selbsterzeugten Feld . . . . .	1449
<b>M. Struktur und Eigenschaften der Gase.</b>	
I. Das ideale Gas im thermodynamischen Gleichgewicht . . . . .	1451
§ 1. Geschwindigkeitsraum, Impulsraum und Phasenraum des einzelnen Moleküls . . . . .	1451
§ 2. Die Verteilungsfunktion . . . . .	1453
§ 3. Berechnung des Gasdrucks . . . . .	1455
§ 4. Die Maxwellsche Verteilungsfunktion . . . . .	1458
§ 5. Mittelwerte des Impulses und der Geschwindigkeit . . . . .	1463
*§ 6. Verteilung der Moleküle auf beliebige Eigenschaften . . . . .	1464
§ 7. Die barometrische Höhenformel . . . . .	1467
§ 8. Zustandssumme, innere Energie, Entropie, freie Energie und Gibbsches Potential eines reinen Gases . . . . .	1469
§ 9. Die Rotation der Moleküle . . . . .	1470
§ 10. Die Schwingung der Moleküle . . . . .	1473
*§ 11. Berücksichtigung der Molekularattraktion . . . . .	1475
Stoßradius und Stoßquerschnitt . . . . .	1476
Innere Energie . . . . .	1477
Das Virial und die van der Waalssche Zustandsgleichung . . . . .	1478
§ 12. Statistische Schwankungen . . . . .	1480
Dichteschwankungen . . . . .	1480
Statistische Schwankungen in der Nähe des kritischen Zustandes . . . . .	1484
*§ 13. Schwankungstheorie der Lichtstreuung . . . . .	1485
*§ 14. Andere Schwankungserscheinungen . . . . .	1487
§ 15. Die chemische Konstante . . . . .	1488
§ 16. Gemische verschiedener Gase . . . . .	1489
II. Zusammenstöße zwischen den Molekülen . . . . .	1491
§ 1. Stoßzahl, Flugdauer und freie Weglänge . . . . .	1492
§ 2. Einfluß der Molekularattraktion auf freie Weglänge und Stoßzahl . . . . .	1498
§ 3. Elastische Stöße ohne Austausch von Drehimpuls . . . . .	1499
§ 4. Transportvorgänge . . . . .	1503
Innere Reibung . . . . .	1504
Wärmeleitung . . . . .	1505
§ 5. Diffusion . . . . .	1506
*§ 6. Thermodiffusion . . . . .	1508

§ 7. Das Verhalten der Gase bei niedrigen Drucken und in kleinen Räumen	1510
Die Wärmeleitung bei niedrigen Drucken . . . . .	1511
Kraftübertragung. Äußere Reibung . . . . .	1512
§ 8. Diffusion durch Löcher und Poren . . . . .	1513
*§ 9. Diffusion durch Röhren . . . . .	1514
III. Kinetische Theorie des Nichtgleichgewichts . . . . .	1516
§ 1. Die Verteilung bei Nichtgleichgewicht. Boltzmannsche Fundamentalgleichung . . . . .	1517
*§ 2. Die Wirkung elastischer Stöße . . . . .	1518
*§ 3. Boltzmannsches Theorem. Die Entropie . . . . .	1520
**§ 4. Transportgleichungen . . . . .	1521
<b>N. Elektronik.</b>	
I. Elektronen und Ionenoptik . . . . .	1523
§ 1. Elektronenstrahlen in elektrischen und magnetischen Feldern. Elektronenoptik . . . . .	1524
*§ 2. Die Bewegung von Elektronen in rotationssymmetrischen elektrischen Feldern. Elektrische Elektronenlinsen . . . . .	1528
§ 3. Elektronenoptische Abbildung durch kurze Linsen . . . . .	1531
*§ 4. Magnetische Linsen . . . . .	1534
§ 5. Elektronenstrahlen im homogenen Magnetfeld . . . . .	1539
§ 6. Elektronenmikroskop. Braunsche Röhre . . . . .	1541
§ 7. Die elektronenoptischen Ablenkungselemente . . . . .	1543
II. Relativistische Elektronen- und Ionenoptik. Teilchenbeschleuniger . . . . .	1546
§ 1. Die relativistische Bewegung geladener Teilchen im homogenen elektrischen Feld . . . . .	1547
§ 2. Die relativistische Bewegung geladener Teilchen in Magnetfeldern . . . . .	1549
§ 3. Richtungsfokussierung auf dem Sollkreis im schwach inhomogenen Feld . . . . .	1550
§ 4. Das Zyklotron . . . . .	1552
§ 5. Das Betatron . . . . .	1555
§ 6. Das Synchrotronprinzip . . . . .	1558
*§ 7. Phasenstabilität des Synchrotronbetriebs . . . . .	1560
III. Emission, Neutralisation und Absorption von Ladungsträgern an Oberflächen . . . . .	1562
§ 1. Der Potentialverlauf in der Oberfläche von Metallen. Die Austrittsarbeit . . . . .	1562
§ 2. Neutralisation von Ladungsträgern an Metalloberflächen . . . . .	1565
§ 3. Die thermische Emission von Elektronen aus Oberflächen . . . . .	1567
§ 4. Feldemission . . . . .	1567
§ 5. Sekundäremission durch Ionenbombardement . . . . .	1568
§ 6. Sekundäremission durch Elektronenbombardement . . . . .	1570
IV. Die Raumladung in der Vakuumelektronik . . . . .	1571
§ 1. Der Elektronenstrom zwischen ebenen Elektroden im Vakuum . . . . .	1571
§ 2. Gitter zwischen ebenen Elektroden . . . . .	1577
§ 3. Steuerung des Anodenstroms einer Triode durch das Gitter . . . . .	1580
V. Die Elementarprozesse der Gaselektronik . . . . .	1581
§ 1. Elementarprozesse im Gas bei Gegenwart eines elektrischen Feldes . . . . .	1582
Elastische Stöße . . . . .	1585
Plasmawechselwirkung . . . . .	1586
Anregung und Ionisation durch Elektronenstoß . . . . .	1586
Ionisation durch Stoß schwerer Teilchen . . . . .	1588



§ 2. Die Rekombination . . . . .	1589
§ 3. Das Entladungsplasma. Gastemperatur, Elektronentemperatur, Ionen- temperatur . . . . .	1590
§ 4. Die Driftbewegung der Ladungsträger im Feld . . . . .	1592
§ 5. Die Diffusion der Ladungsträger . . . . .	1595
§ 6. Die Trägererzeugung im Feld . . . . .	1596
§ 7. Trägerbildung-Entladung durch Korpuskularstrahlen . . . . .	1599
§ 8. Gleichgewicht der Elementarprozesse . . . . .	1599
§ 9. Die thermische Ionisierung der Gase . . . . .	1601
VI. Einige Typen elektrischer Entladungen in Gasen . . . . .	1605
§ 1. Die Differentialgleichungen eines Entladungsplasmas . . . . .	1605
§ 2. Ähnlichkeitsgesetze . . . . .	1607
§ 3. Townsend-Entladung zwischen ebenen Platten. Zündbedingung . . . . .	1609
§ 4. Die Glimmentladung . . . . .	1612
§ 5. Die positive Säule . . . . .	1620
§ 6. Die Lichtbogensäule . . . . .	1624
§ 7. Die Ausmessung eines Entladungsplasmas mit Sonden . . . . .	1629

### O. Struktur und Eigenschaften der zusammenhängenden Materie.

I. Der Aufbau der kompakten Materie aus Atomen und Molekülen	1633
§ 1. Die Kräfte, welche die Zusammenballung der Materie bewirken . . . . .	1634
Molekülgitter . . . . .	1634
Valenzgitter . . . . .	1635
Ionengitter . . . . .	1636
Elementgitter, Metallgitter . . . . .	1637
Fester und flüssiger Zustand . . . . .	1638
§ 2. Die geometrische Anordnung der Atome im Kristall . . . . .	1639
Koordinationsgitter . . . . .	1639
Gitter geringerer Regelmäßigkeit . . . . .	1643
§ 3. Die Entstehung des Gitters durch Translation . . . . .	1644
Gittergeraden oder Zonen. Zonenbündel . . . . .	1647
Netzebenen . . . . .	1647
§ 4. Die Bravais'schen Gittertypen . . . . .	1649
Das trikline Gitter . . . . .	1649
Monokline Gitter . . . . .	1649
Rhombische Gitter . . . . .	1651
Das hexagonale Gitter . . . . .	1652
Das rhomboedrische Gitter . . . . .	1652
Tetragonale Gitter . . . . .	1653
Kubische Gitter . . . . .	1653
§ 5. Symmetrieeigenschaften der Translationsgitter. Kristallsysteme . . . . .	1654
§ 6. Kristallflächen und Kristallkanten . . . . .	1661
II. Mechanische und elektrische Eigenschaften nichtmetallischer Gitter . . . . .	1661
§ 1. Die homogene Verzerrung der Gitter . . . . .	1662
§ 2. Die Gitterenergie des unverzerrten Gitters . . . . .	1664
*§ 3. Die Energie des verzerrten Gitters . . . . .	1667
*§ 4. Die elastische Verformung . . . . .	1669
*§ 5. Gitter im elektrischen Feld . . . . .	1671
*§ 6. Reguläre Ionengitter vom Typ XY (Steinsalz) . . . . .	1672
§ 7. Gitterschwingungen . . . . .	1675
Das eindimensionale Gittermodell . . . . .	1676
Eigenschwingungen . . . . .	1680

*§ 8. Dreidimensionale Gitter . . . . .	1682
*§ 9. Die Energie der Gitterschwingungen . . . . .	1685
Quantentheorie der spezifischen Wärme . . . . .	1687
Die Debyesche Theorie der Atomwärmen . . . . .	1689
**§ 10. Die thermische Ausdehnung. Pyroelektrizität. Atomwärme bei hoher Temperatur . . . . .	1691
III. Die optischen Eigenschaften der Kristallgitter . . . . .	1692
*§ 1. Die elektrische Suszeptibilität und Dielektrizitätskonstante eines Kristall- gitters . . . . .	1692
Brechung und Doppelbrechung . . . . .	1695
Dispersion . . . . .	1695
Optische Aktivität . . . . .	1696
§ 2. Die Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallgittern . . . . .	1697
**§ 3. Ansätze zu einer konsequenten Theorie der Gitterwellen . . . . .	1702
IV. Gittertheorie der Metalle . . . . .	1703
§ 1. Das freie Elektronengas . . . . .	1704
§ 2. Glühemission der Metalle. Richardsonsches Gesetz . . . . .	1710
*§ 3. Das periodische Potentialfeld des Metallgitters . . . . .	1713
*§ 4. Eigenwerte und Eigenfunktionen des Elektrons im Kristall. Energiebänder	1715
*§ 5. Tiefe Terme, insbesondere Röntgenterme . . . . .	1719
*§ 6. Elektronen großer Energie. Elektronenbeugung . . . . .	1723
*§ 7. Die Strommatrix. Impuls und Geschwindigkeit der Elektronen . . . . .	1729
**§ 8. Elektronenübergänge im Gitter. Oszillatorenstärke . . . . .	1734
**§ 9. Die Gesamtheit aller Elektronen im Gitter . . . . .	1738
Zahl und Dichte der Eigenwerte in den Energiebändern . . . . .	1738
Die Besetzung der Elektronenzustände . . . . .	1740
**§ 10. Vollbesetzte und halbbesetzte Bänder . . . . .	1742
**§ 11. Metallelektronen im äußeren elektrischen Feld . . . . .	1746
**§ 12. Die elektrische Leitfähigkeit . . . . .	1751
V. Halbleiter . . . . .	1757
§ 1. Die Eigenleitung der Isolatoren. Defektelektronen . . . . .	1758
§ 2. Gitterfehler, Donatoren, Akzeptoren . . . . .	1759
§ 3. Überschulleiter, Defektleiter . . . . .	1761
§ 4. Kontakt zwischen Metall und Halbleiter . . . . .	1762
§ 5. Die Grenzschicht zwischen Überschuß- und Defektleitern . . . . .	1763
VI. Der flüssige Zustand . . . . .	1767
§ 1. Elektrolytische Leitung wäßriger Lösungen . . . . .	1768
§ 2. Hittorfsche Überführungszahlen . . . . .	1770
§ 3. Ionenbeweglichkeit . . . . .	1771
§ 4. Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Konzentration. Theorie von Debye-Hückel und Onsager . . . . .	1772
§ 5. Dielektrische Polarisation und Dielektrizitätskonstante von Gasen und Flüssigkeiten . . . . .	1774
§ 6. Die magnetische Suszeptibilität . . . . .	1778
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>1780</b>