

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung.

1. Die Bedeutung der Atomphysik für Wissenschaft und Technik	1
2. Die Methodik der atomphysikalischen Forschung	3
3. Schwierigkeit, Gliederung und Darstellung der Atomphysik	5
Literatur	7

II. Atome, Ionen, Elektronen, Atomkerne.

1. Belege für die Atomistik der Materie und der Elektrizität	8
2. Masse, Größe und Zahl der Atome. Das Periodische System der Elemente	9
a) Atomgewicht und Periodisches System	9
b) Die Bestimmung der LOSCHMIDTSchen Zahl und der absoluten Atommassen	12
c) Die Größe der Atome	14
3. Belege für den Aufbau der Atome aus Kern und Elektronenhülle. Allgemeines über Atommodelle	17
4. Freie Elektronen und Ionen	21
a) Die Erzeugung freier Elektronen	22
b) Die Bestimmung von Ladung und Masse des Elektrons	24
c) Anwendungen des freien Elektrons. Elektronengeräte	28
d) Freie Ionen	31
5. Überblick über den Aufbau der Atomkerne	32
6. Die Isotopie	33
a) Entdeckung der Isotopie und Bedeutung für die Atomgewichte	33
b) Deutung und Eigenschaften der Isotope	34
c) Die Bestimmung der Massen und relativen Häufigkeiten von Isotopen	35
d) Die Verfahren der Isotopentrennung	40
Literatur	47

III. Atomspektren und Atombau.

1. Aufnahme, Auswertung und Einteilung von Spektren	48
a) Spektralapparate und ihre Anwendung in verschiedenen Spektralgebieten	48
b) Emissions- und Absorptionsspektren	53
c) Wellenlängen- und Intensitätsmessungen	55
d) Linien, Banden, kontinuierliche Spektren	56
2. Serienformeln und Termdarstellung von Linienspektren	57
3. Die Grundvorstellungen und Postulate der BOHRschen Atomtheorie	60
4. Die Anregung von Quantensprüngen durch Stöße	64
5. Das Wasserstoffatom und seine Spektren nach der BOHRschen Theorie	70
6. Atomvorgänge und ihre Umkehrung. Ionisation und Wiedervereinigung. Kontinuierliche Atomspektren und ihre Deutung	76
a) Stöße erster und zweiter Art und ihre Folgeprozesse. Emission und Absorption	76
b) Stoßionisation und Dreierstoß-Rekombination	77
c) Photoionisation und Seriengrenzkontinuum in Absorption	78
d) Strahlungsrekombination und Seriengrenzkontinuum in Emission	80
e) Elektronenbremsstrahlung	81

7. Die Spektren der wasserstoffähnlichen Ionen und der spektroskopische Verschiebungssatz	83
8. Die Röntgenspektren, ihre atomtheoretische Deutung und ihr Zusammenhang mit den optischen Spektren	87
a) Elektronenschalenaufbau und Röntgenspektren	87
b) Der Mechanismus der Röntgenlinienemission	88
c) Die Röntgenabsorptionsspektren	90
d) Die Feinstruktur der Röntgenspektren und Absorptionskanten	91
9. Die Spektren der Alkaliatome und ihre Deutung. Termfolgen	94
10. Die Spektren der Mehrelektronenatome und ihre Termsymbole. Multiplizitätssysteme und Mehrfachanregung	100
11. Metastabile Zustände	105
12. Der Elektronenspin und die Systematik der Atomzustände (Die Theorie der Multipletts)	108
13. Die atomtheoretische Deutung der magnetischen Eigenschaften der Atome . . .	116
14. Atome im elektrischen und magnetischen Feld. Richtungsquantelung und Orientierungsquantenzahl	119
a) Richtungsquantelung und STERN-GERLACH-Versuch	119
b) Der normale ZEEMAN-Effekt der Singulett-Atome	121
c) Der anomale ZEEMAN-Effekt und der PASCHEN-BACK-Effekt der Nicht-Singulett-Atome	122
d) Der Starkeffekt	124
15. Korrespondenzprinzip und Linienintensitäten	126
16. Die atomtheoretische Erklärung des Periodischen Systems der Elemente . . .	129
17. Die Hyperfeinstruktur der Atomlinien. Isotopie-Effekte und Einfluß des Kernspins	139
18. Die natürliche Breite der Spektrallinien und ihre Beeinflussung durch innere und äußere Störungen	142
Literatur	145

IV. Die quantenmechanische Atomtheorie.

1. Der Übergang von der BOHRschen zur quantenmechanischen Atomtheorie . . .	146
2. Der Welle-Teilchen-Dualismus beim Licht und bei der Materie	148
3. Die HEISENBERGSche Unbestimmtheitsbeziehung	152
4. DE BROGLIES Materiewellen und ihre Bedeutung für die BOHRsche Atomtheorie .	156
5. Die Grundgleichungen der Wellenmechanik. Eigenwerte und Eigenfunktionen. Die Matrizenmechanik und ihr Verhältnis zur Wellenmechanik	159
6. Die Bedeutung der wellenmechanischen Ausdrücke, Eigenfunktionen und Quantenzahlen. Spektrale Intensität und Übergangswahrscheinlichkeit	163
7. Beispiele für die wellenmechanische Behandlung atomarer Systeme	167
a) Der Rotator mit starrer Achse	168
b) Der lineare harmonische Oszillator	169
c) Das H-Atom	171
8. Wechselwirkung gekoppelter atomarer Systeme. Austauschresonanz und Austauschenergie	176
9. Der quantenmechanische Tunneleffekt (Der Durchgang durch einen Potentialwall)	181
10. Die FERMISCHE Quantenstatistik	183
11. Leistungen, Grenzen und philosophische Bedeutung der Quantenmechanik . .	185
Literatur	189

V. Die Physik der Atomkerne.

1. Die Kernphysik im Rahmen der allgemeinen Atomphysik	190
2. Experimentelle Methoden der Atomkernforschung	191
a) Nachweismethoden für Kernvorgänge	191
b) Kerngeschosse und ihre Beschleunigung	194
3. Allgemeine Eigenschaften und Aufbau der Atomkerne. Massendefekt und Bindungsenergie	199
a) Die allgemeinen Eigenschaften der Atomkerne	199
b) Allgemeines über Aufbau und Bindungsenergie der Atomkerne	202
4. Natürliche und künstliche Radioaktivität und aus ihr erschlossene Kernvorgänge	203
a) Allgemeines	203
b) Die Erklärung der γ -Strahlung	205
c) Die Erklärung des α -Zerfalls	206
d) Die Erklärung des β -Zerfalls	207
e) Die künstliche Radioaktivität	209
5. Allgemeines über erzwungene Kernumwandlungen und ihren Ablauf	209
6. Erzeugung, Eigenschaften und Nachweis des Neutrons	215
7. Die Ausbeute erzwungener Kernumwandlungen	217
8. Die Uranspaltung	219
9. Thermische Kernreaktionen bei höchsten Temperaturen im Innern der Sterne. Die Frage nach der Entstehung der Elemente	222
10. Anwendungen der Kernphysik, insbesondere der künstlichen Kernumwandlungen	225
11. Aufbau und Systematik der Atomkerne	227
12. Stoßvorgänge höchster Energie bei der Höhenstrahlung	231
a) Stoßvorgänge schneller Elektronen	231
b) Das Meson, sein Verhalten und seine Stoßprozesse	233
c) Stöße schneller Protonen und Neutronen	236
13. Kernkräfte und Theorie der Elementarteilchen	237
14. Das Problem der universellen Naturkonstanten	241
Literatur	243

VI. Physik der Moleküle.

1. Ziel der Molekülphysik und Zusammenhang mit der Chemie	244
2. Methoden der Molekülforschung	245
3. Allgemeines über Aufbau, Struktur und Bedeutung von Molekülspektren . . .	250
4. Die Systematik der Elektronenterme zweiatomiger Moleküle	252
5. Schwingung und Schwingungsspektren zweiatomiger Moleküle	257
a) Schwingungsterme und Potentialkurvenschema	257
b) Schwingungszustandsänderungen und ultrarote Schwingungsbanden	259
c) Das FRANK-CONDON-Prinzip als Übergangsregel für gleichzeitigen Elektronen- und Schwingungsquantensprung	260
d) Der Aufbau eines Elektronenbandensystems. Kantenschema und Kantenformeln	263
6. Zerfall und Bildung zweiatomiger Moleküle und ihr Zusammenhang mit den kon- tinuierlichen Molekülspektren	265
a) Moleküldissoziation und Bestimmung der Dissoziationsenergie	265
b) Die Prädissoziation	268
c) Die Vorgänge bei der Molekülbildung aus Atomen	269

7. Grenzen des Molekülbegriffs. VAN DER WAALS-Moleküle und Stoßpaare	271
8. Die Molekülrotation und die Ermittlung von Trägheitsmomenten und Kernabständen aus der Rotationsstruktur der Spektren zweiatomiger Moleküle	274
a) Rotationstermschema und ultrarotes Rotationsspektrum	274
b) Das Rotationsschwingungsspektrum	275
c) Die Rotationsstruktur der normalen Elektronenbande	276
d) Der Einfluß des Elektronensprungs auf die Rotationsstruktur	279
e) Der Einfluß des Kernspins auf die Rotationsstruktur symmetrischer Moleküle. Ortho- und Parawasserstoff	279
9. Bandenintensitäten und bandenspektroskopische Temperaturbestimmung	280
10. Isotopiemessungen an Molekülspektren	282
11. Überblick über Spektren und Bau vielatomiger Moleküle	283
a) Elektronenanregung und Ionisation mehratomiger Moleküle	284
b) Rotationsstruktur und Trägheitsmomente mehratomiger Moleküle	286
c) Schwingung und Dissoziation mehratomiger Moleküle	287
12. Die physikalische Erklärung der chemischen Bindung	290
Literatur	296

VII. Der flüssige und feste Zustand der Materie vom Standpunkt der Atomphysik.

1. Allgemeines über die Struktur des flüssigen und des festen Zustands der Materie	296
2. Ideale und reale Kristalle. Strukturempfindliche und strukturunempfindliche Kristalleigenschaften	299
3. Der Kristall als Makromolekül. Ionengitter, Atomgitter und Molekülgitter	300
4. Kristallsysteme und Strukturanalyse	301
5. Gitterenergie, Elastizität, Kompressibilität und Wärmeausdehnung von Ionenkristallen	303
6. Überblick über Bindung und Eigenschaften des metallischen Zustands	306
7. Kristallschwingungen und die Ermittlung ihrer Frequenzen aus Ultrarotspektrum und Ramaneffekt	308
8. Elektronenanordnung und Elektronensprungspektren im Kristall. Das Energiebändermodell	310
9. Besetzte und nicht vollbesetzte Energiebänder im Kristall. Isolator und elektrischer Leiter im Energiebändermodell	313
10. Das Potentialtopfmodell des Metalls. Austrittsarbeit, Glühemission, Feldemission, Berührungsspannung	315
11. Ferromagnetismus als Kristalleigenschaft	319
12. Gitterfehler, Diffusion und Ionenwanderung in Kristallen	322
13. Elektronenleitung und innerer Photoeffekt in Halbleiterkristallen	323
14. Absorption und Elektronenwanderung in Halogenidkristallen. Der photographische Elementarprozeß	325
15. Die Lumineszenz von Kristallphosphoren	328
16. Stoßvorgänge an festen Oberflächen	331
Literatur	333
Tabelle der für die Atomphysik wichtigsten Konstanten und Beziehungen	333
Sachverzeichnis	334