

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Grundlagen

1.	Geschichte des Atombegriffs	13
1.1.	Zur Vorgeschichte des Atombegriffs.	13
1.2.	Der chemische Atombegriff	15
1.3.	Das Periodensystem der Elemente	17
1.4.	Die AVOGADROSche Konstante	17
1.4.1.	Berechnung der absoluten Atommasse.	20
1.4.2.	Berechnung des Atomdurchmessers	20
1.5.	Die Elektronen	21
1.6.	Das RUTHERFORDSche Atommodell	23
1.7.	Die Zusammensetzung des Atomkerns	25
2.	Atomphysikalisch wichtige Gesetze	26
2.1.	Einige mechanische Größen	26
2.1.1.	Der Impuls	26
2.1.2.	Der Drehimpuls	27
2.1.3.	Die mechanische Energie	28
2.1.4.	Einheiten der Energie	29
2.1.5.	Die Wirkung.	30
2.2.	Die Relativität der Masse	30
2.3.	Strahlungsquanten	32
2.4.	Der lichtelektrische Effekt	34
2.5.	Der COMPTON-Effekt	35
2.6.	Die Masse der Lichtquanten	36
2.7.	Die Beziehung zwischen Masse und Energie	37
3.	Der Dualismus Welle-Korpuskel	38
3.1.	Der Dualismus des Lichtes	38
3.2.	Die Materiewellen	38
3.3.	Die Unschärfebeziehung	39
3.4.	Wahrscheinlichkeitswellen	41

Die Elektronenhülle der Atome

4.	Das Wasserstoffatom	43
4.1.	Leuchtende Gase	43
4.2.	Die BOHRschen Postulate	43
4.3.	Die Bahnradien des Wasserstoffatoms	45
4.4.	Die Frequenzen des ausgestrahlten Lichtes	46
4.5.	Das Wasserstoffspektrum	47

5.	Die vier Quantenzahlen	49
5.1.	Die Spektren der Alkalimetalle	49
5.2.	Haupt- und Nebenquantenzahlen	50
5.3.	Der Elektronenspin	52
5.4.	Die Richtungsquantelung	53
6.	Der Schalenbau der Atome	55
6.1.	Ionisierungsenergie und Schalenbau	55
6.2.	Das PAULI-Prinzip	56
6.3.	Die Besetzung der Elektronenschalen	57
6.4.	Die Röntgenstrahlung	60
6.4.1.	Die Bremsstrahlung	61
6.4.2.	Die charakteristische Strahlung	62
7.	Das wellenmechanische Bild des Atoms	63
7.1.	Das Elektron als Welle	63
7.2.	Die Wellenfunktion	64
7.3.	Räumliche Atommodelle	67

Die Physik der Atomkerne und ihre Anwendungen

8.	Die natürliche Radioaktivität	68
8.1.	Die Entdeckung des Radiums	68
8.2.	Das Wesen der radioaktiven Umwandlungen	70
8.3.	Halbwertszeit und Zerfallskonstante	71
8.4.	Die Uran-Radium-Reihe	73
8.5.	Die weiteren radioaktiven Familien	76
8.6.	Das radioaktive Gleichgewicht	76
8.7.	Maßeinheiten der Aktivität	78
9.	Die radioaktiven Strahlungen	79
9.1.	Die α -Strahlung	79
9.2.	Die β -Strahlung und das Neutrino	80
9.3.	Die γ -Strahlung	81
9.4.	Das Absorptionsgesetz für β - und γ -Strahlen	83
9.4.1.	Anwendung des Absorptionsgesetzes bei β -Strahlen	84
9.4.2.	Anwendung des Absorptionsgesetzes bei γ -Strahlen	84
10.	Nachweis und Messungen radioaktiver Strahlen	86
10.1.	Leuchtstoffzähler	86
10.2.	Ionisationskammern	86
10.3.	Das GEIGER-MÜLLER-Zählrohr	88
10.3.1.	Aufbau und Wirkungsweise	88
10.3.2.	Die Charakteristik des Zählrohres	89
10.3.3.	Zur Auswertung der Meßergebnisse	91
10.4.	Nebel- und Blaskammern	92
10.5.	Der TSCHERENKOW-Zähler	93
10.6.	Weitere Meßmethoden	94
11.	Isotope, isobare und isotone Kerne	95
11.1.	Isotope Kerne	95
11.2.	Die Isotope des Wasserstoffs	99
11.3.	Isobare und isotone Kerne	100
11.4.	Zur Frage der relativen und absoluten Atommassen	100
11.5.	Der Massendefekt	101
11.6.	Die Bindungsenergie	102

11.7.	Die Bindungsenergie je Nukleon	103
11.8.	Die Trennung von Isotopen	104
11.8.1.	Der Massenspektrograph	104
11.8.2.	Elektrolyse	105
11.8.3.	Die Destillationsmethode	106
11.8.4.	Die Diffusionsmethode	106
11.8.5.	Das Trennrohrverfahren	107
12.	Künstliche Kernumwandlungen	107
12.1.	Die Erzeugung schneller Teilchen	107
12.1.1.	Hochspannungsquellen und einfache Linearbeschleuniger	108
12.1.2.	Lineare Mehrfachbeschleuniger	109
12.1.3.	Das Zyklotron	109
12.1.4.	Das Synchro-Zyklotron	111
12.1.5.	Das Betatron	111
12.1.6.	Das Elektronen-Synchrotron	112
12.1.7.	Das Protonen-Synchrotron	113
12.2.	Kernumwandlungen durch radioaktive Strahlen	116
12.3.	Weitere Kernumwandlungen	117
12.4.	Die erforderliche Teilchenenergie	119
12.5.	Die Energiebilanz bei Kernreaktionen	120
12.6.	Der Wirkungsquerschnitt	121
12.7.	*Makroskopischer Wirkungsquerschnitt und freie Weglänge	122
13.	Eigenschaften und Verhalten von Neutronen	122
13.1.	Gewinnung und Nachweis von Neutronen	123
13.2.	Streuung und Einfang von Neutronen	124
13.3.	Der Zerfall des Neutrons	125
14.	Die künstliche Radioaktivität	125
14.1.	Die Entdeckung der künstlichen Radioaktivität und des Positrons	125
14.2.	Entstehen und Verschwinden des Positrons	127
14.2.1.	Die Zerstrahlung	127
14.2.2.	Die Paarbildung	128
14.3.	Der K-Einfang	128
14.4.	Der innere Übergang	129
14.5.	Isomere Kerne	129
14.6.	Zerfallsschemata	130
14.7.	Die Energiebilanz eines Kernzerfalles	131
15.	Aufbau und Struktur der Atomkerne	131
15.1.	Die Kernkräfte	131
15.2.	Der Kern als Potentialtopf	132
15.3.	Der Tunneleffekt	133
15.4.	Das Tröpfchenmodell des Atomkernes	135
15.5.	Der Drehimpuls der Atomkerne	136
15.6.	Kernsystematik	137
15.7.	Das Schalenmodell des Atomkernes	138
16.	Die Kernspaltung	141
16.1.	Die Entdeckung der Kernspaltung	141
16.2.	Das Uran	143
16.3.	Der Vorgang der Kernspaltung	144
16.4.	Die Spaltprodukte	145
16.5.	Die Energiebilanz der Kernspaltung	147
16.6.	Die Kettenreaktion	149
16.6.1.	Die Bedingungen einer Kettenreaktion	149
16.6.2.	Die mittlere freie Weglänge und kritische Menge	151

16.6.3.	Das Verhalten des Urans 238	152
16.6.4.	Der Vermehrungsfaktor	153
16.7.	Die Moderatoren	154
16.8.	Die Steuerung der Kettenreaktion	156
16.9.	Die Kernspaltungsbombe	157
17.	Die Gewinnung von Kernenergie für friedliche Zwecke	158
17.1.	Die Entwicklung in Deutschland bis 1945	159
17.2.	Wirkungsweise eines Reaktors	160
17.3.	Besondere Reaktortypen	162
17.3.1.	Forschungsreaktoren	163
17.3.2.	Leistungsreaktoren	164
17.3.3.	Kenndaten von Leistungsreaktoren	165
17.4.	Kernkraftwerke	166
17.5.	Brutreaktoren	168
17.6.	Die Gesamtentwicklung	171
18.	Radioaktive Nuklide und ihre Anwendungen	171
18.1.	Die Gewinnung von Radionukliden	171
18.2.	Das Kobalt 60	173
18.3.	Die Indikatormethode	174
18.4.	Anwendungen in der Technik	175
18.4.1.	Die Gamma-Defektoskopie	175
18.4.2.	Die Autoradiographie	176
18.4.3.	Die Aktivierungsanalyse	177
18.4.4.	Untersuchung von Verschleißvorgängen	177
18.4.5.	Kontrolle von Gewässern	177
18.4.6.	Kontaktfreie Dickenmessung	178
18.8.7.	Füllstandmessung	178
18.4.8.	Lagebestimmungen	179
18.4.9.	Dichtemessungen in Flüssigkeiten und Gasen	179
18.4.10.	Dichtemessung in Böden durch γ -Absorption	180
18.4.11.	Dichtemessung mit γ - γ -Streustrahlen	180
18.4.12.	Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes durch Neutronenstreuung	180
18.5.	Der Kohlenstoff 14	181
18.6.	Die neuen Elemente	182
19.	Die Gefahren beim Umgang mit radioaktiven Substanzen	184
19.1.	Dosiseinheiten	184
19.2.	Dosiskonstanten	185
19.3.	Strahlenschäden	186
19.3.1.	Schäden bei akuter Überbelastung	186
19.3.2.	Schäden bei chronischer Strahleneinwirkung	186
19.3.3.	Spätschäden	186
19.3.4.	Anreicherung in einzelnen Organen	187
19.3.5.	Maximal zulässige Dosen	187
19.3.6.	Die natürliche Strahlenbelastung	188
19.4.	Strahlenschutz	188
20.	Thermonukleare Reaktionen	189
20.1.	Die Freisetzung von Energie durch Kernfusion	189
20.2.	Prinzip der thermonuklearen Reaktion	190
20.3.	Der Ursprung der Sonnenenergie	191
20.4.	Technisch mögliche Reaktionen	193

20.4.1.	Die Wasserstoffbombe	193
20.4.2.	Der Fusionsreaktor	193
21.	Die magnetischen Eigenschaften der Atome	195
21.1.	Das BOHRsche Magneton	195
21.2.	Das Kernmagneton	197
21.3.	Die Methode der Kerninduktion	197
22.	Maser und Laser	198
23.	Der MÖSSBAUER-Effekt	202
Die Physik der Elementarteilchen		
24.	Die kosmische Strahlung	204
24.1.	Die Entdeckung der kosmischen Strahlung	204
24.2.	Die primäre Strahlung	205
24.3.	Die sekundäre Strahlung	205
24.3.1.	Die harte Komponente	205
24.3.2.	Die weiche Komponente	207
25.	Eigenschaften der Elementarteilchen	209
25.1.	Arten der Elementarteilchen	209
25.1.1.	Leptonen, Mesonen und Baryonen	209
25.1.2.	Teilchen und Antiteilchen	212
25.1.3.	Vier Arten von Neutrinos	213
25.2.	Arten der Wechselwirkungen	215
25.3.	Erhaltungssätze	216
25.4.	Systematik der Elementarteilchen	218
25.5.	Die Struktur der Elementarteilchen	218
Sachwortverzeichnis		221