

Inhaltsverzeichnis

Kästen zur Vertiefung	xix
Glossar der Symbole	xxi
1. Einleitung	1
1.1 Was ist Kernphysik?	1
1.2 Ziele der kernphysikalischen Forschung	2
1.3 Historischer Überblick	5
1.4 Begriffe und Nomenklatur	27
2. Äußere Eigenschaften der Atomkerne	33
2.1 Ladung der Atomkerne	33
2.2 Masse der Atomkerne	33
2.3 Größe, Ladungsverteilung, Massenverteilung	37
2.4 Übungen	45
3. Innere Eigenschaften von Atomkernen	47
3.1 Bindungsenergien – Tröpfchenmodell	47
3.2 Spins	52
3.3 Elektrische und magnetische Momente	57
3.3.1 Magnetisches Dipolmoment	59
3.3.2 Elektrisches Quadrupolmoment	64
3.3.3 Experimentelle Methoden	65
3.3.4 Die Spins und magnetischen Momente von Proton und Neutron	68
3.4 Parität	70
3.5 Anregungsenergien	71
3.6 Isospin	72
3.7 Übungen	74
4. Kernmodelle	77
4.1 Thomas-Fermi-Modell	78
4.2 Einzelteilchenmodell – Schalenmodell der Atomkerne	84
4.2.1 Einzelteilchenmodell in sphärischen Koordinaten	85

4.2.2	Einzelteilchenmodell in deformierten Potentialen	95
4.2.3	Teilchenkorrelationen	95
4.3	Kollektive Kernmodelle	100
4.3.1	Kernrotationen	102
4.3.2	Kernvibrationen	108
4.3.3	Kopplung von Einzelteilchen an die Kollektivbewegung	109
4.3.4	Riesenresonanzen	109
4.4	Exotische Kerne	111
4.5	Übungen	114
5.	Experimentelle Verfahren der Kernphysik	117
5.1	Energieverlust von Strahlung beim Durchgang durch Materie	117
5.1.1	Wechselwirkung geladener Teilchen	118
5.1.2	Elektromagnetische Strahlung in Materie	127
5.2	Messung kernphysikalischer Bestimmungsgrößen	134
5.2.1	Impulsmessung	135
5.2.2	Energiemessung	140
5.2.3	Zeitmessung	149
5.3	Detektorsysteme	153
5.4	Beschleuniger	156
5.4.1	Kaskadenbeschleuniger (Kaskadengenerator)	156
5.4.2	Bandgenerator	158
5.4.3	Zyklotron	159
5.4.4	Synchrotron	161
5.4.5	Linearbeschleuniger	163
5.4.6	Hochfrequenz-Quadrupol-Beschleuniger (RFQ)	165
5.5	Übungen	166
6.	Streuprozesse und Kernreaktionen	169
6.1	Erhaltungssätze	169
6.2	Wirkungsquerschnitt	175
6.3	Wechselwirkungen zwischen Atomkernen	182
6.3.1	Streuprozesse	183
6.3.2	Kernreaktionen	192
6.3.3	Kernreaktionen bei hohen Energien	213
6.4	Übungen	218
7.	Kernzerfälle – Radioaktivität	221
7.1	Radioaktives Zerfallsgesetz	221
7.2	Alpha-Zerfall	228
7.2.1	Protonen-Zerfall	236
7.2.2	Cluster-Emission	238
7.3	Kernspaltung	239
7.4	Beta-Zerfall	244
7.4.1	Phänomenologie des Beta-Zerfalls	244

7.4.2	Systematik der Beta-Zerfälle	248
7.4.3	Fermi-Theorie des Beta-Zerfalls	250
7.4.4	Neutrinos	254
7.4.5	Beta-Zerfall in gebundene Zustände	259
7.4.6	Nichterhaltung der Parität im Beta-Zerfall	261
7.5	Gamma-Übergänge, Multipolstrahlung	267
7.5.1	Kernisomerie	271
7.5.2	Konversionsprozesse	272
7.6	Mößbauer-Effekt	273
7.7	Übungen	277
8.	Kernkräfte	281
8.1	Das Deuteron	281
8.2	Streuzustände	282
8.2.1	Streuzustände im Zwei-Nukleonensystem	282
8.2.2	Streuzustände zur Bestimmung der Spin-Bahn-Wechselwirkung	284
8.3	Das phänomenologische Kernpotential	285
8.4	Vom Quark zum Kern	289
8.5	Der Nukleonenspin	294
8.6	Übungen	297
9.	Anwendungen der Kernphysik	299
9.1	Kernenergie	299
9.1.1	Kernkraftwerke	300
9.1.2	Energiegewinnung aus Fusionsreaktionen	304
9.2	Astrophysik	310
9.2.1	Energieerzeugungszyklen in Sternen	311
9.2.2	Prozesse der Elemententstehung	313
9.3	Datierungen	315
9.4	Festkörperphysik und Materialforschung	318
9.4.1	Elementanalyse	318
9.4.2	Strukturanalyse	324
9.5	Medizin	326
9.5.1	Biologische Strahlenwirkung und Strahlenschutz	326
9.5.2	Szintigraphie	332
9.5.3	Tumorthherapie	335
9.5.4	Positronen-Emissionstomographie	341
9.5.5	Kernspin-Tomographie (MRT)	342
9.6	Übungen	349
10.	Ausblick	351
A.	Physikalische Konstanten	355

B. Nützliche Internet-Adressen	357
C. Lösungen zu den Übungen	361
Literaturverzeichnis	383
Originalliteratur	383
Lehrbücher und weiterführende Literatur	394
Sachverzeichnis	397
Farbige Nuklidtafel	411
Die schwersten Elemente und ihre Erzeugung	412