

Kernphysik

Eine Einführung

Von Prof. Dr. rer. nat. Theo Mayer-Kuckuk
Universität Bonn

6., durchgesehene Auflage
Mit 149 Figuren



B. G. Teubner Stuttgart 1994

Inhalt

1 Einleitung

| | |
|---|----|
| 1.1 Was ist Gegenstand der Kernphysik | 9 |
| 1.2 Die Entdeckung des Atomkerns | 14 |
| 1.3 Einfache Streuprobleme | 16 |

2 Eigenschaften stabiler Kerne

| | |
|--|----|
| 2.1 Kernradien | 24 |
| 2.2 Kernmassen, Kernbausteine und Bindungsenergien | 30 |
| 2.3 Der Kern als Fermi-Gas, Zustandsdichte im Phasenraum | 39 |
| 2.4 Tröpfchenmodell, Grenzen der Stabilität | 47 |
| 2.5 Spin und Parität | 54 |
| 2.6 Magnetische und elektrische Momente | 56 |

3 Zerfall instabiler Kerne

| | |
|--|-----|
| 3.1 Zerfallsgesetz | 66 |
| 3.2 Natürliche Radioaktivität, Datierungsmethoden | 72 |
| 3.3 Alpha-Zerfall, Transmission durch Potentialbarrieren | 75 |
| 3.4 Kernspaltung | 84 |
| 3.5 Elektromagnetische Übergänge | 88 |
| 3.6 Innere Konversion | 97 |
| 3.7 Kernresonanzabsorption (Mößbauer-Effekt) | 99 |
| 3.8 Kernspektroskopie an instabilen Kernen | 105 |

4 Elastische Streuung

| | |
|--|-----|
| 4.1 Problemstellung | 109 |
| 4.2 Stationäre Behandlung der elastischen Streuung | 110 |
| 4.3 Partialwellen-Zerlegung | 112 |
| 4.4 Ein einfaches Beispiel | 121 |
| 4.5 Streulänge, effektive Reichweite | 125 |
| 4.6 Die Bornsche Näherung | 131 |
| 4.7 Elastische Streuung schwerer Projektilen | 137 |

5 Kernkräfte und starke Wechselwirkung

| | |
|---|-----|
| 5.1 Eigenschaften des Deuterons | 146 |
| 5.2 Nukleon-Nukleon-Streuung, Spinabhängigkeit der Kernkräfte | 151 |
| 5.3 Ladungsunabhängigkeit der Kernkräfte, Isospinformalismus | 154 |

| | |
|--|-----|
| 5.4 Der Isospin von Kernen, Allgemeines über Erhaltungsgrößen | 160 |
| 5.5 Struktur der Kernkräfte | 169 |
| 5.6 Quarks und starke Wechselwirkung | 174 |
| 6 Kernmodelle | |
| 6.1 Einteilchenzustände im mittleren Kernpotential | 185 |
| 6.2 Einfache Vorhersagen des Schalenmodells | 193 |
| 6.3 Zustände im deformierten Potential | 198 |
| 6.4 Kopplung mehrerer Nukleonen | 200 |
| 6.5 Restwechselwirkungen, Paarungskräfte und Quasiteilchen | 205 |
| 6.6 Kollektive Anregungen | 212 |
| 6.7 Weiteres zu kollektiven Anregungen: Coulomb-Anregung, Hochspin-Zustände, Riesenresonanzen | 222 |
| 7 Kernreaktionen | |
| 7.1 Übersicht über die Reaktionsmechanismen | 232 |
| 7.2 Energieverhältnisse, Kinematik | 235 |
| 7.3 Phasenraumbetrachtungen, Reziprozitätssatz | 240 |
| 7.4 Resonanzen | 244 |
| 7.5 Compound-Kern-Reaktionen | 252 |
| 7.6 Das optische Modell | 264 |
| 7.7 Direkte Reaktionen | 269 |
| 7.8 Kernreaktionen mit schweren Ionen | 276 |
| 7.9 Energiegewinnung durch Kernreaktionen | 282 |
| 8 β-Zerfall und schwache Wechselwirkung | |
| 8.1 Natur des Zerfallsprozesses, Neutrinoexperimente | 290 |
| 8.2 Energieverhältnisse und Zerfallstypen | 294 |
| 8.3 Form des Spektrums, Übergangswahrscheinlichkeiten | 297 |
| 8.4 Zur theoretischen Beschreibung des Zerfallsprozesses | 303 |
| 8.5 Kernmatrixelemente, Kopplungskonstanten | 309 |
| 8.6 Helizitätsexperimente | 312 |
| 8.7 Die elektroschwache Wechselwirkung, das Standard-Modell | 322 |
| Anhang | |
| Einheiten, Konstanten, Umrechnungsfaktoren und Formeln für kernphysikalische Rechnungen | 334 |
| Literaturhinweise auf Lehrbücher und Standardwerke | 338 |
| Literaturverzeichnis | 339 |
| Sachverzeichnis | 349 |