

Inhaltsverzeichnis

1	Gliederung nach der typischen Skala	1
2	Einführung in die Kernphysik	7
2.1	Kurze historische Einführung	7
2.2	Die wichtigsten Fakten der Kernstruktur	15
2.2.1	Zusammensetzung der Kerne	15
2.2.2	Geometrie der Kerne	18
2.2.3	Kernmassen	19
2.2.4	Zwei-Nukleonen-Potenzial	22
2.3	Modelle der Kernstruktur	28
2.3.1	Semi-empirische Beschreibung der Bindungsenergie von Kernen	29
2.3.2	Das Thomas-Fermi-Modell	35
2.3.3	Das Schalenmodell	38
2.3.4	Kurze Betrachtung der Kernmomente	46
2.3.5	Kollektives Modell	51
2.3.6	Cluster- und α -Teilchen-Modell	53
2.3.7	Möglichkeiten, Modelle an besonderen Kernen zu testen	55
2.4	Radioaktiver Zerfall	55
2.4.1	Mittlere Lebensdauer	57
2.4.2	Das exponentielle Zerfallsgesetz	58
2.4.3	Einheiten für die Radioaktivität	60
2.4.4	Der γ -Zerfall	62
2.4.5	Der β -Zerfall	69
2.4.6	Der α -Zerfall	72
2.4.7	Zerfall durch Kernspaltung	80
2.5	Allgemeine Betrachtungen zum Streuprozess	82
2.5.1	Definition von Luminosität und Wirkungsquerschnitt	82
2.5.2	Streuamplitude und Partialwellenanalyse	88
2.5.3	Das Optische Theorem	92
2.5.4	Die Struktur von Resonanzen	93

2.6	Modelle für die Kernstreuung (Kernreaktion)	95
2.6.1	Compound-Kern-Reaktionen	95
2.6.2	Das Optische Modell	98
2.7	Wichtige Beispiele kernphysikalischer Prozesse	100
2.7.1	Konzepte der Kernspaltung	100
2.7.2	Konzepte der Fusion	105
2.7.3	Die Entstehung der Elemente	108
3	Einführung in die Hadronenphysik	113
3.1	„Zoologie“ der Hadronen	113
3.1.1	Die Hadronen der Kernphysik	113
3.1.2	Beschleuniger	116
3.1.3	Pion-Nukleon-Streuung	124
3.1.4	Hadronische Resonanzen	127
3.1.5	Flavor-Quantenzahlen	130
3.1.6	Quantenzahlen diskreter Symmetrien	134
3.1.7	Farbstruktur der Hadronen	140
3.1.8	Mesonen	143
3.1.9	Baryonen	146
3.1.10	Tetraquarks	148
3.1.11	Eigenschaften der Quark-Bindung	148
3.2	Hadronische Streuvorgänge	154
3.2.1	Regge-Pol-Modell	155
3.2.2	Topologische Betrachtungen und Pomeranchuk-Pol	168
3.2.3	Hochenergetische Teilchenproduktion (Teilchenstreuung)	174
3.2.4	Hochenergetische Teilchenproduktion (Schwerionenstreuung)	188
4	Einführung in die Leptonen- und Partonenphysik	193
4.1	Kurze Einführung in die Quantenelektrodynamik	194
4.1.1	Die Klein-Gordon-Gleichung	194
4.1.2	Die Dirac-Gleichung	196
4.1.3	Einige Fakten der relativistischen Störungsrechnung	199
4.1.4	Ein zentraler Aspekt beim Pfadintegral	202
4.1.5	Feynman-Regeln	203
4.1.6	Elektron-Positron-Vernichtung in Myonen	206
4.1.7	Wichtige Querschnitte in der QED	210
4.2	Einführung in die Quantenchromodynamik	217
4.2.1	Die Farbstruktur der Quantenchromodynamik	220
4.2.2	Die Annihilation von e^+e^- zu Quarks	224
4.2.3	Tiefinelastische Streuung	226
4.2.4	Drell-Yan-Streuung	233
4.2.5	Hadronische Streuungen mit großen Transversalimpulsen	235
4.2.6	Quantenchromodynamik und „weiche“ Wechselwirkungen	236

5	Einführung in die Physik der schwachen Bosonen	245
5.1	Die Strom-Strom-Wechselwirkung	245
5.1.1	Grundlegende experimentelle Beobachtungen	246
5.1.2	Die Wechselwirkung mit geladenen Strömen	247
5.1.3	Das neutrale Kaon	253
5.1.4	CP-Verletzung	255
5.1.5	Die Wechselwirkung mit neutralen Strömen	258
5.2	Die Weinberg-Salam-Theorie	260
5.2.1	Das schwache Vektorboson	260
5.2.2	Die Symmetriestruktur der elektroschwachen Wechselwirkung	262
5.2.3	Der Nachweis der schwachen Vektorbosonen	264
6	Einführung in die Physik der Higgs-Bosonen	269
6.1	Das Higgs-Boson und die schwachen Vektorbosonen	269
6.1.1	Welche Felder werden mindestens benötigt?	269
6.1.2	Die spontane Symmetriebrechung des Higgs-Feldes	271
6.1.3	Die Higgs-Massen der schwachen Vektormesonen	273
6.2	Die Entdeckung des Higgs-Bosons	276
6.2.1	Der ATLAS-Detektor	276
6.2.2	Ein Beispiel für ein Higgs-Signal	278
6.3	Das Higgs-Boson und die Massen der Fermionen	279
6.4	Ausblick auf die Physik unterhalb der Higgs-Bosonen Masse-Skala	280
6.4.1	Was bestimmt die Massenskala des Higgs-Teilchens?	281
6.4.2	Kann die Physik bei kleineren Skalen symmetrischer werden?	281
	Literatur	283
	Sachverzeichnis	291