

Claude Amsler

Kern- und Teilchenphysik

vdf

vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Inhaltsverzeichnis

1 Entdeckung des Atomkernes	1
1.1 Rutherfordstreuung	.....2
1.1.1 Bemerkungen zu den Einheiten	.....6
1.1.2 Deutung des differentiellen Wirkungsquerschnitts	.....6
1.1.3 Rutherford-Wirkungsquerschnitt	.....8
2 Kernradius	11
2.1 Mottstreuung	..... 11
2.2 Formfaktor	..... 13
2.3 Spektroskopische Bestimmung des Kernradius	..... 18
2.4 Formfaktor des Nukleons	..... 20
3 Kernmassen	23
3.1 Fermi-Gasmodell	..... 27
3.2 Tröpfchenmodell	..... 31
4 Radioaktiver Zerfall	35
4.1 Zerfallsgesetz	..... 35
4.2 Partialbreite und totale Breite	..... 39
4.3 Poissonstatistik	..... 41
5 Kernstabilität	43
5.1 β -Zerfall	..... 43
5.2 β^+ -Zerfall	..... 47
5.3 α -Zerfall	..... 51
5.4 Induzierte Kernspaltung	..... 58
6 Schalenmodell	63
6.1 Elektrisches Quadrupolmoment	..... 68
7 Elementarteilchen	73
7.1 Einführung	..... 73
7.2 Mesonen und Baryonen	..... 76
7.3 Wechselwirkungen	..... 78
7.3.1 Erhaltungssätze	..... 81
7.3.2 Austauschkraft und Reichweite	..... 83
7.3.3 Erhaltung des Quarkflavours	..... 86
7.3.4 Wirkungsquerschnitt und Lebensdauer	..... 88
7.4 Jenseits des Standardmodells	..... 89

8 Relativistische Kinematik	93
8.1 γ -27	94
8.2 γ — μv	101
8.3 Mandelstam Variablen s und t	103
8.4 Eigenzeit	105
9 Beschleuniger und Detektoren	107
9.1 Beschleuniger	107
9.2 Wechselwirkung geladener Teilchen mit Materie	114
9.3 Vielfachstreuung	119
9.4 Bremsung von Elektronen	121
9.5 Wechselwirkung von Photonen mit Materie	122
9.6 Drahtkammer	126
9.7 Szintillationszähler	129
9.8 Blaskammer	130
9.9 Cerenkov-Zähler	130
9.10 Elektromagnetisches Kalorimeter	134
9.11 Hadron-Kalorimeter	136
10 Quarkmodell der Hadronen	139
10.1 Strangeness	139
10.2 Aufbau des Hadronenspektrums	141
10.2.1 Mesonen	141
10.2.2 Baryonen	144
10.2.3 Isospin	145
10.3 Schwere Quarks	149
10.3.1 Charmonium	151
10.3.2 Bottomonium	154
10.3.3 Quarkonium	155
10.4 Farbe	158
11 Erhaltungssätze	161
11.1 Impulserhaltung	162
11.2 Drehimpulserhaltung	162
11.3 Erhaltung der Parität	163
11.4 Interne Parität	167
11.5 Eichinvarianz	170
11.6 Helizität des Photons	172
11.7 Ladungskonjugation	179
11.8 Zeitumkehrinvarianz	183
11.8.1 Magnetisches und elektrisches Dipolmoment	184
11.9 CPT-Invarianz	187

12 Hadronische Wechselwirkung	189
12.1 2-Körperendzustand	190
12.1.1 Prinzip des detaillierten Gleichgewichts (detailed balance)	191
12.2 3-Körperendzustand	193
12.2.1 Spin des geladenen Kaons	196
12.2.2 Spin des w -Mesons	197
12.2.3 Invariante Masse	199
12.3 Isospin	201
12.3.1 Nukleon-Nukleon-Streuung	203
12.3.2 Pion-Nukleon-Streuung	205
12.4 G-Parität	208
13 Schwache Wechselwirkung	211
13.1 Entdeckung des Neutrons	212
13.2 β -Zerfall	213
13.2.1 Erlaubte und "verbotene" Übergänge	215
13.2.2 ft Wert	220
13.2.3 Die Kopplungskonstanten G_F und g_A/g_V	221
13.2.4 Sargent-Regel	221
13.3 Paritätsverletzung	223
13.3.1 Paritätsverletzung im Kern- β -Zerfall	223
13.3.2 $7r$ — — e-Zerfallskette	225
13.3.3 Das anomale magnetische Moment des Myons	227
14 Neutrinos	231
14.1 Elektron-Antineutrino	231
14.2 Masse des Elektron-Neutrinos	233
14.3 Sonnenneutrinos	234
14.4 Helizität des Neutrinos	237
14.5 Dirac- und Majorana-Neutrinos	240
14.6 Neutrino-Oszillationen	241
14.6.1 Oszillationsmechanismus	243
14.6.2 Oszillationen zwischen drei Neutrinosorten	245
14.6.3 $3,4_3$ -Oszillationen	247
14.6.4 $A4_2$ -Oszillationen	248
15 Dirac-Gleichung	251
15.1 Standard-Darstellung	254
15.2 Linkshändige und rechtshändige Spinoren	257
15.3 Parität	259
15.4 Ladungskonjugation	260
15.5 Strom	260
15.6 Strom-Strom-Wechselwirkung	261

16 Elektroschwache Wechselwirkung	265
16.1 V — A-Wechselwirkung	265
16.2 Schwacher Isospin	271
16.2.1 Neutrale schwache Ströme	273
16.2.2 Experimenteller Nachweis der neutralen Ströme	273
16.3 GIM-Mechanismus	277
16.4 Lokale Eichinvarianz in QED	279
16.5 Spontane Symmetriebrechung	282
16.6 Eichinvarianz in der elektroschwachen Wechselwirkung	284
16.7 Glashow-Weinberg-Salam-Modell	287
17 Anwendungen des Standardmodells	297
17.1 Paritätsverletzung in der Elektron-Deuterium-Streuung	297
17.2 Die W- und Z -Bosonen	302
17.2.1 W-Breite	307
17.2.2 Z -Breite	310
17.3 Neutrino-Streuung	312
17.3.1 Streuung geladener Ströme	313
17.3.2 Neutrino-Quark-Streuung	315
17.3.3 Streuung neutraler Ströme	318
17.3.4 Rein leptonische Reaktionen	320
18 Neutrale Kaonen	323
18.1 Die K_1 - und K_2 -Zustände	323
18.1.1 Messung der Lebensdauer der K_1 - und K_2 -Zustände	327
18.1.2 K — le-Schwingungen	329
18.1.3 Regeneration	331
18.2 CP-Verletzung	333
18.2.1 Indirekte CP-Verletzung	335
18.2.2 Direkte CP-Verletzung	340
18.3 Semileptonische Zerfälle	343
18.3.1 Messung der T-Verletzung	344
Literatur	347
Index	353
Farbtafeln	361