

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur ersten Ausgabe	XI
Vorwort zur zweiten und vierten Ausgabe	XV

1 Hintergrund und Begriffe	1
1.1 Größenordnungen	1
1.2 Einheiten	1
1.3 Die Sprache – Feynmangraphen	3
1.4 Literaturhinweise	7
Aufgaben	7

Teil I – Werkzeuge

9

2 Beschleuniger	10
2.1 Wozu Beschleuniger?	10
2.2 Der elektrostatische Generator (Van de Graaff)	13
2.3 Der Linearbeschleuniger	14
2.4 Strahloptik	16
2.5 Das Synchrotron	20
2.6 Laborsystem und Schwerpunktsystem	26
2.7 Speicherringe	27
2.8 Zukünftige Entwicklungen	30
2.9 Literaturhinweise	33
Aufgaben	34

3 Durchgang von Strahlung durch Materie	37
3.1 Begriffe	37
3.2 Schwere geladene Teilchen	39
3.3 Photonen	42
3.4 Elektronen	43
3.5 Kernwechselwirkungen	46
3.6 Literaturhinweise	46
Aufgaben	46

4 Detektoren	49
4.1 Szintillationszähler	49
4.2 Statistische Betrachtungen	52
4.3 Halbleiterdetektoren	55
4.4 Blaskammern	58
4.5 Funkenkammern	60
4.6 Drahtfunkenkammern	62
4.7 Zeitprojektionskammern	63
4.8 Zählerelektronik	64
4.9 Logische Schaltungen	65

4.10	Literaturhinweise	67
	Aufgaben	68

Teil II – Teilchen und Kerne **71**

5	Der subatomare Zoo	73
5.1	Masse und Spin, Fermionen und Bosonen	73
5.2	Elektrische Ladung und magnetisches Dipolmoment	78
5.3	Massenbestimmung	81
5.4	Ein erster Blick auf den subatomaren Zoo	86
5.5	Eichbosonen	87
5.6	Leptonen	90
5.7	Teilchenzerfall	91
5.8	Mesonen	96
5.9	Baryonen-Grundzustände	100
5.10	Quarks, Gluonen und intermediäre Bosonen	102
5.11	Angeregte Zustände und Resonanzen	106
5.12	Angeregte Zustände von Baryonen	110
5.13	Literaturhinweise	117
	Aufgaben	117
6	Die Struktur der subatomaren Teilchen	123
6.1	Der Ansatz: Elastische Streuung	123
6.2	Wirkungsquerschnitte und Luminosität	124
6.3	Rutherford- und Mott-Streuung	127
6.4	Formfaktoren	130
6.5	Die Ladungsverteilung kugelförmiger Kerne	135
6.6	Leptonen sind punktförmig	138
6.7	Der elastische Formfaktor der Nukleonen	143
6.8	Die Ladungsradien vom Pion und Kaon	150
6.9	Unelastische Elektronenstreuung	151
6.10	Tief unelastische Elektronenstreuung	154
6.11	Quark-Parton-Modell für tief unelastische Streuung	157
6.12	Streuung und Struktur	162
6.13	Literaturhinweise	181
	Aufgaben	181

Teil III – Symmetrien und Erhaltungssätze **185**

7	Additive Erhaltungssätze	187
7.1	Erhaltungsgrößen und Symmetrie	187
7.2	Die elektrische Ladung	192
7.3	Die Baryonenzahl	196
7.4	Leptonen- und Myonenzahl	198
7.5	Teilchen und Antiteilchen	202

7.6	Hyperladung und Strangeness (Seltsamkeit)	207
7.7	Zusätzliche Quantenzahlen von Quarks	211
7.8	Literaturhinweise	213
	Aufgaben	213
8	Drehimpuls und Isospin	216
8.1	Invarianz bezüglich der räumlichen Drehung	216
8.2	Symmetrieverletzung durch das magnetische Feld	218
8.3	Ladungsunabhängigkeit der starken Wechselwirkung	219
8.4	Der Isospin der Nukleonen	220
8.5	Isospininvarianz	221
8.6	Der Isospin von Elementarteilchen	224
8.7	Der Isospin in Kernen	227
8.8	Literaturhinweise	231
	Aufgaben	232
9	P, C und T	235
9.1	Die Paritätsoperation	235
9.2	Die Eigenparität der subatomaren Teilchen	239
9.3	Erhaltung und Verletzung der Parität	242
9.4	Die Ladungskonjugation	248
9.5	Die Zeitumkehr	252
9.6	Das Zweizustandsproblem	255
9.7	Die neutralen Kaonen	257
9.8	Der Sturz der CP -Invarianz	263
9.9	Literaturhinweise	266
	Aufgaben	267

Teil IV – Wechselwirkungen **273**

10	Elektromagnetische Wechselwirkung	275
10.1	Die Goldene Regel	275
10.2	Der Phasenraum	280
10.3	Die klassische elektromagnetische Wechselwirkung	284
10.4	Photonenemission	287
10.5	Multipolstrahlung	295
10.6	Elektromagnetische Streuung von Leptonen	298
10.7	Kollidierende Elektron-Positron-Strahlen	302
10.8	Gültigkeit der Quantenelektrodynamik (QED) bei hoher Impuls- übertragung	304
10.9	Die Photon-Hadron-Wechselwirkung: Vektormesonen	308
10.10	Elektron-Positron-Stöße und Quarks	313
10.11	Die Photon-Hadron-Wechselwirkung: reelle und raumartige Photonen	317
10.12	Zusammenfassung und offene Probleme	326
10.13	Literaturhinweise	327
	Aufgaben	328

11	Die schwache Wechselwirkung	332
11.1	Das kontinuierliche β -Spektrum	332
11.2	Halbwertszeiten beim β -Zerfall	337
11.3	Die Strom-Strom-Wechselwirkung	338
11.4	Ein Überblick über schwache Prozesse	344
11.5	Der Zerfall des Myons	348
11.6	Der schwache Strom aus Leptonen	351
11.7	Die schwache Kopplungskonstante G	356
11.8	Seltsame und nichtseltsame schwache Ströme	357
11.9	Schwache Ströme in der Kernphysik	359
11.10	Massive (massebehaftete) Neutrinos	364
11.11	Der schwache Strom von Hadronen bei hoher Energie	367
11.12	Literaturhinweise	379
	Aufgaben	380
12	Einführung in die Eichfeldtheorien	385
12.1	Einführung	385
12.2	Potentiale in der Quantenmechanik – der Aharonov-Bohm-Effekt	388
12.3	Eichinvarianz für Nicht-Abelsche Felder	391
12.4	Massives (massebehaftetes) Eichboson	396
12.5	Literaturhinweise	403
	Aufgaben	403
13	Die elektroschwache Theorie	405
13.1	Einleitung	405
13.2	Die Eichbosonen und der schwache Isospin	406
13.3	Die elektroschwache Wechselwirkung	410
13.4	Tests des Standard-Modells	416
13.5	Literaturhinweise	421
	Aufgaben	422
14	Hadronische Wechselwirkungen	424
14.1	Reichweite und Stärke von niederenergetischen hadronischen Wechselwirkungen	426
14.2	Die Pion-Nukleon-Wechselwirkung – Überblick	429
14.3	Die Form der Pion-Nukleon-Wechselwirkung	433
14.4	Die Yukawa-Theorie der Kernkräfte	436
14.5	Eigenschaften der Nukleon-Nukleon-Kraft	438
14.6	Mesonentheorie der Nukleon-Nukleon-Kraft	447
14.7	Hadronische Prozesse bei hohen Energien	449
14.8	Die Farbkraft, Quantenchromodynamik	456
14.9	Literaturhinweise	463
	Aufgaben	465

Teil V – Modelle	471
15 Quarks, Mesonen und Baryonen	473
15.1 Einführung	473
15.2 Quarks als Bausteine der Hadronen	473
15.3 Jagd auf Quarks	476
15.4 Mesonen als gebundene Quarkzustände	477
15.5 Baryonen als gebundene Quarkzustände	480
15.6 Die Hadronenmassen	482
15.7 QCD (Quantenchromodynamik) und Quarkmodelle der Hadronen	485
15.8 Charmonium, Ypsilon: Schwere Mesonen	494
15.9 Ausblick und Probleme	496
15.10 Literaturhinweise	498
Aufgaben	499
16 Das Tröpfchen-Modell, das Fermi-Gas-Modell, schwere Ionen	503
16.1 Das Tröpfchenmodell	503
16.2 Das Fermi-Gas-Modell	508
16.3 Reaktionen schwerer Ionen	510
16.4 Literaturhinweise	516
Aufgaben	517
17 Das Schalenmodell	521
17.1 Die magischen Zahlen	522
17.2 Die abgeschlossenen Schalen	525
17.3 Die Spin-Bahn-Wechselwirkung	530
17.4 Das Einteilchen-Schalen-Modell	533
17.5 Verallgemeinerung des Einteilchen-Modells	535
17.6 Isobare Analog-Resonanzen	537
17.7 Literaturhinweise	543
Aufgaben	544
18 Das Kollektiv-Modell	546
18.1 Kerndeformationen	547
18.2 Rotationsspektren von Kernen ohne Spin	550
18.3 Rotationsfamilien	555
18.4 Einteilchenbewegung in deformierten Kernen (Nilssonmodell)	558
18.5 Vibrationszustände in sphärischen Kernen	563
18.6 Das wechselwirkende Bosonenmodell	567
18.7 Hochangeregte Zustände, Riesenresonanzen	568
18.8 Kernmodelle – Abschließende Bemerkungen	572
18.9 Literaturhinweise	575
Aufgaben	577

19	Nukleare Astrophysik	583
19.1	Kosmische Strahlung	583
19.2	Sternenergie	589
19.3	Neutrino-Astronomie	592
19.4	Kernsynthese	595
19.5	Erlöschen von Sternen und Neutronensterne	600
19.6	Der Anfang des Universums	604
19.7	Abschließende Bemerkungen	606
19.8	Literaturhinweise	608
	Aufgaben	610

Teil VI – Anhang Tabellen **613**

A1	Die am häufigsten verwendeten Konstanten	614
A2	Eine vollständigere Zusammenstellung von Konstanten	615
A3	Eigenschaften stabiler Teilchen	618
A4	Stabile und instabile Mesonen	625
A5	Stabile und instabile Baryonen	628
A6	Periodensystem der Elemente	631
A7	Kumulierter Index von A-Ketten	632
A8	Kugelfunktionen	633

Sachregister	635
---------------------------	------------