

Inhaltsverzeichnis

1	Quantenverhalten	1
1.1	Mechanik in atomaren Dimensionen	1
1.2	Ein Experiment mit Kugeln	2
1.3	Ein Experiment mit Wellen	3
1.4	Ein Experiment mit Elektronen	5
1.5	Die Interferenz von Elektronenwellen	7
1.6	Beobachtung der Elektronen	8
1.7	Grundprinzipien der Quantenmechanik	12
1.8	Das Unbestimmtheitsprinzip	14
2	Die Beziehung zwischen dem Wellen- und dem Teilchenbild	17
2.1	Wahrscheinlichkeitsamplituden	17
2.2	Messung von Ort und Impuls	18
2.3	Beugung an Kristallen	22
2.4	Die Größe eines Atoms	25
2.5	Energieniveaus	27
2.6	Philosophische Konsequenzen	28
3	Wahrscheinlichkeitsamplituden	33
3.1	Die Gesetze zur Kombination von Amplituden	33
3.2	Das Interferenzbild bei zwei Spalten	38
3.3	Streuung an einem Kristall	41
3.4	Identische Teilchen	44
4	Identische Teilchen	49
4.1	Bose-Teilchen und Fermi-Teilchen	49
4.2	Zustände mit zwei Bose-Teilchen	52
4.3	Zustände mit n Bose-Teilchen	56
4.4	Emission und Absorption von Photonen	58
4.5	Das Spektrum des schwarzen Körpers	60
4.6	Flüssiges Helium	66
4.7	Das Ausschließungsprinzip	66
5	Spin eins	73
5.1	Das Filtern von Atomen mit einem Stern-Gerlach-Apparat	73
5.2	Experimente mit gefilterten Atomen	79
5.3	Stern-Gerlach-Filter in Serie	81
5.4	Basiszustände	82
5.5	Interferierende Amplituden	85
5.6	Die Maschinerie der Quantenmechanik	88

5.7	Transformation auf eine andere Basis	91
5.8	Andere Situationen	93
6	Spin 1/2	95
6.1	Transformation von Amplituden	95
6.2	Transformation auf ein gedrehtes Koordinatensystem	97
6.3	Drehungen um die z -Achse	102
6.4	Drehungen um 180° und um 90° um die y -Achse	106
6.5	Drehungen um die x -Achse	110
6.6	Beliebige Drehungen	112
7	Die Zeitabhängigkeit der Amplituden	117
7.1	Atome in Ruhe; stationäre Zustände	117
7.2	Gleichförmige Bewegung	120
7.3	Potentielle Energie; Energieerhaltung	124
7.4	Kräfte und klassischer Grenzfall	128
7.5	Die „Präzession“ eines Spin-1/2-Teilchens	131
8	Die Hamilton-Matrix	135
8.1	Amplituden und Vektoren	135
8.2	Zerlegung von Zustandsvektoren	137
8.3	Was sind die Basiszustände der Welt?	141
8.4	Wie sich die Zustände mit der Zeit ändern	143
8.5	Die Hamilton-Matrix	147
8.6	Das Ammoniakmolekül	148
9	Der Ammoniak-Maser	155
9.1	Die Zustände eines Ammoniakmoleküls	155
9.2	Das Molekül in einem elektrostatischen Feld	160
9.3	Übergänge in einem zeitabhängigen Feld	166
9.4	Übergänge bei Resonanz	169
9.5	Übergänge in der Nähe der Resonanz	171
9.6	Die Lichtabsorption	173
10	Andere Zweizustandssysteme	177
10.1	Das Ion des Wasserstoffmoleküls	177
10.2	Kernkräfte	184
10.3	Das Wasserstoffmolekül	187
10.4	Das Benzolmolekül	190
10.5	Farbstoffe	193
10.6	Die Hamilton-Matrix für ein Spin-1/2-Teilchen im Magnetfeld	194
10.7	Das rotierende Elektron im Magnetfeld	197
11	Weitere Zweizustandssysteme	201
11.1	Die Pauli-Matrizen	201
11.2	Die Spinmatrizen als Operatoren	207
11.3	Die Lösung der Zweizustandsgleichung	211
11.4	Die Polarisationszustände des Photons	212
11.5	Das neutrale K-Meson	217

11.6	Verallgemeinerung auf N -Zustandssysteme	228
12	Die Hyperfeinaufspaltung im Wasserstoff	233
12.1	Basiszustände für ein System mit zwei Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen	233
12.2	Der Hamilton-Operator für den Grundzustand des Wasserstoffs	236
12.3	Die Energieniveaus	242
12.4	Die Zeeman-Aufspaltung	245
12.5	Die Zustände in einem magnetischen Feld	249
12.6	Die Projektionsmatrix für Spin eins	253
13	Ausbreitung im Kristallgitter	257
13.1	Zustände des Elektrons im eindimensionalen Gitter	257
13.2	Zustände mit bestimmter Energie	260
13.3	Zeitabhängige Zustände	265
13.4	Ein Elektron im dreidimensionalen Gitter	266
13.5	Weitere Zustände in einem Gitter	268
13.6	Streuung an Fehlerstellen in einem Gitter	270
13.7	Einfang durch eine Gitterfehlerstelle	273
13.8	Streuamplituden und gebundene Zustände	274
14	Halbleiter	277
14.1	Elektronen und Löcher in Halbleitern	277
14.2	Unreine Halbleiter	283
14.3	Der Hall-Effekt	286
14.4	Halbleiter-Übergänge	288
14.5	Gleichrichtung an einem Halbleiter-Übergang	292
14.6	Der Transistor	294
15	Die Näherung unabhängiger Teilchen	297
15.1	Spinwellen	297
15.2	Zwei-Spin-Wellen	301
15.3	Unabhängige Teilchen	304
15.4	Das Benzolmolekül	305
15.5	Weitere organische Verbindungen	311
15.6	Andere Anwendungen der Näherung	315
16	Die Ortsabhängigkeit der Amplituden	317
16.1	Amplituden auf einer Linie	317
16.2	Die Wellenfunktion	322
16.3	Zustände mit bestimmtem Impuls	324
16.4	Normierung der x -Zustände	327
16.5	Die Schrödinger-Gleichung	331
16.6	Quantisierte Energieniveaus	334
17	Symmetrien und Erhaltungssätze	339
17.1	Symmetrie	339
17.2	Symmetrie und Erhaltung	343
17.3	Die Erhaltungssätze	348
17.4	Polarisiertes Licht	352

17.5	Der Zerfall des Λ^0	354
17.6	Zusammenstellung der Drehmatrizen	360
18	Drehimpuls	363
18.1	Elektrische Dipolstrahlung	363
18.2	Streuung des Lichts	366
18.3	Die Vernichtung von Positronium	369
18.4	Drehmatrix für beliebige Spins	376
18.5	Messung eines Kernspins	381
18.6	Addition von Drehimpulsen	382
18.7	Zusatz 1: Herleitung der Drehmatrix	389
18.8	Zusatz 2: Erhaltung der Parität bei der Photonenemission	393
19	Das Wasserstoffatom und das Periodensystem	395
19.1	Die Schrödinger-Gleichung für das Wasserstoffatom	395
19.2	Kugelsymmetrische Lösungen	397
19.3	Zustände mit Winkelabhängigkeit	402
19.4	Die allgemeine Lösung für Wasserstoff	408
19.5	Die Wasserstoff-Wellenfunktionen	411
19.6	Das Periodensystem	414
20	Operatoren	421
20.1	Operationen und Operatoren	421
20.2	Mittlere Energien	424
20.3	Die mittlere Energie eines Atoms	428
20.4	Der Ortsoperator	430
20.5	Der Impulsoperator	432
20.6	Drehimpuls	438
20.7	Die zeitliche Änderung der Mittelwerte	441
21	Die Schrödinger-Gleichung in einem klassischen Kontext	445
21.1	Die Schrödinger-Gleichung im Magnetfeld	445
21.2	Die Kontinuitätsgleichung für Wahrscheinlichkeiten	448
21.3	Zwei Arten von Impuls	450
21.4	Die Bedeutung der Wellenfunktion	452
21.5	Supraleitfähigkeit	453
21.6	Der Meissner-Effekt	455
21.7	Flussquantisierung	458
21.8	Die Dynamik der Supraleitfähigkeit	461
21.9	Der Josephson-Übergang	464
Feynmans Epilog		471
Index Band V		473
Gesamtindex		477
Personenverzeichnis		493