

Inhaltsverzeichnis

1	Quantenverhalten	1
1.1	Atommechanik	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	13
1.8	Das Unbestimmtheitsprinzip	14
2	Die Beziehung zwischen dem Wellen- und Teilchenstandpunkt	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	42
3.4	Identische Teilchen	45
4	Identische Teilchen	51
4.1	Bose-Teilchen und Fermi-Teilchen	51
4.2	Zustände mit zwei Bose-Teilchen	54
4.3	Zustände mit n Bose-Teilchen	58
4.4	Emission und Absorption von Photonen	61
4.5	Das Spektrum des schwarzen Körpers	63
4.6	Flüssiges Helium	69
4.7	Das Ausschließungsprinzip	69
5	Spin eins	75
5.1	Das Filtern von Atomen mit einer Stern-Gerlach-Apparatur	75
5.2	Experimente mit gefilterten Atomen	81
5.3	Stern-Gerlach-Filter in Serie	83
5.4	Basiszustände	85
5.5	Interferierende Amplituden	87
5.6	Die Maschinerie der Quantenmechanik	91
5.7	Transformation auf eine andere Basis	94
5.8	Andere Situationen	96

6	Spin 1/2	99
6.1	Transformation von Amplituden	99
6.2	Transformation auf ein gedrehtes Koordinatensystem	101
6.3	Drehungen um die z -Achse	106
6.4	Drehungen von 180° und 90° um y	110
6.5	Drehungen um x	115
6.6	Beliebige Drehungen	116
7	Die Zeitabhängigkeit der Amplituden	121
7.1	Atome in Ruhe; stationäre Zustände	121
7.2	Gleichförmige Bewegung	124
7.3	Potentielle Energie; Energieerhaltung	128
7.4	Kräfte; der klassische Grenzfall	133
7.5	Die „Präzession“ eines Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchens	136
8	Die Hamiltonsche Matrix	141
8.1	Amplituden und Vektoren	141
8.2	Zerlegung von Zustandsvektoren	144
8.3	Was sind die Basiszustände der Welt?	147
8.4	Wie sich die Zustände mit der Zeit verändern	150
8.5	Die Hamiltonsche Matrix	154
8.6	Das Ammoniakmolekül	155
9	Der Ammoniak-Maser	161
9.1	Die Zustände eines Ammoniakmoleküls	161
9.2	Das Molekül in einem elektrostatischen Feld	167
9.3	Übergänge in einem zeitabhängigen Feld	173
9.4	Übergänge bei Resonanz	176
9.5	Übergänge ohne Resonanz	179
9.6	Die Lichtabsorption	180
10	Andere Zweizustandssysteme	183
10.1	Das Ion des Wasserstoffmoleküls	183
10.2	Kernkräfte	190
10.3	Das Wasserstoffmolekül	193
10.4	Das Benzolmolekül	196
10.5	Farbstoffe	199
10.6	Die Hamiltonsche Matrix für ein Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen in einem magnetischen Feld ..	200
10.7	Das Elektron mit Spin in einem magnetischen Feld	204
11	Weitere Zweizustandssysteme	209
11.1	Die Paulischen Spin-Matrizen	209
11.2	Die Spin-Matrizen als Operatoren	215
11.3	Die Lösung der Zweizustandsgleichungen	220
11.4	Die Polarisationszustände des Photons	221
11.5	Das neutrale K-Meson	226
11.6	Verallgemeinerung auf N -Zustandssysteme	238

12	Die Hyperfeinaufspaltung im Wasserstoff	243
12.1	Basiszustände für ein System mit zwei Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen	243
12.2	Der Hamiltonoperator für den Grundzustand des Wasserstoffs	246
12.3	Die Energieniveaus	253
12.4	Die Zeeman-Aufspaltung	256
12.5	Die Zustände in einem magnetischen Feld	261
12.6	Die Projektionsmatrix für Spin eins	264
13	Ausbreitung in einem Kristallgitter	269
13.1	Zustände eines Elektrons in einem eindimensionalen Gitter	269
13.2	Zustände mit bestimmter Energie	273
13.3	Zeitabhängige Zustände	277
13.4	Ein Elektron in einem dreidimensionalen Gitter	279
13.5	Weitere Zustände in einem Gitter	281
13.6	Streuung an Fehlerstellen in einem Gitter	282
13.7	Einfang durch eine Gitterfehlerstelle	285
13.8	Streuamplituden und gebundene Zustände	287
14	Halbleiter	289
14.1	Elektronen und Löcher in Halbleitern	289
14.2	Unreine Halbleiter	295
14.3	Der Hall-Effekt	298
14.4	Halbleiter-Übergänge	300
14.5	Gleichrichtung an einem Halbleiter-Übergang	304
14.6	Der Transistor	306
15	Die Näherung unabhängiger Teilchen	309
15.1	Spin-Wellen	309
15.2	Zwei-Spin-Wellen	314
15.3	Unabhängige Teilchen	316
15.4	Das Benzolmolekül	318
15.5	Weitere organische Chemie	324
15.6	Andere Anwendungen der Näherung	328
16	Die Ortsabhängigkeit der Amplituden	331
16.1	Amplituden auf einer Linie	331
16.2	Die Wellenfunktion	336
16.3	Zustände mit bestimmtem Impuls	339
16.4	Normierung der x -Zustände	342
16.5	Die Schrödinger-Gleichung	346
16.6	Quantisierte Energieniveaus	350
17	Symmetrie und Erhaltungssätze	355
17.1	Symmetrie	355
17.2	Symmetrie und Erhaltung	359
17.3	Die Erhaltungssätze	365
17.4	Polarisiertes Licht	369
17.5	Der Zerfall des Λ^0	371
17.6	Zusammenstellung der Drehmatrizen	377

18	Drehimpuls	381
18.1	Elektrische Dipolstrahlung	381
18.2	Streuung des Lichts	384
18.3	Die Vernichtung von Positronium	388
18.4	Drehmatrix für beliebigen Spin	395
18.5	Messung eines Kern-Spins	399
18.6	Zusammensetzen von Drehimpulsen	401
19	Das Wasserstoffatom und das Periodensystem	415
19.1	Die Schrödinger-Gleichung für das Wasserstoffatom	415
19.2	Kugelsymmetrische Lösungen	417
19.3	Zustände mit Winkelabhängigkeit	423
19.4	Die allgemeine Lösung für Wasserstoff	428
19.5	Die Wasserstoff-Wellenfunktionen	432
19.6	Das Periodensystem	435
20	Operatoren	443
20.1	Operationen und Operatoren	443
20.2	Mittlere Energien	446
20.3	Die mittlere Energie eines Atoms	450
20.4	Der Ortsoperator	453
20.5	Der Impulsoperator	455
20.6	Drehimpuls	462
20.7	Die zeitliche Änderung der Mittelwerte	465
21	Die Schrödinger-Gleichung in einem klassischen Zusammenhang	469
21.1	Die Schrödinger-Gleichung in einem Magnetfeld	469
21.2	Die Kontinuitätsgleichung für Wahrscheinlichkeiten	472
21.3	Zwei Arten von Impuls	474
21.4	Die Bedeutung der Wellenfunktion	476
21.5	Supraleitfähigkeit	478
21.6	Der Meissner-Effekt	480
21.7	Flussquantisierung	482
21.8	Die Dynamik der Supraleitfähigkeit	486
21.9	Der Josephson-Übergang	488
	Feynmans Epilog	497
	Index	499