

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Allgemeine Formulierung: Erster Teil und einfache Beispiele	1
1.1 Die Grundannahmen in Umrissen	1
1.2 Observablen und zugeordnete Operatoren	5
1.2.1 Das Korrespondenzprinzip	5
1.2.2 Schrödinger-Darstellung und Aufenthaltswahrscheinlichkeit	8
1.2.3 Vektoroperatoren	10
1.3 Die Parität	13
1.4 Der harmonische Oszillator	17
1.4.1 Der lineare Oszillator	17
1.4.2 Der dreidimensionale isotrope Oszillator	20
1.5 Die Zeitentwicklung der Erwartungswerte	22
1.6 Die allgemeine Unschärferelation	25
1.7 Periodische Potentiale in einer Raumdimension	28
1.7.1 Die allgemeine Theorie	29
1.7.2 Das periodische Kastenpotential als Beispiel	32
2 Der Drehimpuls	37
2.1 Drehimpuls-Algebra und Spektrum	37
2.2 Der Bahndrehimpuls eines Teilchens	41
2.2.1 Spektrum und Eigenvektoren	41
2.2.2 Kugelfunktionen	44
3 Gebundene Zustände in einem Zentralpotential	49
3.1 Vertauschbare Operatoren und simultane Eigenvektoren	49
3.2 Das diskrete Spektrum des Hamilton-Operators	51
3.3 Der isotrope Oszillator nochmals	58
3.4 Ein Teilchen im Coulomb-Potential	60
3.4.1 Die Eigenfunktionen des Hamilton-Operators	60
3.4.2 Die dynamische Symmetrie	66
4 Geladene Teilchen im äußeren elektromagnetischen Feld	70
4.1 Minimale Kopplung und Eichinvarianz	71

4.2	Spezialfälle äußerer Felder	74
4.3	Mehrere Teilchen	75
5	Störungstheorie der Eigenwerte	77
5.1	Störungstheorie eines mehrfachen Eigenwertes	77
5.1.1	Vorbemerkungen zur Basiswahl	77
5.1.2	Die Störung als formale Potenzreihe	79
5.2	Einfache Anwendung: Modell des Leuchtelektrons für Alkaliatome	84
6	Streuprozesse	86
6.1	Fourier-Transformation und Temperierte Distributionen	86
6.1.1	Die rasch abfallenden Testfunktionen	86
6.1.2	Temperierte Distributionen	89
6.2	Wellenpakete freier Teilchen	93
6.3	Die Resolvente des freien Hamilton-Operators und Greensche Funktionen	97
6.4	Schema eines Streuexperiments und Wirkungsquerschnitt	100
6.5	Streuung eines Teilchens an einem zeitunabhängigen Potential	101
6.6	Streulösungen und Wirkungsquerschnitt	107
6.7	Streuung am Zentralpotential	111
6.7.1	Partialwellen und Streuphasen	111
6.7.2	Das attraktive Exponentialpotential als Beispiel	119
6.8	Die Streuung am Coulomb-Potential	125
6.9	Die Møller-Operatoren	128
6.10	Møller-Operatoren und Eigendistributionen der Lippmann-Schwinger-Gl.	133
6.11	Der Streuoperator	137
7	Teilchen mit Spin-$\frac{1}{2}$	140
7.1	Hilbert-Raum und Observablen	140
7.2	Ein Spin- $\frac{1}{2}$ -Teilchen im elektromagnetischen Feld	142
7.2.1	Allgemeiner Hamilton-Operator	142
7.2.2	Die Bewegung im Feld einer zeitunabhängigen homogenen magnetischen Induktion	145
7.3	Der Gesamtdrehimpuls und die Clebsch-Gordan-Koeffizienten	149
7.4	Die Spin-Bahn-Kopplung	152
8	Zur Spektraltheorie selbstadjungierter Operatoren	155
8.1	Die Spektralzerlegung	155
8.2	Eigendistributionen und verallgemeinerte Vollständigkeitsrelation	159
9	Allgemeine Formulierung: Zweiter Teil	164
9.1	Die Meßwahrscheinlichkeit spezieller Observablenwerte	164
9.2	Der Statistische Operator	167
9.2.1	Reine Gesamtheiten	167

9.2.2	Gemischte Gesamtheiten	170
9.3	Die Bilder der Zeitentwicklung	176
9.3.1	Das Schrödinger-Bild	176
9.3.2	Das Heisenberg-Bild	178
9.3.3	Das Wechselwirkungsbild	179
9.3.4	Der Oszillator im äußeren Feld als Beispiel	182
9.4	Die Bewegungsumkehr	185
9.5	Meßprozeß und Korrelationen	189
10	Identische Teilchen	194
10.1	Das Tensorprodukt von Hilbert-Räumen	194
10.2	Fermi-Dirac-Statistik und Bose-Einstein-Statistik	196
10.3	Zwei Elektronen im Coulomb-Potential	203
10.3.1	Die Grobstruktur heliumartiger Atome	203
10.3.2	Variationsmethoden und Grundzustand	208
10.4	Das n -Elektronen-Atom: der Virialsatz	211
10.5	Der Fock-Raum	213
10.6	Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren und der Feldoperator	216
10.6.1	Bosonen	216
10.6.2	Fermionen	223
10.7	Die großkanonische Gesamtheit	230
10.7.1	Modell unabhängiger Teilchen und mittlere Besetzungszahlen	232
10.7.2	Ideale Quantengase	235
A	Lineare Operatoren in einem separablen komplexen Hilbert-Raum	240
A.1	Hilbert-Räume	240
A.1.1	Der abstrakte Hilbert-Raum	240
A.1.2	Folgerungen aus den Axiomen	241
A.1.3	Konkrete Hilbert-Räume	243
A.2	Lineare Operatoren	245
A.2.1	Beschränkte auf ganz \mathcal{H} definierte Operatoren	245
A.2.2	Unbeschränkte Operatoren	248
A.2.3	Das Spektrum eines selbstadjungierten Operators	249
	Lösungen der Aufgaben	253
	Literaturverzeichnis	279
	Index	282