

Inhaltsverzeichnis

1	Zur Struktur der Quantenmechanik	1
1.1	Der quantenmechanische Hilbert-Raum	1
1.1.1	Operatoren	2
1.1.2	Die Dirac'sche Notation	6
1.2	Die Dichte-Matrix	9
1.2.1	Beispiel: Spin-1/2-Teilchen	10
1.3	Unschärfe-Relationen	12
2	Zeitunabhängige Störungstheorie	15
2.1	Ohne Entartung der ungestörten Energie-Niveaus	15
2.2	Entartete Störungstheorie	19
2.3	Die Spin-Bahn-Kopplung	21
3	Zeitentwicklung und Symmetrien	27
3.1	Zeitliche Entwicklung von Zuständen & Operatoren	27
3.2	Translationen, Drehungen, Galilei-Invarianz	32
3.2.1	Räumliche Translationen	32
3.2.2	Drehungen	34
3.3	Invarianz gegenüber Zeit-Umkehr	38
4	Störungstheorie zeitabhängiger Prozesse	43
4.1	Schrödinger-Bild	43
4.2	Dirac- oder Wechselwirkungsbild	46
4.3	Übergänge 1. Ordnung	48
4.3.1	Zeitunabhängiges Potential	49
4.3.2	Zeitlich periodisches Potential	50
4.4	Potentialstreuung: 1. Ordnung Störungstheorie	51
5	Quantisierung des elektromagnetischen Feldes	55
5.1	Quantisierung des freien elektromagnetischen Feldes	55
5.1.1	Maxwell-Gleichungen und Korrespondenzprinzip	55
5.1.2	Quantisierung des harmonischen Oszillators	60
5.1.3	Quantisierung des Lichtfeldes	61
5.2	Eigenschaften des Strahlungsfeldes	65
5.2.1	Kohärente Zustände	65
5.2.2	Wechselwirkung von Strahlung mit Materie	71

5.2.3	Lebensdauer eines angeregten Zustandes	75
6	Zweite Quantisierung	79
6.1	Identische Teilchen	79
6.1.1	Ununterscheidbarkeit, Permutationen	79
6.1.2	Bosonen und Fermionen	83
6.2	Erzeugungs- und Vernichtungsoperatoren	85
6.2.1	Fockraum	85
6.2.2	Vertauschungsrelationen	86
6.3	Licht-Materie-Wechselwirkung in zweiter Quantisierung	87
6.3.1	Licht-Materie Hamiltonian in zweiter Quantisierung	88
6.3.2	Nichtrelativistische Bremsstrahlung	92
7	Relativistische Quantenmechanik	101
7.1	Grundlagen der Relativitätstheorie	101
7.2	Die Klein-Gordon-Gleichung	103
7.2.1	Herleitung der Klein-Gordon-Gleichung	103
7.2.2	Diskussion der Klein-Gordon-Gleichung	104
7.3	Die Dirac-Gleichung	106
7.3.1	Wahrscheinlichkeits-Ströme und -Dichten	110
7.3.2	Lösung der Dirac-Gleichung für freie Teilchen	111
7.3.3	Dirac-Gleichung im Zentralfeld	113
7.3.4	Nicht-relativistischer Grenzfall der Dirac-Gleichung	116
7.3.5	Relativistische Korrekturen	118
7.4	Das reale Wasserstoff-Atom	122
7.4.1	Relativistische Korrekturen	122
7.4.2	Der Einfluß eines Magnetfeldes	125
8	Moleküle, Bindungen und Mehrteilchensysteme	127
8.1	Das Helium-Atom	127
8.1.1	Grundzustand	128
8.1.2	Angeregte Zustände	134
8.2	Das Wasserstoffmolekül-Ion H_2^+	138
8.2.1	Born-Oppenheimer-Näherung	141
8.3	Das Wasserstoffmolekül H_2	143
8.4	Allgemeines zur chemischen Bindung	145
8.4.1	LCAO	146
8.4.2	Bindungstypen	148
8.4.3	Hybridisierung	150
8.4.4	Modifizierte Tetraederstrukturen	152
8.5	Hartree-Fock-Verfahren	155