

Fortgeschrittene Quantentheorie

Prof. Dr. Alejandro Muramatsu
Institut für Theoretische Physik III
Universität Stuttgart

Wintersemester 2011/12

Inhaltsverzeichnis

1	Zeitabhängige Störungstheorie	4
1.1	Perturbative Lösung der Schrödinger-Gleichung	4
1.1.1	Periodische Störung	6
1.2	Wechselwirkung eines Atoms mit elektromagnetischen Wellen	12
1.2.1	Felder und Potentiale einer ebenen Welle	12
1.2.2	Wechselwirkung mit der em-Welle	14
1.2.3	Elektrische Dipolübergänge	16
1.2.4	Antwort eines Atoms bei nichtresonanter Anregung	19
1.2.5	Absorption und stimulierte Emission	23
2	Relativistische Quantenmechanik	25
2.1	Einsteinsches Relativitätsprinzip (Spezielle Relativitätstheorie)	25
2.1.1	Ereignisse und der Minkowski-Raum	25
2.1.2	Lorentz-Transformationen	26
2.1.3	Tensoren in einem n -dimensionalen Raum	27
2.1.4	Vierervektoren, Vierertensoren	30
2.1.5	Lorentz-Transformationen im Viererraum	33
2.2	Relativistische Quantenmechanik	38
2.2.1	Die Schrödinger-Gleichung und Galilei-Transformationen	38
2.2.2	Die Klein-Gordon-Gleichung	42
2.2.3	Die Dirac-Gleichung	45
2.2.4	Transformationseigenschaften der Dirac-Gleichung	48
2.2.5	Drehungen und Spin	51
2.2.6	Freies massives Teilchen	51
2.2.7	Ladungskonjugation und Antiteilchen	54
3	Zweite Quantisierung. Quantenfeldtheorie	57
3.1	Quantenmechanik identischer Teilchen	57
3.1.1	Permutationsoperatoren	59
3.1.2	Symmetrisierungs- und Antisymmetrisierungsoperatoren	61
3.2	Das Symmetrisierungspostulat. Bosonen und Fermionen	63
3.2.1	Besetzungszahl-Zustand für Bosonen	64
3.2.2	Bose-Einstein-Statistik	68
3.2.3	Fermionen und das Ausschlußprinzip. Slater-Determinante.	72
3.2.4	Fermi-Dirac-Statistik	76
3.3	Die Schrödinger-Gleichung für N identische Teilchen.	77
3.3.1	Bosonen	78
3.3.2	Fermionen	84
3.4	Zweite Quantisierung	86

3.4.1	Bosonen in zweiter Quantisierung	86
3.4.2	Fermionen in zweiter Quantisierung	91
3.4.3	Feldoperatoren	94
3.5	Quantenfeldtheorie	97
3.5.1	Skalare Felder	97
3.5.2	Dirac-Felder	100
4	Das Fermigas und die Fermi-Flüssigkeit	103
4.1	Das Fermigas	103
4.1.1	Periodische Randbedingungen	103
4.1.2	Hamiltonoperator, Fermi-Impuls und Fermi-Energie	104
4.1.3	Grundzustandseigenschaften des Fermigases	106
4.1.4	Tiefemperatureigenschaften des Fermigases	107
4.2	Die Fermi-Flüssigkeit	116