

Fortgeschrittene Quantentheorie

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

Wintersemester 2014/15

Inhaltsverzeichnis

1	Zeitabhängige Störungstheorie	5
1.1	Perturbative Lösung der Schrödinger-Gleichung	6
1.1.1	Periodische Störung	7
1.2	Wechselwirkung eines Atoms mit elektromagnetischen Wellen	13
1.2.1	Felder und Potentiale einer ebenen Welle	13
1.2.2	Wechselwirkung mit der em-Welle	16
1.2.3	Antwort eines Atoms bei nichtresonanter Anregung	20
1.2.4	Absorption und stimulierte Emission	24
2	Relativistische Quantenmechanik	27
2.1	Einsteinsches Relativitätsprinzip (Spezielle Relativitätstheorie)	27
2.1.1	Ereignisse und der Minkowski-Raum	27
2.1.2	Lorentz-Transformationen	28
2.1.3	Tensoren in einem n -dimensionalen Raum	29
2.1.4	Vierervektoren, Vierertensoren	33
2.1.5	Lorentz-Transformationen im Viererraum	36
2.2	Relativistische Quantenmechanik	41
2.2.1	Die Schrödinger-Gleichung und Galilei-Transformationen	41
2.2.2	Die Klein-Gordon-Gleichung	45
2.2.3	Die Dirac-Gleichung	48
2.2.4	Transformationseigenschaften der Dirac-Gleichung	51
2.2.5	Drehungen und Spin	54
2.2.6	Freies massives Teilchen	54
2.2.7	Ladungskonjugation und Antiteilchen	57
3	Zweite Quantisierung. Quantenfeldtheorie	61
3.1	Quantenmechanik identischer Teilchen	61
3.1.1	Permutationsoperatoren	63
3.1.2	Symmetrisierungs- und Antisymmetrisierungsoperatoren	65
3.2	Das Symmetrisierungspostulat. Bosonen und Fermionen	67
3.2.1	Besetzungszahl-Zustand für Bosonen	69
3.2.2	Bose-Einstein-Statistik	72

4	<i>Prof. Dr. A. Muramatsu - Fortgeschrittene Quantentheorie WS 2014/15</i>	
	3.2.3 Fermionen und das Ausschlußprinzip. Slater-Determinante.	76
	3.2.4 Fermi-Dirac-Statistik	80
3.3	Die Schrödinger-Gleichung für N identische Teilchen.	81
	3.3.1 Bosonen	82
	3.3.2 Fermionen	88
3.4	Zweite Quantisierung	90
	3.4.1 Bosonen in zweiter Quantisierung	90
	3.4.2 Fermionen in zweiter Quantisierung	95
	3.4.3 Feldoperatoren	99
3.5	Quantenfeldtheorie	102
	3.5.1 Skalare Felder	102
	3.5.2 Dirac-Felder	105
4	Das Fermigas und die Fermi-Flüssigkeit	107
	4.1 Das Fermigas	107
	4.1.1 Periodische Randbedingungen	108
	4.1.2 Hamiltonoperator, Fermi-Impuls und Fermi-Energie	108
	4.1.3 Grundzustandseigenschaften des Fermigases	111
	4.1.4 Tieftemperatureigenschaften des Fermigases	112
	4.2 Die Fermi-Flüssigkeit	120
5	Bose-Einstein-Kondensation. Suprafluidität	125
	5.1 Das ideale Bosegas	125
	5.1.1 Thermodynamische Eigenschaften des idealen Bosegases	126
	5.2 Die Bose-Einstein-Kondensation	129
	5.3 Schwach wechselwirkendes Bosegas. Suprafluidität	132
	5.3.1 Die Bogoliubov-Transformation	135