Fach: Theoretische Physik		
PrüferIn: Shnirman		
⊗ BP ◯ NP ◯ SF ◯ EF ◯ NF ◯ LA	Datum: 16. November 2016	Fachsemester: 7
Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D,E,F		
Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo F		

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -
Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
Verwendete Literatur/Skripte: Theo D: Greiner, Nolting, Sakurai, Skript Schmalian Theo E: Schwabl, Cohen-Tannoudji Band 1 und 2, Mitschrieb Steinhauser Theo F: Fließbach, Skript Schön und Folien Shnirman
Dauer der Vorbereitung: 8 Wochen, 6,5 Stunden pro Werktag
Art der Vorbereitung: zu zweit, 6 Wochen Skripte und Bücher, 2 Wochen Protokolle
Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Protokolle geben zwar Sicherheit, zu beachten ist aber dass Detailfragen dort oft nicht auftauchen. Diese entscheiden letztlich die eigentliche Note.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Grundsätzlich angenehm, Einfluss auf den Verlauf kann aber nicht genommen werden
Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Gibt Tips und Hilfestellungen in Form von weiteren Nachfragen
Kommentar zur Prüfung: zu empfehlen
Kommentar zur Benotung: 1.0 sehr fair
Die Schwierigkeit der Prüfung: Verstehen worauf der Prüfer hinaus will und sich nicht verunsichern lassen

Die Fragen

+ Prüfer
- Student
+ Ich würde gerne mit der Schrödingergleichung beginnen. Kennen Sie diese?
- Hingeschrieben, gesagt dass H der Hamiltonoperator ist
+ Welche Eigenschaften hat H?
- H ist linear und hermitesch, das bedeutet \bra \phi A \ket \chi^* = \bra \chi A^{\dagger} \ket \phi = \bra \chi A \ket \phi
+ Können Sie mir zeigen dass zwei Eigenfunktionen eines hermitischen Operators mit verschiedenen Eigenwe orthogonal sind?
- Gezeigt, steht beispielsweise im Sakurai
+ In welchem Raum gilt die Wellenfunktion?
- Im Hilbertraum, das ist ein linearer komplexer Vektorraum
+ Welche Hilberträume kennen Sie?
- Den der quadratintegrablen Funktionen und endlich dimensionale, zum Beispiel der Spin 1/2 Hilbertraum

+ Okay Wellenpaket, was wissen sie darüber
- Angefangen mit der ebenen Welle als einfachste Lösung der freien Schrödingergleichung, direkt unterbro
+ Ist diese Wellenfunktion Teil des Hilbertraumes?
- Nein, sie ist nicht quadratintegrabel. Allerdings schränkt man sich oft auf endliche Volumen ein, dort lässt sie sich normieren
+ Welche Möglichkeit hat man noch?
- Hier wurde es etwas undeutlich, es lief darauf hinaus dass Wellenpakete das Problem der Normierbarkeit lösen können
+ Unter welchen Bedingungen von g(k) gilt das jetzt?
- Nicht genau gewusst auf was er hinauswollte, er meinte dann ich solle die Norm des Wellenpaketes berechnen. Hier sieht man dann dass die Norm gleich \int d^3k g(k)* g(k) ist, also wenn g(k) quadratinte ist, ist Psi es auch.
+ Was ist jetzt \omega(k)?
- Das ist die Kreisfrequenz, für ein freies klassisches Teilchen zum Beispiel \omega = \frac{\hbar k^2}{2m} für ein messeloses relativistisches Teilchen \omega = c k.
+ Wie wäre das für ein relativistisches Teilchen mit Masse?
- Dann muss man die relativistische Energie-Impulsbeziehung nutzen, also:
\omega = \pm \sqrt{p^2c^2 + m^2c^4}
+ Würden sie jetzt plus oder minus nehmen?
- Normalerweise natürlich +, aber in der Diracgleichung tauchen auch Teilchen mit negativer Energie auf
+ Wie muss man das verstehen?
- Löchertheorie erläutert etc.
+ Okay und wie bestimmt man jetzt den Schwerpunkt des WP?
- Über stationäre Phase gezeigt
+ Gut kommen wir zum Wasserstoffatom..
Hier kamen die üblichen Fragen aus den Altprotokollen, neu war:
+ Bei der LS-Kopplung, woher kommt der Vorfaktor?
- Hängt mit 1/r d/dr V(r) zusammen, sodass a*1/r^3 als Vorfaktor erscheint
+ Stark Effekt für n = 2, taucht hier auch der quadratische auf?
- Ja, höhere Ordnungen koppeln an 200 und 210
+ zeitabhängige Störungstheorie beim harmonischen Oszillator. Störung px. Ist diese Störung möglich?
- Nein, weil sie nicht hermitesch ist.
+ Was müssen sie tun damit sie hermitesch ist?
- px + xp
+ Diese Störung hat er dann noch quadriert und ich sollte den Übergang von 0 nach 2 berechnen
- Rechnung abgebrochen beim ausmultiplizieren nach Argumentation welche Terme beitragen
+ Wenn sie jetzt den Stark Effekt in zeitabhängiger Störungstheorie betrachten, was kommt dann raus?
- Term proportional zu t^2, ist erste Ordnung der exakten Zeitentwicklung, dort ergibt sich sin(at)^2
+ Okay was ist jetzt bei Fermi damit
- Hier hab ich eine lineare Zeitabhängigkeit. In der Herleitung wird der Term sin^2(\omega_mn t)/(\omega für große Zeiten zu t \delta(\omega_mn). Wenn man den Sinusterm für \omega_mn = 0 mit L'Hopital ko kt behandelt erhält man auch noch t^2, nach der Delta-Distribution t. Das Gewicht des Peaks ist also t^2, der Abstand der Nullstellen aber 4 \pi /t, sodass sich nach der Integration für Fermi eine lineare Zeitabhängigkeit ergibt
+ Dirac-Gleichung in der ursprünglichen Form!
- i \hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{\hbar c}{i} \sum_{k=1}^3 \alpha_k \frac{\partial}{\pa x_k} \psi + \beta mc^2 \psi
+ Warum wurde diese Form gewählt?
- Sollte Lorentz invariant sein, positive Dichte haben und die Energie-Impulsrelation erfüllen. Deshalb lineare Ableitungen, alpha keine Zahl sondern Matrix
+ Leiten sie die Bedingungen her!
- Gemacht, steht zum Beispiel im Steinhauser Mitschrieb, abgebrochen als er gesehen hat es klappt
+ Wo sieht man den gyromagnetischen Faktor?
- Entwicklung der Diracgleichung in v/c, nichtrelativistischer Limes ist die Pauligleichung, aufgeschrie Hier darauf achten nicht das psi der Diracgleichung zu verwenden, ist ja nur noch ein 2 komponentiger Spinor.
+ Wie sieht das für Antiteilchen aus?
- Herleitung kurz skizziert, Vorzeichen in der Masse wird in der Löchertheorie in ein Vorzeichen in der Ladung
umgewandelt um die Gleichung für Positronen nutzen zu können
+ Okay kommen wir zur statistischen Physik. Wie sieht die kanonische Dichtematrix aus?
- Hingeschrieben und Bestandteile erklärt
+ Wie würden sie für ein reales Gas vorgehen?

- Mhm ich würde großkanonisch rechnen, das ist oft einfacher und im thermodynamischen Limes dasselbe.
+ Was ist im Experiment denn oft fest?
- Die Teilchenzahl
+ Das wäre doch eher kanonisch
- Ja, wie gesagt im Limes dasselbe
+ Genau. Wie berechnet man denn das chemische Potential?
- Im großkanonischen?
+ Ja
- Hier erhält man aus der Ableitung des großkanonischen Potentials nach \mu die Teilchenzahl, diese Gleichung wird dann invertiert. Hier dummerweise erwähnt dass man dies manchmal entwickeln müsse, zum Beispiel bei tiefen Temperaturen bei Fermionen.
+ Ahh dann machen sie das doch mal!
- Puuh hier nutzt man die Sommerfeldentwicklung, hab diese kurz erklärt und dann N über N = \sum_{\lambd n_F(\epsilon_\lambda) die Summe ins Integral umgeschrieben, durch einmal partiell integrieren kommt man auf die Form der Sommerfeldentwicklung. Nach langem Rechnen folgt dann dass in \mu die Ableitung der Zustandsdichte auftaucht...
+ Okay also sie wissen ja sicher wie sich das chemische Potential in Abhängigkeit von T verhält. Gibt es auch den Fall dass dieses ansteigt mit höheren Temperaturen?
- Öhm also Fermionen stoßen sich ab, damit sollte \mu bei tiefen Temperaturen eigentlich maximal sein, da die Teilchen hier am dichtesten sitzen?
+ Ja nein denken sie sich das nur als kleine Abweichung
-/+ Im Endeffekt meinte dann er dass dies für E = p^4 der Fall sei, da hier die Ableitung der Zustandsdi positiv ist, die ja in \mu auftaucht.
+ Gut dann erläutern sie mir noch die Unterschiede zwischen einem Phasenübergang 1. und 2. Ordnung
- Bei Ehrenfest oder Landau?
+ Wie sie wollen
- Dann Landau, das ist üblicherweise das womit man arbeitet. Kurz Ordnungsparameter erklärt und dass dieser bei 2. Ordnung stetig, bei 1. unstetig bei T_c ist und das Bild bei BEK gemalt
+ Gut dass sie auf BEK zu sprechen kommen, wieviele Teilchen sind im Grundzustand bei T > T_c
- N = \sum_{\lambda} n_B(\epsilon) Beitrag zu \epsilon = 0 rausgezogen, ist N_0 = (2s+1) z/1-z mit der Fugazität.
+ Aha also brauchen sie noch \mu um das auszurechen, wie geht das hier?
- So wie oben auch, N nach \mu umstellen, ist hier als Entwicklung von e^{\beta \mu} für kleine Exponent möglich
+ Gut wir sind fertig