Fach: Theoretische Physik		
PrüferIn: Mirlin		
⊗ BP ◯ NP ◯ SF ◯ EF ◯ NF ◯ LA	Datum: 02. August 2022	Fachsemester: 6
Welche Vorlesungen wurden geprüft? Moderne Theoretische Physik I-III		
Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo F a&b		

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -
Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
Verwendete Literatur/Skripte: Theo D - Skript Schmalian SS 2021 Theo E - Skript Melinkov WS 2021/22 Theo F - Skript Mirlin WS 2021/22, SS 2022 Quantenmechanik Griffiths
Dauer der Vorbereitung: Zusammenfassungen schreiben und ab dann intensive Vorbereitung 2 1/2 Wochen
Art der Vorbereitung: Zuerst alleine alles rausschreiben und verstehen. Dann Altprotokolle mit anderen durchgehen, präsentieren an der Tafel üben und restliche Fragen klären.
Allgemeine Tips zur Vorbereitung: In Gruppen unklare Themen durchsprechen und allgemein auf Verständnis lernen, sich aber nicht an jeder Kleinigkeit aufhängen, da der inhaltliche Umfang sehr groß ist.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Sehr entspannte Atmosphäre. Mirlin versucht immer je 20 Minuten Theo D/E/F zu machen. Er gibt eher Stichpunkte zu denen man was sagen soll und stellt am Ende eines Themas noch ein paar Fragen.
Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Versucht einen in die Richtung zu lenken, in die er möchte durch Stichpunkte oder konkrete Fragen.
Kommentar zur Prüfung: Kann ich nur empfehlen.
Kommentar zur Benotung: 1.0
Die Schwierigkeit der Prüfung: Bei manchen Fragen stellt er diese erstmal etwas komisch. Man muss einfach mit Gegenfragen herausfinden, was genau er dann hören möchte und man redet zuerst ein bisschen aneinander vorbei. Das ist auch kein Problem und er weiß, dass er zum Teil unverständliche Fragen stellt und man gelangt durch ein Gespräch dann auf die Antwort.

Die Fragen

Theo D:
(Stationäre) Schrödingergleichung
Kastenpotential (ungebundene und gebundene Zustände)
Theo D/E:

Drehimpuls
Diracgleichung
Zeitabhängige Störung / Fermi's goldene Regel
Theo F:
Ideales Bosegas / Bose-Einstein-Kondensation
Landau Theorie / kritische Exponenten
M: Mirlin
I: Ich
M: Fangen wir mit einer rechteckigen Potentialmulde an. (Macht wilde Handbewegungen)
I: (Er wollte auf das Kastenpotential hinaus.) Zuerst allgemein Schrödinger Gleichung mit Hamiltonian hingeschrieben, dann Kastenpotential skizziert. Gesagt, dass beim Kastenpotential Hamiltonian zeitunabhäng ist und dann mit Separationsansatz stationäre Schrödingergleichung hergeleitet. Hatte gesagt, dass man annimmt, dass Konstante E reell ist.
M: Wieso Annahme E reel?
I: E reell, da es der Erwartungs- bzw Eigenwert des Hamiltonoperators ist. Dieser beschreibt Energie E. In Quantenmechanik werden physikalische Größen durch hermitesche Operatoren dargestellt, die reelle Eigenwerte haben.
Dann weiter mit ungebundenen Zuständen (E>0). Ansätze Wellenfunktionen für alle 3 Bereiche aufgestellt mit jeweiligen Wellenzahlen.
M: Wie sieht es mit den Koeffizienten aus?
I: Erhält man aus den Stetigkeitsbedingungen der Wellenfunktion und der ersten Ableitung. Man hat nur 4 Bedingungen und 5 Koeffizienten. Man wählt meist den Faktor der einlaufenden Welle gleich eins und macht die restlichen in dieser Abhängigkeit. Kurz Transmissions- und Reflexionskoeffizent aufgeschrieben um Wellenfunktion interpretieren zu können (Bereich I: einlaufende Welle und reflektierte Welle, Bereich III: transmittierte Welle)
M: Wie sieht es mit der Stetigkeit der 2. Ableitung aus?
I: Ist nicht stetig, konnte aber nicht ganz begründen wieso (wie es auch schon in anderen Altprotokollen war). Habe damit argumentiert, dass die Schrödingergleichung in 2. Ordnung im Ort ist und somit die Wellenfunktion mindestens 2 Mal (stetig?) differenzierbar ist beziehungsweise, dass man das ausrechnen kann und dann das einfach rausbekommt. Habe noch gesagt, dass die 1. Ableitung nur bei endlichen Potential stetig ist, also bei einem Deltapotential eben nicht und dass die Wellenfunktion stetig sein muss, da sonst die kinetische Energie unendlich wird und das nicht erlaubt ist. (Hat ihm anscheinend gereicht.)
Dann gebundene Zustände (E<0). Ansätze der Wellenfunktion für alle 3 Bereiche mit Wellenzahlen hingeschrie und erklärt. Dann für geraden und ungeraden Fall im Bereich, in dem Potential ungleich null ist, transzend Gleichungen aufgeschrieben und dann graphische Lösung der Energiewerte mit konstruiertem Kreis (siehe Skript Schmalian) grob skizziert und beschrieben wie man die berechnen kann -> gerade: mindestens eine Lösung, ungerade: erst ab bestimmter Potentialstärke. Dann kurz Grenzfälle erläutert: sehr tief und breit -> unendlich tiefer Potentialtopf; sehr flach und schmal -> immer weniger gebundene Zustände
M: Wie viele Koeffizienten haben wir hier und was bedeutet das?
I: Wir haben je nachdem 3 oder 4, die wieder durch die 4 Stetigkeitsbedingungen bestimmt werden können. (Konnte hier nicht viel sagen und habe da ein bisschen unnötiges Zeug geredet, bis ich gesagt habe:). Wir haben halt ein LGS.
M: Genau, wenn man ein LGS mit 4 Bedingungen und 4 Unbekannten hat, muss die Determinante verschwinden, um nicht triviale Fälle zu bekommen. Sonst ist es 0.
M: Machen wir weiter mit Drehimpulsen.
I: Drehimpulsoperator aus klassischer Mechanik motiviert mit Kommutatorrelation zwischen r und p. Dann allgemeinen Drehimpulsoperator J eingeführt und alle möglichen Kommutatorrelationen aufgeschrieben. J_+/- eingeführt und mit definierter Wirkung von J_z (ohne Aussage über m) gezeigt, dass es äquidistante Zustände sind.
Weiter Eigenwerte von J^2 hergeleitet und aus der Begrenzung von m und äquidistanten Zuständen gezeigt, dass j und m ganz- oder halbzahlig sind.
M: Wie sieht j jetzt aus?
I: Beim Spin, was auch ein Drehimpulsoperator ist, ist j=s für Bosonen ganzzahlig, für Fermionen halbzahli
M: Das ist richtig, aber das ist nicht, was ich meine. Jetzt allgemeiner und wir kennen noch nicht den Spin. Wie sieht dann j aus?
I: (Stand erstmal voll auf dem Schlauch und wusste nicht worauf er hinauswollte.) Habe dann gesagt, dass es +-1 ist (geraten wegen Händigkeit von Teilchen, war aber falsch).
M: Welche Probleme beschreiben denn zum Beispiel den Drehimpuls?
I: Zentralpotential zum Beispiel das Wasserstoffatom und da ist l immer ganzzahlig also j/l für Bahndrehim L ganzzahlig. (Darauf wollte er hinaus.)
M: In der Schrödingergleichung wurde nichts über den Spin gesagt.
I: Es wird in der Schrödingergleichung kein Spin betrachtet (es sei denn man koppelt es an ein externes Feld), das gleiche Problem hat man auch in der Klein-Gordon-Gleichung, allerdings beschreibt die Diracglei auch den Spin von Teilchen.

M: Genau die Diracgleichung. Was bekommt man da raus, also wie kann man das interpretieren?

I: Die Lösung der Diracgleichung ist ein vierkomponentiger Spinor. Die vier Komponenten beschreiben Teilchen (positive Energie) und Antiteilchen (negative Energie) mit jeweils 2 Spin Richtungen. (Habe hierzu nichts gerechnet oder überhaupt an die Tafel geschrieben.)

M: Erzählen Sie mir etwas zur zeitabhängigen Störungstheorie.

I: Soll ich etwas allgemeines dazu sagen oder Fermi's goldene Regel herleiten?

M: Sagen Sie alles Relevante für die Herleitung von Fermi's goldener Regel.

I: Zeitabhängiger Hamiltonoperator aufgeschrieben und Wellenfunktion in Zeit und Eigenzuständen entwickelt

Aus Schrödingergleichung DGL für zeitabhängige Koeffizienten finden und lösen (Lösung einfach hingeschrieb

M: Wurden dabei irgendwelche Annahmen gemacht?

I: Habe nur die erste Ordnung aufgeschrieben.

M: Genau, machen Sie weiter.

I: Dann Fermi's goldene Regel nach Skript von Melnikov hergeleitet. (Keine weiteren Fragen, wollte weiter zu Theo F)

M: Dann kommen wir zur statistischen Physik. Erzählen Sie mir etwas zu Bosonengasen.

I: Man betrachtet ideale Bosegase immer im großkanonischen Ensemble. Habe großkanonisches Ensemble kurz in Worten erklärt und die wichtigsten Formeln hingeschrieben: großkanonische Zustandssumme in Besetzungszahldarstellung und alle auftretenden Variablen erklärt.

Dann die Bose-Einstein-Verteilung hergeleitet und skizziert. Aus Skizze übergeleitet zur Bose-Einstein-Kon

Extremer Aggregatzustand, in dem Großteil der Bosonen im Grundzustand sind, d.h. es erfolgt ein Phasenüber

An Teilchenzahl N den zusätzlichen Beitrag von E=0 gezeigt, damit Grenzfall mu->0 korrekt beschrieben wird.

Dichte in Integralform aufgeschrieben, muss für mu=0 und T->0 konvergieren, damit BEK auftritt. Für E=p^2/2m nur in 3D auf Grund der Zustandsdichte und nicht in 1D und 2D.

M: Wie kann man das System jetzt physikalisch beschreiben?

I: Im großkanonischen Ensemble durch das große Potential. Dann Formeln aufgeschrieben (Omega=-k_BT ln(Z_G) und ausführlich mit Integral und BEK Beitrag).

Daraus können jetzt alle weiteren thermodynamischen Größen bestimmt werden. (Habe hier keine Formeln aufgeschrieben, da er weiter machen wollte).

M: Als letztes Thema bitte noch die Ginzburg-Landau-Theorie.

I: Habe während dem Tafelwischen gesagt, dass die Landau-Theorie Phasenübergänge beschreibt. Ist phänomeno

lokal und nutzt die Mean Field Theorie. Jeden dieser Punkte kurz erklärt.

Dann Ordnungsparameter definiert: phi=0 (T>T_C) und phi!=0 (T<T_C).

Zustandssumme und Landau-Funktional für Ising-Symmetrie aufgeschrieben. Sattelpunktsnäherung wegen Mean Field Näherung -> brauchen globales Minimum von Landau-Funktional. Erhält man leichter über freies Energiedichte-Funktional. Globale Minima für h=0 für T>T_C und T<T_C berechnet und skizziert. Man hat also spontane Symmetriebrechung.

M: Wir haben noch eine Minute, sagen Sie mir schnell, wie das System beschrieben werden kann.

I: Kritischer Bereich um Phasenübergang wird durch kritische Exponenten beschrieben. Habe 2 aufgeschrieben

(beta und delta) und dann gesagt, dass man die weiteren 4 über das Skalenverhalten bestimmen kann.