Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Schmalian

BP NP SF EF NF LA

Datum: 15. Oktober 2020

Fachsemester: 6

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D (ca. 60%), Theo E (ca. 20%) und Theo F (ca. 20%)

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Habe Theo Fa und Theo Fb bei Prof. Schmalian gehört

Zur Vorbereitung

Abgabe mit PrüferIn über folgende Themengebiete: keine

Abgabe mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine

Verwendete Literatur/Skripte: Es macht Sinn das Theo D Skript von Prof. Schmalian zu verwenden und seine Theo F Skripte. Theo E hab ich meine Aufschriebe von Prof. Zeppenfeld verwendet.

Bücher: Münster Quantenmechanik; Griffiths Quantenmechanik (empfehlenswert); Sakurai und Greiner (für Statistische Physik)

Dauer der Vorbereitung: ca. 10 Wochen aber nur max. 5h am Tag und mit viel Puffer falls man krank wird oder noch in Urlaub fahren will ;)

Art der Vorbereitung: Mit zwei Lernpartner. Zuerst sind wir die Protokolle durchgegangen und haben uns eine Strichliste gemacht was wie oft abgefragt wurde. Dann sind wir die Themen in den Skripten durchgegangen und haben uns zu jedem Thema Karteikarten geschrieben

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Es ist super wichtig die Prüfung zu simulieren, sprich sich gegenseitig Protokolle abzufragen. Am Anfang würde ich versuchen der Stoff zu lernen und sich den Stoff gegenseitig abzufragen (mit Aufschreiben auf nem Blatt) und dann 1-2 Wochen vor der Prüfung die Protokolle.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Der Prüfer war sehr freundlich und hat versucht einem die Nervosität zu nehmen. Am Anfang hat er ein paar allgemeine Fragen als "Icebreaker" gestellt z.B. Was gefällt Ihnen an der theoretischen Physik. Danach haben wir angefangen mit Quantenmechanik, bestimmt 30 -40 min zu Theo D, danach Theo E (ca. 10-15 min) und zum Schluss Theo F (ca. 10-15 min)

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Der Prüfer war da sehr entspannt und hat einen erstmal überlegen lassen oder seine Frage nochmals umformuliert. Wenn er merkt, dass man nicht weiterweiß gibt er einem Tipps und versucht einem zu helfen

Kommentar zur Prüfung: sehr empfehlenswert!!! Prof. Schmalian ist als Prüfer sehr fair

Kommentar zur Benotung: 1,0 war überglücklich

Die Schwierigkeit der Prüfung: Es wird immer eine Frage geben, die ihr nicht sofort beantworten könnt. Da muss man versuchen ruhig zu bleiben und dann gemeinsam mit dem Prof zur Lösung zu kommen

Die Fragen

Prüfer: P

Student/ Ich: I

P: Können Sie mir den Hamilton-Operator vom Harmonischen Oszillator aufschreiben?

I: $H = p^2 / 2m + 0.5 * m * \omega^2 * x^2$; kurz erklärt was der Orts- und Impulsoperator ist und was der Hamiltonoperator im Allgemeinen ist bzw. dass er einen kinetischen und potenziellen Term hat

P: Sehr schön, wissen Sie das Energiespektrum auswendig?

I: Ja, aber ich könnte es auch herleiten.

P: Dann machen Sie das.

I: Habe den Auf- und Absteigeoperator eingeführt und a berechnet, dann so gezeigt, dass man H durch a und $a^\dagger$ definieren kann und die Eigenwerte für $N := a^\dagger * a$ bestimmt $\Rightarrow E = \hbar \omega * (n+0.5)$

P: Woher kommt das einhalb bzw. was bedeutet es?

I: Bin darauf eingegangen, dass es eine Nullpunktsenergie gibt und diese aus der Unschärferelation kommt, habe das hergeleitet

P: War zufrieden. Nächstes Thema: Aharonov-Bohm Effekt

I: Habe den Aufbau skizziert und grob erklärt was passiert und die Phasenverschiebung hingeschrieben. Habe auch hingeschrieben, dass der Magnetische Fluss das Linienintegral über A dr ist.

P: Dieses A unterliegt ja der Eichfreiheit. Ist der Magnetische Fluss eichinvariant?

I: Hier stand ich erstmal auf dem Schlauch. Er wollte darauf hinaus, dass der Magnetische Fluss ein geschlossenes Linienintegral um das B -Feld ist und daher eichinvariant. Wenn man entlang einer anderen Linie integrieren würde, wäre es nicht so.

P: Gut dann machen wir jetzt mal die Landau-Niveaus bzw. ein spinloses Teilchen im B -Feld.

I: Habe den Hamilton hingeschrieben und erklärt woher die minimale Kopplung beim Impuls p kommt. Dann mein B -Feld in z -Richtung definiert und die Rechnung ohne Eichung gemacht.

P: Wie sind die Landau-Niveaus entartet?

I: unendlich fach, man kann das aber auch explizit abschätzen indem man einen kleineren Bereich betrachtet hab das grob skizziert, steht in seinem Skript.

P: meinte noch, dass man auch einen Kreis nehmen könnte und dann über den Radius gehen

P: zu Theo E: Kennen Sie die Dirac - Gleichung?

I: Habe erstmal von der Schrödinger Gleichung geredet, da wir das noch nicht hatten und kurz erklärt woher sie kommt. Dann das relativistische Energiespektrum aufgeschrieben und erklärt, dass man eine Wellengleichung gesucht hat, die dieses Spektrum löst. So kam man auf die Klein-Gordon Gleichung. Hab das nicht explizit hingeschrieben sondern nur erklärt und bin kurz auf den Nachteile der Klein-Gordon Gl. eingegangen (2. Ableitung in der Zeit; negatives ρ). Dann den Ansatz für die Dirac - Gleichung hingeschrieben und die Bedingungen für die Matrizen α und β . Erklärt welche Dimension sie haben müssen und wie sie aussehen können.

P: Was sagt den jetzt der Spinor aus

I: Bin auf die 4 Komponenten des Spinors der Wellenfunktion eingegangen und hab erzählt, dass man durchs quadratische Energiespektrum Teilchen und Antiteilchen hat und eben die ersten beiden Komponenten für Teilchen und die letzten beiden für Antiteilchen sind.

P: Woher weiß man, dass es der Spin ist?

I: Aus dem klassischen Grenzfall der Dirac Gleichung, da erhält man die Pauli Gleichung, die ein Spin $1/2$ Teilchen im B -Feld beschreibt.

P: Aha aber in ihrer Dirac Gleichung ist doch kein Feld

I: Da könnte man auch die Minimale Kopplung einsetzen und dann hätte man sein Feld

P: hat er akzeptiert

P: Was fällt in 2D weg?

I: Der Spin, da man nach wie vor ein quadratisches Energiespektrum hat

P: Okay letztes Thema zur statistischen Physik, danach haben Sie's geschafft. Sie dürfen sich ihr Thema sogar aussuchen. Wollen Sie lieber über die Landau Theorie der Phasenübergänge reden oder über die Bose-Einstein Kondensation

I: habe gelacht und dann natürlich die Bose-Einstein Kondensation genommen.

Habe erklärt was das genau ist und die Ungleichung aus seinem Skript hingeschrieben. Dann die Zustandsfunktion aufgestellt und das Großkanonische Potenzial und darüber die Teilchenzahl abgeleitet. Dann erklärt warum man die Teilchenzahl aufsplitten muss in N_0 und N_{ang} und über N_{ang} die kritische Temperatur hergeleitet.

P: Was passiert nun in 2D?

I: Da wäre meine Zustandsdichte konstant und mein Integral würde divergieren sprich ich hätte keine Kondensation

P: Wenn wir jetzt eine andere Energiedispersionsrelation nehmen

z.B. $E(p) = c * p$ wie sähe es dann aus?

I: Wusste aus dem Fall für Photonen, dass die Zustandsdichte proportional zu ω^{d-1} ist mit der Dimension d , also für 2D einfach ω . Dies würde man wieder ins Integral einsetzen und diesmal müsste man es ausrechnen und es würde nicht divergieren.

Dann war die Prüfung auch zu Ende und ich wurde kurz raus geschickt.