

Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Schmalian

<input checked="" type="radio"/> BP <input type="radio"/> NP <input type="radio"/> SF <input type="radio"/> EF <input type="radio"/> NF <input type="radio"/> LA
--

Datum: 27. Januar 2015

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: keine

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine
--

Verwendete Literatur/Skripte: Messiah QM Teil 1+2, TheoF-Skript von Prof. Schmalian

Dauer der Vorbereitung: genannte Bücher über langen Zeitraum vorher gelesen, dann ~2 Wochen vor der Prüfung, im Schnitt 4 Stunden pro Tag, auch Pausentage
--

Art der Vorbereitung: allein

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Ich fand es hilfreich die Bücher gelesen zu haben und auch im 7. Semester Vorlesungen für den Master gehört zu haben.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Sehr angenehm. Themen durch Prüfer bestimmt. Teilweise etwas interaktiv (siehe Protokoll)
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Ich habe den Eindruck, dass Prof. Schmalian das Prüfungsniveau an den Prüfling anpasst und es nicht nur darum geht keine Frage falsch zu beantworten (eher im Gegenteil, er schaut wie weit er gehen kann). Das finde ich sehr angenehm, auch wenn durchaus ungewohnte, unvorhersehbare Fragen kommen. Wenn es stellenweise hängt, bekommt man Hilfestellung, das ist kein Problem.
--

Kommentar zur Prüfung: sehr gut aber anspruchsvoll (während der Prüfung war ich unsicher wo ich stehe)
--

Kommentar zur Benotung: 1,0

Die Schwierigkeit der Prüfung: Unvorhersehbarkeit der Fragen
--

Die Fragen

Fragen in « »

Soweit ich mich erinnern kann:

«Was ist das Pauli-Prinzip?»

Ein Postulat, nach dem die Gesamtwellenfunktion ununterscheidbarer Teilchen entweder symmetrisch (Bosonen, Spin ganzzahlig) oder antisymmetrisch (Fermionen, Spin halbzahlig) unter Vertauschung zweier Teilchen ist.

«Wissen Sie, wie man beweist, dass Spin-1/2-Teilchen Fermionen sind?»

Wusste ich nicht. Wurde auch nicht erwartet, er meinte noch, dass es sich nur mit relativistischer QM beweisen lässt.

«Schreiben Sie mal die Wellenfunktion von drei unabhängigen Fermionen, beliebiges Potential!»

GesamtWF als Produkt dreier EinteilchenWF geschrieben und Antisymmetrisierungsoperator angewendet. Hab erst vergessen die Zustände zu indizieren, sodass die WF immer 0 gewesen wäre. Über Letzteres wurde ich darauf hingewiesen.

«Wissen Sie, was die Hartree-Fock-Näherung ist?» Habe gesagt, die Näherung eines effektiven Potentials für ein Teilchen im Potential anderer Teilchen (Bsp. mehrere w Elektronen im Kernpotential).

«Das ist die Hartree-Näherung.»

Dann habe ich mich halbwegs an die Formulierung und den Unterschied in zweiter Quantisierung erinnert. Er wollte aber auf erste Quantisierung hinaus. Das sei wohl die Anpassung einer wie oben symmetrisierten Gesamt-WF durch Variation.

«Lösen Sie das Problem eines freien spinlosen, geladenen Teilchens in konstantem Magnetfeld.» Schrödingergleichung mit Vektorpotential hingeschrieben.

«Wie sieht denn das A (Vektorpotential) aus? Das ist doch durch die Problemstellung festgelegt, oder?» Nein, Eichinvarianz. A ist bis auf Gradient eines skalaren Feldes festgelegt.

«Verändern sich die Zustände bei einer solchen Eichtransformation?»

Nur um einen Phasenfaktor. Physikalisch darf sich nichts ändern.

«Ok, dann definieren Sie doch mal ein A . Probieren Sie ruhig mal aus. Ich muss das auch immer ausprobieren. A so hingetüftelt, dass die Rotation konstant in z -Richtung zeigt. Hamiltonian ausgerechnet. Die passende Umformung in HO-Form habe ich nicht mehr hingekriegt. War auch nicht so schlimm.

«Wissen Sie was da heraus kommt?»

Klassisch würde sich das Teilchen auf Kreisbahn bewegen. Hier frei in z -Richtung (also parallel zu B). HO in x - y -Richtung \rightarrow Landau-Niveaus. Dispersionsrelation hingezeichnet.

«Verschwinden die Zustände zwischen den Landau-Niveaus»

Anzahl der Zustände bleibt gleich \rightarrow Entartung der Landau-Niveaus.

«Wie hängt die Entartung der Niveaus von B ab?»

k -Raum in x - y -Richtung skizziert. Hatte erst verstanden, dass ich die Abhängigkeit von k angeben soll. Nachdem ich das gemacht hatte, wurde ich darauf hingewiesen und habe noch die B -Abhängigkeit abgeschätzt. Jeweils anhand der Flächen um die Niveaus im k_x - k_y -Raum.

«Ich entwickle jetzt mal eine physikalische Überlegung und Sie unterbrechen mich, wenn ich einen Fehler mache: Wir betrachten einen rotationssymmetrischen Hamilton-Operator, also L^2 ist erhalten. L^2 vertauscht mit l_x , l_y und l_z . Also kann ich alle gleichzeitig scharf bestimmen...»

Aber l_x , l_y und l_z vertauschen ja untereinander nicht.

«Das macht ja nichts, sie vertauschen mit dem Hamiltonian»

Habe erklärt, dass sie, weil sie nicht vertauschen, keine gemeinsamen Basissysteme besitzen und das Energiespektrum deswegen entartet ist.

«Ah gut. Können Sie das, was Sie eben gesagt haben, auch in einem formal schönen Beweis aufschreiben» Beweis aus den Fingern gesaugt, mit dem er auch zufrieden war. Er meinte jedoch, es gäbe noch eine sauberere Variante.

«Wie kommt es, dass das $1s$ -Niveau diese Entartung nicht hat?»

Habe gesagt, dass zum einen, wenn der Gesamtdrehimpuls 0 ist, auch jede Richtung 0 sein muss, und dann noch, dass wenn der Hamilton zwar dreihinvariant ist, der Zustand jedoch auch, es diese Entartung nicht gibt. Er wollte jedoch wohl etwas hören, dass mit dem Beweis an den er dachte zu tun hat. Hab ich jetzt nicht parat.

«Wie lautet Fermi's Goldene Regel?»

Hingeschrieben und erklärt.

«Energieerhaltung hängt mit der Homogenität der Zeit zusammen. Hier haben wir jedoch in der oszillierenden Störung diese Homogenität nicht. Wie passt das zusammen?»

Goldene Regel gilt im Grenzfall unendlicher Zeit. Dann wird der Übergang scharf.

«Wie hängt die Wärmekapazität eines d -Dimensionalen Photonengases von der Temperatur ab?»

Wollte es erst im kanonischen Ensemble rechnen, weil ich sowas in seinem Skript gesehen hatte. Er meinte aber ich soll das lieber lassen, da Photonen keine klassischen Teilchen sind. Also großkanonisch: Innere Energie als Integral über Bosefunktion, Zustandsdichte und Eigenenergie geschrieben. Zustandsdichte abgeschätzt. Mit Substitution zu dimensionsloser Integrationsvariable braucht man das Integral nicht lösen, um nach der Temperatur abzuleiten.

«Sie haben jetzt die innere Energie nach der Temperatur abgeleitet. Ich habe gelernt, dass die Wärmekapazität die Änderung der Wärme pro Temperatureinheit ist, also $c = dQ/dT = TdS/dT$ »

Zusammenhang mit der Gleichung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik geklärt.