

Prüfungsprotokoll der Fachschaft Physik

Fachschaft Physik

Vorlesungen, die geprüft werden:

Moderne Theoretische Physik I und Moderne Theoretische Physik II

Prüfer: Prof. J. Schmalian

Datum der Prüfung: 14.10.2024

Prüfungsart: Mündliche Prüfung

Vor der Prüfung:

Welche Vorlesungen hast du gehört? Waren diese von den Prüfern und hast du diese auch regelmäßig besucht? TheoD=ModTheo1: Metelmann und Schmalian TheoE+TheoFa=ModTheo2: Steinhauser

Fanden vor der Prüfung Absprachen statt (Form, Inhalt, Literatur, Skripte, ...)? Wenn ja, welche? Wurden sie eingehalten? Orientieren Sie sich an den Altprotokollen.

Wie lange hast du auf die Prüfung gelernt und hast du alleine oder in einer Gruppe gelernt? Insgesamt 6 Wochen, zuerst 3 Wochen Wiederholung und Zusammenfassungen. Dann 1,5 Wochen die Altprotokolle durchgegangen. Die letzten 1,5 Wochen mit Kommilitonin abgefragt und Fragen beantwortet. Habe eine Matrix erstellt, wie häufig welches Thema in den letzten 50 Altprotokollen drab kam ;-)

Welche Literatur/Skripte hast du verwendet? Kannst du Empfehlungen aussprechen? Skripte: Schmalian TheoD (2024) und TheoFa (19/20) + Steinhauser TheoE Bücher: Schwabl Quantenmechanik 1 und 2 + Statistische Physik, Griffith für anschauliche Erklärungen

Kannst du Tipps für die Vorbereitung geben? (Lernstil, ...) Standardthemen sollten sitzen (Wellenfunktion, Schrödinger-Gleichung, Dirac-Gleichung, Entartung, Landau-Niveaus, Aharonov-Bohm, BEK) Unbedingt mit Lernpartner Prüfung simulieren.

Zur Prüfung:

Wie ist der Prüfungsstil (Prüfungsatmosphäre, (un)klare Fragestellungen, Fragen nach Einzelheiten oder eher größere Zusammenhänge, gezielte Zwischenfragen oder lässt er/sie dich erzählen) der Prüfer? Wird Unwissen abgeprüft? Entspannte Atmosphäre an kleinem Tisch mit schöner Aussicht :-). Lässt Zeit zum Überlegen und prüft viele Zusammenhänge.

Was war schwierig in der Prüfung? Seine Fragen genau zu verstehen und worauf er hinaus will. Viel Transferwissen gefragt.

Welche Fragen wurden konkret gestellt? Schmalian: Bei wem haben Sie die Vorlesung gehört? Ich: TheoD: Schmalian und Metelmann, TheoE: Steinhauser

S: Was beschreibt die Wellenfunktion? I: Quantenmechanischen Zustand eines Systems. Hat gewisse Eigenschaften die wir stellen... S: Nennen sie diese. I: Im allgemeinen komplex, Betragsquadrat gibt Wahrscheinlichkeitsinterpretation, Form einer ebenen Welle (war i.A. falsch), Normierung S: Schreiben sie die Normierung hin. I: Integral über Ort aufgeschrieben = 1

S: Nun ist die Wellenfunktion eine Funktion von Ort und Zeit. Das Integral geht aber nur über den Ort. Was ist mit der Zeit? I: Komplexe zeitliche Phase fliegt raus. S: Das geht, wenn sich unser System zu Beginn in einem Eigenzustand befindet. Ich will es Allgemeiner. I: Kontinuitätsgleichung hingeschrieben und über den Ort integriert. Satz von Gauß ergibt $j \cdot A = I$. Etwas rumgerätselt, was mit I bei zeitlicher Ableitung passiert. Muss null sein, damit Gesamtwahrscheinlichkeit im gesamten System/Raum erhalten bleibt (Skript 2024 S.20)

S: Was ist der Starkeffekt? I: Beschreibt Teilchen in einem Elektrischen Feld. (Schmalian meinte, dass sei nicht die Definition.) Schreibe $V = -eEr$ auf. S: (löst auf) Der Starkeffekt ist die Aufhebung der Entartung eines Teilchens im äußeren elektrischen Feld. Wie ist denn die Entartung eines Teilchens? I: Ähhhh...

S: Ok, Sie kennen doch sicher das einzige Atom, was wir in der Vorlesung behandelt haben. Rechnen wir die Entartung dort einmal durch. Ich verspreche Ihnen wir kommen dannach auf den Stark-Effekt zurück. Welche Quantenzahlen gibt es denn beim H-Atom? I: Schreibe $|n\ l\ m_l\ m_s\rangle$ auf. Diese 4 Quantenzahlen beschreiben das System vollständig + einzelnen Namen genannt. S: Welche Werte können diese denn annehmen? I: $m_s = +/- 0.5$, $m_l = -l...0...l$, $l = 0...n-1$, $n=1...$ S: Wie sieht jetzt die Entartung aus? I: Das ist spannend weil die nur noch von n abhängt. Schreibe $E_n = -R/n^2$. S: Ist das wirklich so? Gehen wir die einzelnen Werte mal durch. I: Leiten (mehr zusammen als allein) $g = \sum_1^{(n-1)} 2(2l + 1)$ her. S: Wie würden sie jetzt die Rydbergkonstante bzw. den Bohrschen Atomradius herleiten? I: (habe mich das in der Vorbereitung auch gefragt, aber keine verständliche Antwort gefunden, stand also ein bisschen auf dem Schlauch) Wir könnten das Problem explizit lösen. S: Das dauert viel zu lange, wir brauchen eine schnellere Lösung. Das nennt sich "Airplane-Physics". Man sitzt im Flieger und muss dringend ein Problem lösen, hat aber kein Internet. Dann überlegt man es sich wie es grob geht, sodass die Dimensionen stimmen. Nach der Landung können wir uns die genaue Lösung dann auf Wikipedia o.ä. anschauen. Also, wie sieht denn das Coulomb-Potential aus? I: $V(r) = -e^2/r$ (Wollte wissen warum minus? I: Definition der Anziehung? S: Nein (hat nicht aufgelöst, was richtig)) S: Wie sieht die kinetische Energie eines Teilchen aus? I: $E = p^2/2m = \hbar^2 k^2/2m$ mit $k = 2 * \pi/\lambda$. S: Jetzt hat unsere Wellenlänge die Größenordnung von a_0 . Jetzt nur noch gleich setzen mit $V(r) = -e^2/a_0$ und nach a_0 umstellen -> fertig.

Zurück zum Stark-Effekt I: Störungstheorie 1. Ordnung angefangen (ist ja eigentlich nicht-entartet). S: (unterbricht mich) Wir haben doch gerade Hergeleitet, dass selbst der Grundzustand $2n^2$ -fach entartet ist... I: für die magnetische Spinquantenzahl E-Feld jedoch egal S: Richtig. I: Zeige, warum Integral für Grundzustand null wird (Integration asymmetrische Funktion über symmetrisches Intervall für Azimutalwinkel (Theta)) S: Richtig: Jetzt gehen wir zu $n=2$. Da haben wir ja wirklich Entartung. I: Schreibe alle vier möglichen Zustände auf. Sage, dass Störung nur auf $|200\rangle$ und $|210\rangle$ wirkt. S: Da müssen sie jetzt schon die entsprechende 4×4 -Matrix aufstellen. Warum werden denn die Diagonalelemente null? I: Wusste nur, dass sie null sind. (Schmalian hat irgendwas mit der Parität erklärt) Hab dann gesagt, dass die Nebendiagonal-

elemente null sind, da Integration über ϕ gleich null. S: Warum ist speziell das Matrixelement $\langle 21+/-1 | r \cos \theta | 200 \rangle$ null? I: Sage, dass $|200\rangle$ nicht von ϕ abhängt, $|201+/-1\rangle$ aber eine $e^{+/-i\phi}$ -Komponente, die bei Integration von 0 bis $2 * \pi$ auch null ist.

S: Gehen wir jetzt zur Statistischen Physik. Wir betrachten im Tieftemperaturbereich ein ideales Fermigas. Sie dürfen sich aussuchen, ob Sie die Entropie oder die Wärmekapazität berechnen wollen. I: Wähle Wärmekapazität und sage, dass es da bei tiefen endlichen Temperaturen einen Grenzfall gibt. Schreibe erstmal die mittlere Besetzungszahl eines Bosegases hin. S: Was ist denn die Definition der Wärmekapazität? I: Wie viel Energie wird benötigt, um die Temperatur meines Systems um 1K zu erhöhen. S: Richtig. Das heißt das hängt mit der Inneren Energie zusammen. Wie sieht die denn aus? I: Sind zusammen auf: $U = \sum_k \langle n_F \rangle E(p - mu)$. S: Und jetzt die Wärmekapazität? I: Das ist dann die Änderung der Inneren Energie mit der Temperatur: $C = dU/dT$ S: Joa, im allgemeinen steht das was von TdS aber man kann zeigen, dass diese Relation auch richtig ist. Machen sie weiter. I: Die Temperatur steckt jetzt nur in unserem β , d.h. wir müssen die Ableitung durchführen.

S: An dieser Stelle muss ich die Prüfung aus zeitlichen Gründen abbrechen. Gehen sie bitte kurz raus. (3 Min später) Note: 1,7 Begründung: Ordentliches physikalisches Verständnis, aber er sieht noch Potential nach oben. Gerade die Entartung beim Wasserstoff muss sitzen. Er hat mir außerdem empfohlen mehr mir anderen über Physik zu diskutieren, um sich präziser mit logischen Argumenten ausdrücken zu können.

Feedback zur Prüfung

Fandest du die Benotung angemessen? Sehr fair und motivierend. Hätte mich selbst deutlich schlechter benotet.

Würdest du die Prüfer weiterempfehlen? Große Empfehlung, wenn man Typ Verstehen ist. Ich habe durch die Vorbereitung das erste Mal wirklich Freude an der Quantenmechanik entwickelt, da viele Bezüge erst klar wurden, wenn man mehrere Themen verknüpfen kann.