

# 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:** 24.10.2024

**Prüfungsart:** Mündliche Prüfung

### **Vor der Prüfung:**

**Welche Vorlesungen hast du gehört? Waren diese von den Prüfern und hast du diese auch regelmäßig besucht?** Moderne Theo 1 ursprünglich bei Frau Metelmann, habe mich zur Auffrischung aber letztes Semester ab und zu in die Theo-VL von Herrn Schmalian gesetzt. Moderne Theo 2 bei Herrn Steinhauser.

**Fanden vor der Prüfung Absprachen statt (Form, Inhalt, Literatur, Skripte, ...)? Wenn ja, welche? Wurden sie eingehalten?** Nein.

**Wie lange hast du auf die Prüfung gelernt und hast du alleine oder in einer Gruppe gelernt?** Ich habe ca. 7 Wochen gelernt. An den Wochenenden habe ich nichts gemacht, unter der Woche meistens nur vormittags gelernt (ca. 3-4 produktive Stunden am Tag). Zuerst bin ich die Skripte von Schmalian durchgegangen. In den letzten beiden Wochen vor der Prüfung habe ich mit einem Freund gemeinsam Themen durchgesprochen, wir haben uns gegenseitig Sachen präsentiert und abgefragt. In den letzten Tagen vor der Prüfung bin ich Karteikarten durchgegangen, was mir sehr geholfen hat, die Inhalte für mich zu sortieren und Zusammenhänge zu entdecken.

**Welche Literatur/Skripte hast du verwendet? Kannst du Empfehlungen aussprechen?** Vor allem die Skripte von Schmalian. Ich habe auch ab und zu mal in ein paar Bücher reingeschaut, aber nicht so viel. Empfehlen kann ich vielleicht noch den Nolting zu quantenmechanischen Messprozessen.

**Kannst du Tipps für die Vorbereitung geben? (Lernstil, ...)** Gut ist, wenn das Lernen irgendwie auch ein bisschen Spaß machen kann. Ich bin deswegen der Meinung, dass man einfach verschiedene Lernarten mal ausprobieren soll. Ich fand das Lernen mit Karteikarten ganz gut und auch, Sachen an eine Tafel in einem verlassenem Seminarraum zu schreiben (wenn man seinen Aufschrieb auf dem Tisch liegen lässt hat das was von einem Laufdiktat wie in der Grundschule ;) ) Was vielleicht speziell bei Prüfungen bei Schmalian sinnvoll sein könnte: Die "Dimensionsanalyse" zu üben: sich charakteristische Skalen überlegen und mit den physikalischen Größen und Einheiten rumjonglieren.

## 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?** Der Prüfungsstil war sehr angenehm. Man hat mir viel Zeit gelassen, um nachzudenken. Schmalian möchte sehen, wie man an Probleme herangeht.

**Was war schwierig in der Prüfung?** Für mich die Bose-Einstein-Kondensation, Größen herleiten nur über Dimensionsanalyse

**Welche Fragen wurden konkret gestellt?** Bei wem haben Sie die Vorlesungen gehört? Was mögen Sie an der Quantenmechanik?

Was ist eine Wellenfunktion?

Sie haben ja von einer Wahrscheinlichkeitsdichte gesprochen. Warum eine Wahrscheinlichkeitsdichte und keine Teilchendichte?

- bei einer Messung kommt wieder der Teilchencharakter zum Tragen, hier wird ein fester Wert (z.B. Ort des Teilchens) gemessen

Wie sieht denn die Normierung der Wellenfunktion genau aus? Schreiben Sie mal die Normierungsbedingung ganz detailliert auf. Die Wellenfunktion hängt ja von sowohl Ort als auch Zeit ab. Wie funktioniert das, dass die Normierung dann unabhängig von der Zeit ist, obwohl die Wellenfunktion auch von der Zeit abhängt? Zeigen Sie das.

- ich wähle den Weg über den Zeitentwicklungsoperator, um die Erhaltung der Normierung zu zeigen. Stehe kurz ein bisschen auf dem Schlauch, aber Schmalian hilft weiter. Dazu entwickle ich meine Wellenfunktion in die Eigenzustände des Hamiltonoperators und kann dann den Zeitentwicklungsoperator auf die Wellenfunktion anwenden. Am Ende kürzt sich so der Zeitentwicklungsoperator wieder raus und die Normierung ist erhalten. Das war vielleicht ein etwas umständlicher Weg (man kann z.B. auch einfach sagen, dass  $U^+ = U^{-1}$ , was deutlich schneller wäre).

Okay, dann betrachten wir jetzt ein Teilchen im Magnetfeld. Sie können sich aussuchen ob mit oder ohne Spin. Bitte berechnen Sie die Eigenenergien (detailliert).

- ich schreibe den Hamiltonian hin (ohne Spin, mit minimaler Kopplung). Dann fange ich an zu erklären, wie man die Landau-Niveaus mit der algebraischen Methode berechnet. Schmalian möchte das wirklich konkret sehen, also lege ich los (wie in seinem Skript). Schnell rechnen ist allerdings nicht unbedingt meine Stärke, und so dauert das Ganze eine Weile. Schließlich habe ich den Kommutator von  $\pi$  und  $\pi^+$  berechnet. Schmalian bricht hier ab und geht über zum nächsten Thema (wegen der Zeit).

Jetzt betrachten wir ein Wasserstoffatom im elektrischen Feld. Was passiert?

- die Eigenzustände spalten sich auf, die Entartung, die wir vorher beim Wasserstoffatom haben wird teilweise aufgehoben. Entartung liegt vor, weil die Energien des Wasserstoffatoms gegeben sind durch  $E_n = -\frac{R_y}{n^2}$ , die Eigenzustände hängen aber von den weiteren Quantenzahlen  $l$  und  $m$  ab, die Eigenenergien offensichtlich nicht.

Okay, können Sie mir den Entartungsgrad des Wasserstoffatoms herleiten?

- Ja, habe die Summe hingeschrieben, die dann am Ende  $n^2$  als Entartungsgrad ergibt.

Diese Rydbergkonstante. Stellen Sie sich vor, sie sitzen in einem Flugzeug und haben kein Internet. Wie könnten Sie sie sich einfach herleiten/abschätzen?

- Die Energien kommen ja auch schon im Bohrschen Atommodell richtig vor. Ich könnte mir also überlegen, wie man mit dem Bohrschen Atommodell auf die Energien kam. Ich probieren ein bisschen rum, habe aber das Gefühl, dass das alles ein bisschen lange dauert. Schmalian meint dann: Energie hat nach der elektrostatischen Energie die Einheit  $\text{Ladung}^2/\text{Länge}$ . Was ist die charakteristische Längenskala? Mit der Energie-Impuls-Relation und der De-Broglie-Beziehung spiele ich ein bisschen rum, Schmalian war dann zufrieden (obwohl ich am Ende kein richtiges Ergebnis da stehen habe)

Okay, dann jetzt zur Bose-Einstein-Kondensation. Was ist das?

- Ich fange an zu erzählen, BE-Kondensation ist aber wirklich nicht mein Lieblingsthema. Ich sage dann sowas wie "Ab einer Sprungtemperatur befinden sich alle Bosonen im Grundzustand". Schmalian fragt nach: "Alle? Gibt es Bose-Einstein-Kondensation bei nur 6 Bosonen?" Ich stehe ganz schön auf dem Schlauch. Die richtige Antwort wäre nein, denn die makroskopische Besetzung gilt nur im Limes, wenn die Teilchenzahl gegen unendlich geht.

Wie könnte man sich denn diese Grenztemperatur einfach herleiten? (Wieder durch Dimensionsanalyse)

- Ich bin ziemlich planlos. Was er hören wollte (glaube ich) war irgendwas mit der thermischen Wellenlänge.

## Feedback zur Prüfung

**Fandest du die Benotung angemessen?** Note: 1,7. Finde ich sehr fair. Mit ein wenig mehr Kenntnis über die Bose-Einstein-Kondensation wäre es eine 1,3 geworden.

**Würdest du die Prüfer weiterempfehlen?** Ja, die Prüfung war angenehm und fair.