Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Schmalian

☒ BP ☐ NP ☐ SF ☐ EF ☐ NF ☐ LA	Datum: 01. Oktober 2019	Fachsemester: 6
--	-------------------------	-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D,E,F

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? keine

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: macht er nicht
--

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: macht er nicht

Verwendete Literatur/Skripte: Shankar-Quantum Mechanics Skript Theo D Schmalian SS17 Theo F Schmalian SS14
--

Dauer der Vorbereitung: 3 Wochen, davon 1 Woche intensiv
--

Art der Vorbereitung: Literatur durchgehen, mit Lernpartner gegenseitig abfragen
--

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Da er hauptsächlich Verständnis abfragt, ist wiederholtes Abfragen sehr wichtig. Außerdem hat er ein paar Standardfragen, die man in vielen Protokollen sieht. Prüfungen, die innerhalb ein paar Tage gemacht werden, ähneln sich sehr stark. D.h. falls man mit anderen lernt, einen vor schicken und der kann dem nächsten dann sehr helfen.
--

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Viel Theo D. Am Anfang ein paar Aufgaben zum Rechnen, dann eher konzeptionelle Fragen. Die Themen hat er grundsätzlich bestimmt und es gab auch oft keine Überleitungen, sondern Sprünge zu anderen Themen.
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Sehr viel geholfen, gerade bei den Rechnungen.

Kommentar zur Prüfung: Sehr entspannter Prüfer.

Kommentar zur Benotung: 1.0 viel zu gut

Die Schwierigkeit der Prüfung: Teilweise komische Fragen (z.b. bei der Dichtematrix)
--

Die Fragen

P-Prüfer

I-Ich

P: Was ist diese Wellenfunktion von der alle reden?

I: Lsg. der Schrödinger-Gleichung, Betragsquadrat Wahrscheinlichkeitsdichte

P: Wenn die Wahrscheinlichkeitsdichte das Betragsquadrat ist, ist die Phase der Wellenfkt. komplett unwichtig?

I: Nein, sie kommt in dem Wahrscheinlichkeitsstrom vor.

P: Wie beschreibt man ein Teilchen im EM-Feld?

I: Hamilton hingeschrieben (mit Vektorpotential A und Potential Phi)

P: Wie sieht der Wahrscheinlichkeitsstrom hier aus?

I: Zusätzlich noch ein Term proportional zu A.

P: Was ändert sich unter einer Eichtransformation?

I: Vektorpotential und Potential ändern sich um Gradient und Zeitableitung einer skalaren Funktion. Wellenfunktion ändert sich um eine Phase (sehr ausführlich in seinem Skript)

P: Der Hamiltonian ist ja offensichtlich nicht invariant. Ist der Eigenwert invariant?

I: Ja.

P: Beweisen Sie es.

I: Hab angefangen die Schrödinger-Gleichung aufzuschreiben mit der Eichtransformation, also auch mit transformierter Wellenfunktion. Aber da kommen viele Terme und es geht schneller, wenn man es wie bei ihm im Skript macht. Der Punkt ist, dass alle Transformationsterme sich aufheben.

P: Ändert sich der Wahrscheinlichkeitsstrom?

I: Nein

P: Rechnen Sie mal die Energieeigenwerte für ein Teilchen in einem B-Feld in ez-Richtung aus, das sich nur in x-y-Richtung bewegen kann.

I: Er hat dafür ein Kapitel in seinem Skript-Landau Niveaus. Der Punkt ist, dass du eine Eichung für A wählst z.B. $A = -yB \cdot \hat{x}$ und dann einen verschobenen Harmonischen Oszillator bekommst. Dabei kannst du direkt die Eigenwerte für p_x einsetzen, weil der Operator mit dem Hamilton kommutiert.

P: Wie vielfach ist der Eigenwert entartet dieser Energieeigenwert.

I: Unendlich fach wegen dem k_y Wert.

P: Jetzt rechnen wir das nochmal ohne irgendeine Eichung. Schreib mal den Hamilton für ein beliebiges Vektorpotential auf und den Hamilton für einen Harmonischen Oszillator.

I: Hingeschrieben

P: Was für eine Relation gibt es zwischen p und x bei dem Oszi?

I: Kommutator hingeschrieben

P: D.h. bei einem Hamiltonian dieser Form und einer konstanten Kommutator-Relation kann man einen Oszillator haben

I: Also rechnen wir jetzt den Kommutator bei dem Teilchen im Feld mit allgemeinem Vektorpotential aus?

P: Ja genau.

I: Ausgerechnet. Da kommt dann ein Term der Form $d/dy A_x - d/dx A_y$ und da das B-Feld die rotation des Vektorpotentials ist, kann man dann den Term als B-Feld in z-Richtung interpretieren.

P: Jetzt was anderes. Was ist die Dichtematrix?

I: Definition hingeschrieben. (Summe $p_i \text{ ket}(n) \text{ bra}(n)$)

P: Was ist sind die $\text{ket}(n)$?

I: Zustände des Systems. Dichte-Matrix muss nicht diagonal sein, aber man kann es diagonalisieren dann sind die n Eigenzustände

P: Was ist dieses p_i ?

I: Eine statistische Wahrscheinlichkeit. Anders als die QM-Wahrscheinlichkeitsdichte.

P: Angenommen ich hätte für das komplette Universum eine wohldefinierte Wellenfunktion und könnte aus dieser meine Erwartungswerte bestimmen, wofür brauche ich dann noch meine Dichtematrix?

I: Gar kein Plan gehabt. Viel nachgedacht, bisschen rumgestammelt.

P: In der statistischen Physik schaut man sich immer Untersysteme an (z.B. beobachtbares Universum, Gasansammlung). Deshalb werden viele Einschränkungen gemacht, die man nicht allein aus der Gesamtwellenfunktion ablesen kann.

Was ist der Unterschied zwischen reinen und gemischten Zuständen?

I: Beim reinen Zustand bist du statistisch immer in einem Zustand, beim gemischten gibt es mehr Möglichkeiten

P: Mit welcher Operation kann man bestimmen, ob die Matrix einen gemischten oder reinen Zustand beschreibt?

I: rein-Spur von ρ Quadrat ist 1; gemischt-Spur < 1

P: Was ist die Dirac-Gleichung?

I: Standardkram ich weiß nicht mehr, was ich alles gesagt hab (Gleichung für ein Spin halbe Teilchen, lorentzinvariant $\rightarrow$ nur eine orts und zeitableitung, was α und β sind, dass die allgemeine Energie-Impuls-Relation gelten muss)

P: Da α ein Vektor ist, hat das ja eine Vorzugsrichtung, ist das nicht komisch?

I: Zuerst kein Plan, was er wollte. Dann gemeint, dass in den Vektorkomponenten ja Matrizen stehen und daher das nicht als Vorzugsrichtung interpretiert werden kann.

P: War zufrieden damit. Was ist die Interpretation von Ψ ?

I: Ψ vierdimensional. Zwei Spinoren. Einer Teilchen, anderer Antiteilchen.

P: Was ist in 2D der Unterschied?

I: Die zwei α -Komponenten und β sind die Paulimatrizen und Ψ ist zweidimensional. Ψ Komponenten beschreiben Teilchen/Antiteilchen. Spin gibt es sowieso in 2D nicht.

P: Hat den Hamiltonian für zwei Spin-einhalb Teilchen aufgeschrieben $H = -J \cdot S_1 \cdot S_2$. Wie sehen die Eigenwerte und Eigenfunktionen aus?

I: Bin nicht direkt drauf gekommen.

P: Mit welchen Operatoren würden Sie das System beschreiben?

I: S^2 und S_z . Sollte das dann mit S_1 und S_2 aufschreiben. Da sieht man dann, dass $S_1 \cdot S_2 = (S^2 - S_1^2 - S_2^2)/2$ ist.

P: Welche Zustände kannst du mit zwei Spins hinkriegen?

I: up-up,down-down,normierung*up-down + down-up,normierung*up-down - down-up. S_1 und S_2 immer $1/2$.
S entweder 0 oder eins. Damit konnte ich dann die Eigenwerte vom Hamiltonian ausrechnen.

P: Schreibt Energiedispersion $\epsilon = A \cdot p^3$ auf. Wie sieht die ideale Gasgleichung hier aus?

I: $pV = NkT$. Mündlich durchgegangen, wie man darauf kommt. Zustandssumme bilden, da hier ϵ nur vom Impuls abhängt ist die Zustandssumme proportional zu V^N . Freie Energie ist $F = -kT \log(Z)$ und $p = -dF/dV$.
Dann steht da die Gleichung