

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: 02. Oktober 2019	Fachsemester: 6
--	-------------------------	-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D,E,F

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? -

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
--

Verwendete Literatur/Skripte: Schmalian Skript Theo D und Theo F Fachliteratur: R. Shankar, principles of quantum mechanics
--

Dauer der Vorbereitung: 6 Wochen

Art der Vorbereitung: Zunächst alleine Karteikarten geschrieben und mit Kommilitone über Schwierigkeiten geredet. Die letzten 10 Tage viele Protokolle abfragen lassen.

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: In den Protokollen findet man die Standard Themen, die Schmalian meistens abfragt. Zu diesen kann man sich dann intensiver vorbereiten. Schmalian legt viel Wert auf das Verständnis und den Zusammenhang, also immer überlegen wieso und warum man was macht. Deswegen ist es wichtig mit Kommilitonen über die Themen zu sprechen und zu diskutieren.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Die Atmosphäre ist von Anfang an angenehm und die Aufregung verfliegt schnell. Schmalian fragt bei einem Thema meistens solange bis man Anfangen muss zu denken. Dabei ist er immer hilfsbereit und gibt einem genug Zeit zum Denken.
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Gibt Tipps und erklärt teilweise die Sachen selbst. Dabei ist ihm wichtig wie man das Probleme angeht (Ansatz und grober Zusammenhang) und nicht unbedingt, dass man die exakte Lösung aufzeichnen kann.

Kommentar zur Prüfung: Sehr empfehlenswert
--

Kommentar zur Benotung: 1,3

Die Schwierigkeit der Prüfung: Konzentration bis zum Schluss aufrecht halten und das relativistische Photonengas.

Die Fragen

Prüfer: P

Student: S

P: Fängt damit an zu erklären was es mit der Wellenfunktion auf sich hat(Mathematisches Konstrukt aus dem Hilbertraum, Betragsquadrat wird als Wahrscheinlichkeitsdichte interpretiert...). Wenn man die Wahrscheinlichkeit zum Zeitpunkt $t=0$ normiert, kann sich diese dann mit der Zeit ändern?

S: Nein, da die Zeitentwicklung über den Operator $U=\exp(-iHt/\hbar)$ läuft und dieser Unitär ist. Also ist das Skalarprodukt invariant unter der Zeitentwicklung.

P: Sehr Gut, wie sieht dann die zeitliche Änderung der Wahrscheinlichkeitsdichte aus?

S: Kontinuitätsgleichung, $d/dt \rho = -\text{Nabla} \cdot \mathbf{j}$ Über den Wahrscheinlichkeitstrom geredet und, dass die Wahrscheinlichkeit (Volumenintegral der Dichte) erhalten ist.

P: Wie sieht dieser Wahrscheinlichkeitstrom allgemein aus?

S: Herleitung gezeigt für ein freies Teilchen und damit $\mathbf{j} = (\hbar/m) (\nabla \psi^* - \psi \nabla)$

P: Wie sieht dies bei einem Teilchen in einem externen Feld aus? Wollte auf die Eichfreiheit des E-M Feldes raus.

S: Kanonischer Impuls \mathbf{p} im Hamiltonian und damit kommt ein Term proportional zu \mathbf{A} bei \mathbf{j} dazu. Eichinvarianz der Schrödingergleichung mit Eichung $A \rightarrow A + \text{Nabla} f \rightarrow$ Phase von $\exp(ief/\hbar c)$ kommt bei der Wellenfunktion dazu. Herleitung wie in Schmalians Theo D Skript.

P: Geben Sie mir die Energieeigenwerte von einem Teilchen im Magnetfeld an, ohne eine Eichung von \mathbf{A} zu verwenden.

S: Allgemeinen Hamiltonian aufgeschrieben (wusste dass er auf die Landau Niveaus hinaus will). Hab gesagt, dass das Problem sich wie ein Harmonischer Oszillator verhält. Schmalian wollte es genau wissen und hat mir den Tipp gegeben den Kommutator $[\pi_x, \pi_y]$ auszurechnen. Dabei ist wichtig, dass das B-Feld in eine Richtung zeigen kann und frei wählbar ist. Der Kommutator ist ähnlich wie $[p, x]$ und damit sind die Operatoren π_x und π_y zueinander konjugierte Operatoren und können als HO interpretiert werden.

P: Erzählt und erklärt gute 3-5 Minuten lang die Herleitung von der Diracgleichung und merkt an dass das alles sehr geraten war. Ich nicke einfach nur zustimmend zu. Dann hat er den Hamiltonian von einem Teilchen in 2D ohne Masse im Magnetfeld aufgezeichnet $H = c \alpha \pi$. Wie sehen die Energieeigenwerte aus?

S: Stur angefangen die Paulimatrizen für α einzusetzen (da 2D) und die Eigenwertgleichung aufgestellt. Schmalian unterbricht mich und sagt, dass es einfacher geht. Man muss den Hamiltonian nur quadrieren und man sieht, dass ein ähnlicher Hamiltonian dasteht wie bei den Landau Niveaus: $H^2 = c^2 \pi^2$

P: Wie sieht die Dichtematrix aus?

S: Definition hingeschrieben mit den verschiedenen Wahrscheinlichkeiten p_i für die Zustände. Erklärt, dass bei gemischten Zuständen die Spur von ρ^2 kleiner als 1 ist.

P: Das ist aber komisch mit der Wahrscheinlichkeit, da die hier ja offenbar etwas anderes beschreibt als wir es mit dem Betragsquadrat der Wellenfunktion kennen.

S: Ja die statistische Wahrscheinlichkeit unterscheidet sich von der in der Quantenmechanik

P: Nehmen wir an, dass wir die Wellenfunktion für das gesamte Universum kennen. Wieso sind dann die zwei Wahrscheinlichkeiten nicht gleich?

S: Wusste erstmal keine Antwort aber Schmalian hat dann öfters die Frage umformuliert und mich zur Antwort geführt. In der statistischen Physik werden Untersysteme beschrieben, die jeweils aus gemischten Zuständen des Gesamtsystems bestehen und damit sind die Wahrscheinlichkeiten nicht gleich.

P: Letzte Frage: Wie sieht die Wärmekapazität eines Photonengases aus?

S: Stand auf dem Schlauch, trotz der relativ einfachen Frage und hab irgendetwas geschrieben, aber kam nicht auf die richtige Lösung. Schmalian hat dann gesehen, dass ich das in der Restzeit nicht mehr hinbekomme und hat mich rausgeschickt.

Wegen dem Hänger am Ende hat er mir die 1,3 gegeben, weil man das eigentlich wissen muss.