

Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Schmalian

☒ BP ☐ NP ☐ SF ☐ EF ☐ NF ☐ LA	Datum: 06. November 2018	Fachsemester: 7
--	--------------------------	-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, E ,F

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo D
--

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
--

Verwendete Literatur/Skripte: Theo D und F: Skript Schmalian
--

Theo E: Skript Steinhauser

Schwabl zum Nachschlagen

Dauer der Vorbereitung: Etwa 5 Wochen

Art der Vorbereitung: 3 Wochen die Skripte durchgearbeitet, danach zwei Wochen gegenseitig abgefragt
--

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Die Skripte vom Schmalian sollten durchgegangen werden, da stehen auch Kleinigkeiten drin auf die er Wert legt.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Am Anfang sollte ich sagen was mir an der Quantenmechanik gefällt. Schmalian ist eher das Verständnis wichtig. Man muss auch völlig unbekannte Sachen herleiten, dabei gibt er aber immer wieder Tipps wie man weiter machen kann. Sachen genau zu rechnen und herzuleiten ist eher nicht so wichtig.
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Gibt Hilfestellung, versucht die Frage nochmal anders zu formulieren. Gibt einem auch Zeit zum Nachdenken.

Kommentar zur Prüfung: Sehr angenehme Atmosphäre. Es macht wirklich Spaß auch mal was neues herzuleiten.
--

Kommentar zur Benotung: 1.0

Die Schwierigkeit der Prüfung:

Die Fragen

S: Schmalian

I: Ich

S: Was gefällt ihnen an der Quantenmechanik am meisten?

I: Die Interpretation der Quantenmechanik als Wahrscheinlichkeiten.

S: Zeigen sie, das wenn die Wahrscheinlichkeit einmal normiert ist, dass dann die Normierung über die Zeit erhalten ist.

I: .. Zeit nur e-faktor

S: Kontinuitätsgleichung.

I: Hingeschrieben.

S: Warum ist dies eine Gleichung, die die Wahrscheinlichkeitserhaltung beschreibt?

I: Nach einigen Tipps bin ich darauf gekommen, dass ich die Ableitung nach $\vec{r}$ integrieren muss, und dann die Δ einsetzen. Dann den Satz von Gauß anwenden und man hat den Strom erhalten. Die Ladung/Wahrscheinlichkeit kann sich in einem Gebiet also nur ändern, wenn ein Strom aus dem Gebiet fließt.

S: Leiten sie den Strom aus der Wahrscheinlichkeitsdichte her.

I: Betragsquadrat für $\vec{r}$ eingesetzt, abgeleitet, die Schrödingergleichung eingesetzt.

S: Wie sieht der Strom jetzt in einem elektromagnetischen Feld aus?

I: zusätzlichen Term hingeschrieben.

S: Warum braucht man das?

I: Eichfreiheit des Vektor- und Skalarpotentials, auch die Wellenfunktion muss sich mit verändern, da die Schrödingergleichung unverändert bleibt.

S: Angenommen ich habe ein konstantes Magnetfeld, wie sieht mein Problem dann aus?

I: Habe den Hamiltonoperator aufgeschrieben, und das für das Vektorpotential $A=1/2(B \times r)$ gilt. Ich wollte schon anfangen die Landau-Niveaus und alles herzuleiten, aber er hat mich unterbrochen.

S: Ja, sie wissen jetzt bestimmt alles wie das auch mit den Energien aus sieht, mich interessiert jetzt aber etwas anderes. Wenn ich mich in einem unendlich großen Raum befinde, dann ist mein Problem ja translationsinvariant, zeigen sie mir das.

I: Wusste nicht so richtig was ich machen sollte und habe bisschen überlegt.

S: Fangen wir doch mal mit dem Impuls an. Ändert der sich unter Translationen?

I: Nein.

S: Genau. Und das Vektorpotential?

I: Das ändert sich. Da steht ja der Vektor r drin.

S: Was passiert jetzt wenn sich alle Punkte um den konstanten Vektor a verschieben?

I: Ich setze das mal ein: $A=1/2(B \times (r+a))=1/2(B \times r) + 1/2(B \times a)$

S: Sehr gut, erinnert sie diese Form an etwas?

I: Ja an die Eichtransformation. Ich muss also zeigen, dass der Teil $1/2(B \times a)$ als Gradient*Skalarpotential geschrieben werden kann.

S: Ja genau, schreiben sie es mal komponentenweise.

I: Kreuzprodukt in Komponenten geschrieben, noch der Tipp, dass mein Feld konstant in z.B. die z-Richtung zeigt. Dann bleiben nur noch zwei Komponenten übrig, und man muss an die Komponenten noch passend x oder y multiplizieren um das Skalarpotential zu erhalten.

S: Machen wir weiter mit dem Wasserstoffatom. Wie sieht es mit der Entartung aus?

I: Energie hingeschrieben, hängt nur vom n ab. Ohne Spin n^2 -fache Entartung.

S: Zeigen sie das.

I: Entartung der m Quantenzahl ist $2l+1$, also Summe von $n=0$ bis $n-1$ über $2l+1$ berechnet.

S: Woher kommt die Entartung?

I: Zwei Operatoren kommutieren mit dem Hamiltonoperator aber nicht miteinander. L_x , L_y , L_z kommutieren mit H , aber nicht miteinander, daher m Entartung. L^2 und der Lenz-vektor sind der Grund für die l Entartung.

S: Was ist der Lenz-vektor?

I: Wusste ich nicht, er hat es mir dann erklärt, dass der in einem $1/r$ Potential ein erhaltener Vektor ist.

S: Was passiert in einem elektrischem Feld?

I: Stark-Effekt. Das erste Niveau spaltet nicht auf, aber das zweite. Da mein Niveau entartet ist brauche ich die entartete Störungstheorie. Habe erklärt das man die Determinante berechnet muss. Bedingungen sind $m=m'$ und $l=l'+1$. Ich sollte dann noch meine Matrix hinschreiben und zeigen warum die Matrixelemente nur für $m=m'$ ungleich null sind.

S: Was gefällt ihnen an Theo E am besten?

I: Diracgleichung?

S: Na gut dann machen wir mal Diracgleichung.

I: Ich habe den Ansatz hingeschrieben und erklärt wie man daraus auf die Bestimmungsgleichungen für die α und β Matrizen kommt, dass man also 4×4 Matrizen braucht.

S: Meine Ψ hat jetzt also vier Komponenten, was bedeutet das?

I: positive und negative Energie, und Spin up und down.

S: Zeichnen sie mal das Spektrum.

I: E über p , also zwei Kurven, eine bei positiver Energie und eine bei negativer Energie.

S: Wo ist der Grundzustand?

I: Bei $-\infty$.

S: Das ist aber schlecht oder?

I: Ja, aber nach der Interpretation mit dem Dirac-See sind alle Zustände bei negativen Energien besetzt und die Teilchen können nur Zustände mit positiver Energie besetzen. Ein Loch bei den negativen Energien ist dann ein Antiteilchen.

S: Was ist jetzt mit den Spins?

I: Das bedeutet das jeder Zustand doppelt besetzt werden kann.

S: Was passiert wenn ich in zwei Dimension bin?

I: Dann verliere ich meine Spinfreiheitsgrade und habe nur noch zwei, für positive und negative Energie. Die relativistische Energie-Impuls-Relation muss ja immer noch gelten.

S: Kommen wir noch zur statistischen Mechanik. Was wissen sie über das Ising-Modell?

I: Das Ising-Modell beschreibt Spins in einem Magnetfeld mit Spin-Spin-Wechselwirkung. Wenn ich in einer Dimension bin, die Teilchen auf einem Ring sind und ich nur Nächste-Nachbarn-Wechselwirkung habe kann ich das Problem lösen.

S: Ja sie wissen bestimmt wie das geht, skizzieren sie mal grob.

I: Ich stelle die Zustandssumme auf und schreibe sie ein bisschen um, sodass ich die Transfermatrix nutzen kann. Die Summe über alle Mikrozustände führt dann dazu, dass ich die Spur über T^N berechne, also über die Eigenwerte. Hier wollte er noch hören das ich einen kleineren und einen größeren Eigenwert habe, im thermodynamischen Limes ist also nur der größere relevant.

S: Angenommen mein Magnetfeld ist jetzt in x-Richtung, die Spin-Spin-Wechselwirkung weiterhin in z-Richtung, wie sieht meine Magnetisierung über B_x bei $T=0$ aus?

I: Überlegen ..

S: Wenn $B_x=0$ dann ist meine Magnetisierung ja endlich. (Zeichnet Startpunkt ein)

I: Die Magnetisierung geht mit steigenden B-Feld gegen Null.

S: Ja, es gibt einen kritischen Punkt, ab dem M gleich Null ist. Wann ist der?

I: Überlegen ..

S: Schauen sie sich den Hamiltonoperator noch mal an, welche weitere Größe haben wir noch?

I: J beim Wechselwirkungsterm. Wenn $\mu \cdot B_x$ also größer als J ist, ist die Magnetisierung Null.

S: Sehr gut, sie haben es geschafft.