Fach: Theoretische Physik		
PrüferIn: Schmalian		
⊗ BP ◯ NP ◯ SF ◯ EF ◯ NF ◯ LA	Datum: 12. März 2020	Fachsemester: 8
Welche Vorlesungen wurden geprüft?		
Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? TheoD		

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Nur kurz im Kolloquium angesprochen, "alles lernen, cool bleiben".
Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: Keine
Verwendete Literatur/Skripte: Eigener Mitschrieb, Skript von Schmalian für TheoD und F, Nolting 6, Wikipedia und Stackoverflow.
Dauer der Vorbereitung: Etwa 5 Wochen, genau richtig.
Art der Vorbereitung: Zunächst alleine die Skripte und Übungsblätter wiederholen, dann vier Wochen mit der besten Lernpartnerin der Welt Themen besprochen, Herleitungen abgefragt und frühzeitig mit den Protokollen angefangen.
Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Nicht verrückt machen lassen, viele Protokolle durchgehen (auch die alten), Lernpartner suchen!

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Total entspannt, recht kurz (35-40 min)
Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Ermutigt dazu, alles nochmal aufzuschreiben und in Ruhe darüber nachzudenken, gibt Tipps.
Kommentar zur Prüfung: Hat Spaß gemacht.
Kommentar zur Benotung: Nailed it!
Die Schwierigkeit der Prüfung: strukturiert und gelassen an neue Probleme herangehen.

Die Fragen

S: Schmalian
I: Ich
S: Bei wem haben Sie die Vorlesungen gehört?
S: Was ist die Wellenfunktion?
I: Eine Funktion, abhängig von Zustandsvariablen eines Systems (z.B. Ort eines Teilchens), beschreibt den Zustand eines QM-Systems. IA. komplexwertig, damit an einem Ort mehrere Größen 'gespeichert' werden können, z.B. Wahrscheinlichkeitsdichte und Impuls (sonst 'langweilig' wie die Wärmeleitgleichung). Zeitentwicklung beschrieben durch die Schrödingergleichung im nicht-rel Grenzfall.
S: Zeichnen Sie ein Doppelspaltexperiment. Was beobachten wir auf dem Schirm?
I: Interferenzmuster gezeichnet, kurz beschrieben.
S: Wie errechnet man die Abstände der Minima?
I: Klassische Rechnung mit de-Broglie-Wellenlänge, Interferenzbedingung. (Nur beschrieben, nicht gerechnet
S: Was passiert bei einem Einfachspalt?
I: Kreis/Kugelwelle, Wahrscheinlichkeitsdichte fällt mit 1/r oder 1/r^2 ab, erzeugt einfaches, breites Maximum auf Schirm.

S: Was passiert beim Doppelspalt wenn wir für 1/3 der Elektronen messen, welchen Spalt sie genommen haben?
I: Bei Messung Kollaps der Wellenfunktion, danach Ausbreitung als Kugelwelle. Das gemessene Drittel erzeugt zwei einfache Hügel. Das Interferenzmuster der restlichen Elektronen wird damit überlagert, Quadrate der Wellenfunktionen addieren sich.
S: Zeigen Sie, dass es im Zentralpotential Erhaltungsgrößen gibt, welche sind das?
I: Drehimpuls ist erhalten, allgemeinen Hamiltonian aufgeschrieben, kinetischen Term in Drehimpuls und Radialimpuls zerlegt: p^2/(2m) = L^2/(2mr^2) + p_r^2/(2m), mit p_r = (1/r d/dr r). Beweisen musste ich das nicht. Drehimpuls vertauscht also mit dem Hamiltonian -> erhalten.
S: Betrachten wir eine vektorförmige Wellenfunktion mit drei Komponenten, die wie ein Vektor dreht. Das beschreibt Spin-1-Teilchen. Wie würden Sie eine räumliche Drehung beschreiben?
I: Die Frage war nicht ganz so eindeutig gestellt, habe zunächst für eine skalare Wellenfunktion eine infinitesimale Translation hergeleitet (übliche Reihenentwicklung), dann das delta x für eine Drehung aus $r' = r + phi x r$ eingesetzt, Spatprodukt vertauscht -> exp(i/hbar L*phi) für allgemeine Drehungen. Bei der Vektor-Wellenfunktion müssen die Komponenten der Wellenfunktion auch noch gedreht werden, daher benötigt man zusätzlich noch eine normale Drehmatrix.
S: Erzählen Sie mir etwas über die Dirac-Gleichung.
I: Schrödingergleichung nur nichtrelativistisch, Lorentz-Kovarianz benötigt gleiche Ordnung von Zeit- und Ortsableitung. Daher allgemeiner Ansatz H=c alpha p + m c^2 beta. Eigenschaften von alpha, beta aufgezählt: nicht eindeutig bestimmt, a^2=b^2=1, {a, b}=0, {a_i, a_j}=delta_ij, spurlos (keine Rechnung, nur Herleitung beschrieben) und dann kurz darüber geredet, was alpha und beta für mathematische Objekte sein können. In 3D -> 4x4-Matrizen, in 2D -> Paulimatrizen reichen aus.
S: Zeichnen Sie das Energiespektrum
I: Gezeichnet, Grundzustand bei E=-inf, Interpretation Diracsee nur begrenzt gut, da Diracgleichung ein einzelnes Teilchen beschreibt.
S: Wie interpretieren Sie die vier Komponenten des Dirac-Spinors?
I: Positive + negative Energie, einführen eines Magnetfelds und Herleitung der Pauligleichung erlaubt Interpretation des anderen Freiheitsgrades als Spin (nicht nachgerechnet). In 2D verschwindet Spin.
S: Dann betrachten wir ein Diracteilchen in 2D in einem konstanten Magnetfeld, das senkrecht dazu steht.
I: Hamiltonian aufgeschrieben mit minimaler Kopplung, quadriert, allgemeine Formel für sigma_i sigma_j eingesetzt, Kreuzprodukt von (p - eA) mit sich selbst ausgerechnet (Schmalian stiftet kurz Verwirrung "Wo kommt das sigma_z jetzt her? Wir sind ja nur in 2D", stimmt mir dann nach kurzer Zeit zu). Schmalian erklärt dann noch kurz, dass im Magnetfeld selbst in 2D eine drehimpulsartige Quantenzahl auftaucht -> sigma_z.
Beisitzerin: Welches Material könnten wir denn somit beschreiben?
I: Mmh, wenn ich schon hier sitze vermutlich Supraleiter?
S: Falsch
I: Die Einschränkung in 2D klingt nach eine Heterostruktur...(nach Hilfe der Beisitzerin) Graphen!
S: Ok, wie sieht denn jetzt das Spektrum von unserem Teilchen aus?
I: Quadrierter Hamiltonian erinnert an Landau -> E^2 verhält sich wie ein harmonischer Oszillator mit einem Zusatzterm für das sigma_z -> Wurzelförmiges Spektrum.
S: Genau, insb. sind die Energieniveaus nicht mehr äquidistant.
S: Dann kommen wir zur Thermodynamik. Suchen Sie sich einen Phasenübergang erster oder zweiter Ordnung aus und zeichnen Sie mir F, S, C_v als Funktion der Temperatur.
I: Drei Koordinatensysteme gezeichnet, wähle erste Ordnung -> Entropie hat Sprung, bei niedrigen Temperatu kleinere Entropie. Zeichne die Entropie außer dem Sprung flach "zeichnen wir's einfach mal so".
S: Dann betrachten wir das wohl nur in einem kleinen Bereich um T_c
I: Genau. Dann aus Entropie mit C_v = T dS/dT die Wärmekapazität gezeichnet, Deltasingularität bei T=T_c, da Steigung von S nicht ersichtlich ist nicht klar, ob C_v einen Sprung nach oben oder unten macht. Danach aus S = -dF/dT die freie Energie gezeichnet.
S: Jetzt betrachten wie Teilchen mit dem Sprektrum E_n = delta log(n). Berechnen Sie die Zustandssumme.
I: Zustandssumme aufgeschrieben, umgeformt, konvergiert nur für beta delta > 1 -> T < T_c, Grenzwert der Reihe in diesem Fall...
S: Das wäre dann die Zetafunktion. Was können wir daraus über die anderen Thermodynamischen Variablen aussagen?
I: Divergieren alle für T -> T_c, also insbesondere auch die Wärmekapazität. Also kann eine Temperatur größer T_c nicht erreicht werden, da man dafür unendlich viel Energie in das System stecken müsste.
S: Woher kommt das?
I: Zustandsdichte wird für hohe Temperaturen unendlich hoch, sobald diese Zustände thermisch angeregt werden können, benötigt man eben unendlich viel Energie.
S: Dann betrachten wir noch kurz einen Hamiltonian der Form H = J S_1 S_2 (vektoriell) für Spin-1-Teilcher Zeigen Sie mir das Spektrum dieses Problems.
I: Gesamtdrehimpuls eingeführt, übliche Rechnung S_1 S_2 = 1/2 (S^2 - 4 hbar^2) = 1/2 hbar^2 (l(l+1) - 4).

S: Wo liegt der Grundzustand für J > 0?
I: l=0
S: Sicher? .. überlegt ...ach ja, stimmt.
S: Zur Beisitzerin: Ich weiß nicht mehr was ich fragen soll, Sie?