

Fach: Theoretische Physik		
PrüferIn: Shnirman		
<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: 19. Oktober 2016	Fachsemester: 7
Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D,E,F		
Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo C,D		

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -
Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
Verwendete Literatur/Skripte: Cohen-Tannoudji 1,2 Schwabl Statistische Mechanik Fließfach Statistische Physik
Dauer der Vorbereitung: 6 Wochen ~5 Tage die Woche 4-5 h. Am Ende bisschen weniger
Art der Vorbereitung: Überblick über Prüfungsthemen anhand von Altprotokollen verschafft. Anschließend Hintergrundwissen über diese Themen mit Literatur angeeignet. Dann Karteikarten mit üblichen Prüfungsfragen und beliebten Rechnungen gemacht und gelernt. Letzte 2 Wochen Prüfungssimulation mit Partner.
Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Erklärt den Stoff einem Kommilitonen, dadurch werdet ihr auch in der Prüfung sicherer.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Anfänglich war ich nervös, aber als ich gemerkt habe, dass es ganz gut läuft und die Themen abgefragt werden, auf die ich vorbereitet war, lief es flüssig.
Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Er ist geduldig und formuliert die Frage um. Manchmal hilfreich, manchmal zusätzlich verwirrend (leider).
Kommentar zur Prüfung: Insgesamt verflog die Zeit und es war angenehm.
Kommentar zur Benotung: 1,0 =) Er meinte, Sie haben zwischen 1,0 und 1,3 geschwankt, da Prof. Shnirman gerne mehr Themen behandelt hätte, aber ich in meiner Art (!) alles sehr ausführlich beschrieben habe.
Die Schwierigkeit der Prüfung: Was passiert mit einem Wellenpaket von relat. Teilchen im Vergleich zu einem Wellenpaket von nicht-relat. Teilchen? Was sind Zustände nachdem ein Störpotential wieder abgeschaltet wurde? Formulieren Sie die großkan. Zustandssumme für ein wechselwirkungsfreies Fermigas in einem Magnetfeld (nur Pauli-Paramagnetismus)

Die Fragen

-Prüfer

+ich

-Fangen wir an mit der Schrödingergleichung.

+hingeschrieben. Erklärt, dass es die DGL ist, die die Zeitentwicklung meines Systems beschreibt. Erklärt, dass H hermitesch und linear ist.

-Ok. H ist jetzt zeitunabhängig. Was können Sie dann tun?

+Stationäre Lösungen suchen. Separationsansatz für ψ verwendet. \rightarrow stat. SGL

-Was ist E?

+Eigenenergien des Systems und EWe des Hamiltonoperators. E ist reell.

-Warum ist E reell?

+Weil H ein hermitescher Operator ist.

-Zeigen Sie mal, warum dann EWe reell sind.

+Definition des hermiteschen Operators in darstellungsfreier Form verwendet $\rightarrow o = o^*$

-Wie sieht jetzt die gesamte Lösung des Problems aus?

+ $|\psi(t)\rangle = \sum_n c_n e^{-iE_n/\hbar t} |n\rangle$ Entwicklung von Ψ in Eigenzuständen des Hamiltonoperators mit Zeitentwicklungsoperator für das stationäre Problem.

-Ja, gut. Gehen wir über zu Wellenpaketen. Wie sieht das aus?

+Überlagerung von ebenen Wellen mit unterschiedlichen Wellenvektoren.

$\psi(\vec{r}, t) = 1/(2\pi)^{3/2} \int d^3k g(\vec{k}) e^{i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)}$

-Unterbrochen. Was ist ω ?

+ [stand kurz auf dem Schlauch]

-Ist das fest?

+Nein, nein, das ist z.B. für freie Teilchen gegeben durch $\omega = \hbar k^2/2m$. Ich sollte besser $\omega(\vec{k})$ schreiben!

-Genau, das war mir wichtig! Wie ist das jetzt für relat. Teilchen.

+Hmm. Dann ist $E = \hbar \omega = \hbar c k$ also $\omega = ck$.

-Ja. Und was ist jetzt der Unterschied zu nicht relat. Teilchen in der Bewegung des Wellenpakets.

+Habe dann erklärt, dass im nicht-relat. Fall die Gruppengeschwindigkeit doppelt so groß ist wie die Phasengeschwindigkeit und im relat. Fall die Gruppengeschw. gleich der Phasengeschw.

-Ja ja, aber wie bewegt sich das?

+Also im nicht-relat. Fall zerfließt das Wellenpaket und [hier selbstbewusst geraten] im relat. Fall nicht!

-Genau! [Zeigt auf ω im nicht relat. Fall] Hier haben wir Dispersion und [zeigt auf ω im relat. Fall] hier nicht.

Gehen wir jetzt zum Wasserstoffatom. Schreiben sie mal den Hamiltonian auf.

-Erklärt, dass es ein Zweikörperproblem ist.

$H = p_1^2/(2m_e) + p_2^2/(2m_p) - e^2/(4\pi\epsilon_0 |\vec{r}_1 - \vec{r}_2|) = p^2/2m - e^2/(4\pi\epsilon_0 r)$ mit r relativ-Koordinate um m reduzierter Masse. [Hat ihm nicht gefallen]

-Aber wir haben doch noch den Impuls des Schwerpunkts, nicht nur den Relativimpuls.

+Habe dann erklärt, dass aufgrund der Massenunterschiede der Schwerpunkt quasi im Proton liegt und ich dort meinen Ursprung hinverschiebe. [Er hat dann davon abgesehen]. Habe den Hamiltonoperator dann in Kugelkoordinaten ($H = 1/2m(p^2 - \vec{L}^2/r^2) + V_c$) umgeschrieben, WÄHREND ich ihm die Frage beantwortet sollte, was erhalten ist, wenn das Problem radialsymmetrisch ist \rightarrow Drehimpuls

-Jede Komponente?

+Ja, jede Komponente.

-Okay, woran sehe ich das?

+Heisenbergsche Bewegungsgleichung für Erwartungswerte von Observablen: Ist der Operator nicht explizit zeitabh. und vertauscht mit H, so ist die Observable Konstante der Bewegung.

-Was bedeutet es für L_z wenn L_x erhalten ist?

+Ehmm. Also ich kann eine Quantisierungsachse frei wählen..

-Ja, also sie wählen jetzt z.B. L_z , was gilt dann für L_x ? Ist das immer noch erhalten? [Hat zwei Eigenzustände von L_z hingeschrieben und den Hamiltonian um einen Term $\propto L_z B_z$ ergänzt].

+Naja jetzt sind das, was sie da hingeschrieben haben, Eigenzustände von L_z , aber nicht von L_x und L_x ist jetzt mit diesem Hamiltonian und Wahl von L_z als Quantisierungsachse nicht mehr erhalten.

-Achso. Ja, das funktioniert nicht [haha. Hat Ergänzung von Hamiltonian wieder durchgestrichen.] Ich habe Ihnen das jetzt bisschen einfach gemacht. Aber wie sehen die Energien mit so einem Hamiltonian aus? [zeigt auf seine durchgestrichen Ergänzung zum Hamiltonian]

+Naja das ist ja nur der normale Zeemaneffekt. Ich betreibe zeitunabh. Störungstheorie und betrachte die Matrixelemente der zwei Zustände. [Er hatte glaube ich $|\alpha\rangle + |\beta\rangle$ präpariert].

L_z angewirkt auf den Zustand $\rightarrow |\alpha\rangle$ hat neue Eigenenergie, $|\beta\rangle$ bleibt in erster Ordnung gleich.

-Okay, machen wir jetzt mal explizit den Stark Effekt für $n=2$. Sie haben $V = -Ex$

+Erklärt, dass wir entartete ST machen müssen. Wollte Auswahlregeln für m herleiten und habe erklärt, dass ich in diesem Fall die Quantisierungsachse in x-Richtung wählen würde.

-Okay, jetzt dürfen sie überall x durch z ersetzen, sie haben das verstanden.

+Auswahlregeln für m aus $[L_z, z] = 0$ hergeleitet und gezeigt, dass $l-1'$ ungerade sein muss über Parität. ME, die nicht verschwinden sind $\langle 210|z|200\rangle$ und $\langle 210|z|200\rangle$. Entarteten Unterraum diagonalisiert. Neue Eze sind :

- $1/\sqrt{2}(|210\rangle+|200\rangle)$ mit $E=E_2+\gamma \epsilon$ und $1/\sqrt{2}(|210\rangle-|200\rangle)$ mit $E=E_2-\gamma \epsilon$.
 -Was ist der quadratische Stark-Effekt?
 +Stark-Effekt für $n=1$. Energiekorrektur verschwindet in 1. Ordnung. Niedrigste Ordnung für Energiekorrektur ist 2 $\rightarrow \Delta E \propto E^2$.
 -Ja, rechnen Sie das mal explizit.
 +gemacht. Formel für ST 2. Ordnung hingeschrieben und über Auswahlregeln erklärt, welche Zustände mit $|100\rangle$ interferieren.
 -Auch welche mit $n=3$?
 +klar, die sind nur aufgrund der Energiedifferenz E_1-E_3 im Nenner stärker unterdrückt.
 -Ja. Was ist Fermis goldene Regel?
 +Übergangsrate von diskretem Zustand in Kontinuum an Endzuständen.
 -Was bedeutet Übergang?
 +Das vollständige Verlassen des vorherigen Zustands?
 -Das meine ich nicht. [Malt Störung auf, die nach einer Zeit wieder ausgeht]
 [Hier folgte eine Diskussion, aus der ich nicht viel gewonnen habe. Er wollte wohl hören, dass nach Abschalten des Potentials Zustände wieder Eigenzustände von H_0 sind. Zwischendrin wurde noch über adiabatische Störung geredet. Was das ganze jetzt mit dem Übergang ins Kontinuum zu tun hat, ist mir immer noch nicht ganz klar]
 +Fermis goldene Regel hingeschrieben für konstante Störung zur Zeit 0 angeschaltet.
 -Und für oszillatorische Störung?
 +etwa so: $V(t)=F e^{-i\omega t}+F^\dagger e^{i\omega t}$?
 -Ja.
 +hingeschrieben. Terme für Emission und Absorption von Photonen erklärt.
 -Und wenn sie jetzt $\omega \rightarrow 0$ gehen lassen.
 +Dann habe ich die doppelte Amplitude, weil ich die Interferenzterme nicht betrachtet habe, die spielen für $\omega = 0$ aber eine Rolle
 -Sie haben halbe Amplitude, also falsche Lösung und wenn sie dann Interferenzterme betrachten haben sie wieder richtige Lösung.
 -Dirac-Gleichung?
 +kovariant?
 -Ja, gerne.
 +hingeschrieben
 -Und mit externen Feldern?
 +minimale Kopplung gemacht.
 -im nichtrelat. Grenzfall?
 +Pauli-Gleichung hingeschrieben, erklärt wo man Lande-Faktor vom Elektron sieht.
 -Für Antimaterie? Wie ändert sich die Gleichung?
 +Masse wird negativ und Ladung für Antiteilchen ist auch negativ.
 -Beides?
 +Ja.
 -Nein, aber wie machen sie das überhaupt.
 +Herleitung der Pauli-Gleichung erklärt mit Abspaltung der dominanten Zeitentwicklung durch mc^2 bzw. $-mc^2$. Entkopplung der Gleichungen für ϕ und χ erklärt.
 -Gut, genau, deswegen dreht sich nur VZ der Masse um! Dirac's Trick waren dann die Positronen mit positiver Masse aber umgekehrter Ladung.
 -Gehen wir über zur statistischen Physik. Wie ist die statistische Definition der Entropie.
 +Habe $S=k_B \ln(\Sigma(E,V,N))$ und $S=-k_B \text{Tr}(\rho \ln(\rho))$ hingeschrieben. Letzteres wollte er hier sehen.
 -Schreiben Sie die Dichtematrix im großkan. Potential
 +gemacht. Erklärt was die einzelnen Größen sind und erwähnt, dass die Mikrozustände Mehrteilchenzustände sind.
 -Wie können Sie jetzt für ein wechselwirkungsfreies Gas mit Einteilchenenergien vorgehen?
 +Übergang zu Besetzungszahldarstellung gemacht und viel erklärt.
 -Wie sieht die Zustandssumme im großkanonischen Potential für Fermionen aus?
 +gemacht für $s=1/2$. Steht ausführlich im Fließbach.
 -Wie sieht das jetzt aus, wenn sie noch Pauli-Paramagnetismus haben?
 +Einteilchenenergien werden zu $\epsilon_\lambda = \epsilon_p \pm \mu_B * B$. Also Summen über Besetzungszahl für Spin-up und Spin-Down getrennt ausgeführt.
 -Wie sieht die Magnetisierung dann aus?
 +Großkanonisches Potential: $\Omega(T,V,\mu) = -k_B T \ln(Z_G(T,V,\mu))$
 $M = -(\partial \Omega / \partial H)$
 -Gut, wir dürfen nicht mehr reden. Warten Sie bitte draußen.

1

This is a handwritten document, possibly a letter or a report, written in German. The text is extremely faint and difficult to read, but it appears to be a formal communication. The document is oriented vertically on the page. There are two hole-punch marks on the right side of the page. The text is written in a cursive or semi-cursive hand. The content is mostly illegible due to the low contrast and blurriness of the scan. Some words like "Sehr geehrte" (Dear) and "Mit freundlichen Grüßen" (With kind regards) are faintly visible, suggesting a formal letter structure. The document is dated at the bottom right, with the year "1918" being discernible. The overall appearance is that of an old, poorly preserved document.