Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Mirlin

BP NP SF EF NF LA Datum: 30. September 2022 Fachsemester: 6

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, Theo E, Theo Fa+b

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo Fa+b

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -

Verwendete Literatur/Skripte: Theo D Skript Schmalian, Theo E Skript Melnikov und Sakurai für Relativistik, Theo Fa+b Skript Mirlin und Fließbach + Wikipedia für Fb

Dauer der Vorbereitung: 4 (+2 seeeeehr locker) Wochen

Art der Vorbereitung: (2 Wochen sehr locker wieder reinlesen, hatte davor nen Monat nix mehr mit Theo zu tun, wenn mans direkt nach dem Semester macht kann man den Teil getrost skippen), 2,5 Wochen alle Altfragen von Mirlin auswendig gelernt mit detaillierter Herleitung, 1,5 Wochen immer wieder Rechnungen aufgefrischt und drum herum bisschen Verständnis gelernt, 2 Mal (3 und 1 Tag vor der Prüfung) mit Freunden an der Tafel vorrechnen geübt

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Sehr klares Fragenrepertoire, das wirklich gut rechnen können und insbesondere darauf achten, dass man immer dazu erklären kann, Mirlin gibt einem viel Puffer, wenn man wirkt, als hätte man Konzepte gut verstanden und Kontextinfo geben kann

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Grundsätzlich sehr smooth, grobe Stichpunkte genannt und dann teilweise nachgehakt

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Gibt grobe Tipps, hakt aber erstmal nach, dann muss man versuchen die Sachen zu beantworten - wenn man sehr ratlos wirkt befreit er einen irgendwann und erklärt es kurz selbst (insgesamt aber immer sehr lieb)

Kommentar zur Prüfung: Sehr zu empfehlen

Kommentar zur Benotung: 1.0, knapp weil ich nen kompletten Aussetzer beim 1D-Modell hatte, da hat mich mein sonstiges vieles Erklären gerettet

Die Schwierigkeit der Prüfung: Grundsätzlich gut abschätzbar, aber wenn der Fragenkatalog erweitert wird (wie bei mir das 1D Modell), dann kann man sich halt schwer auf alles vorbereiten - da man das aber trotzdem glimpflich überleben kann klare Empfehlung

Die Fragen

Themen: Endlicher Potentialtopf, Zentralpotential, zeitabhängige Störungstheorie + Fermis Goldene Regel, 1D-Ising-Modell, Mean Field bei 3D Ising Modell, Ginzburg-Landau-Theorie + Kriterium

M: Mirlin

I: Ich

M: Wir starten mit dem Problem eines Teilchens in einer Potentialmulde

I: Endlicher Potentialtopf, erstmal Skizze und kurz nachgefragt obs das richtige Problem ist, zeitunabhängiges Hamiltonian also Zeitentwicklungsoperator und dann Ortsproblem lösen, dann in Bereiche aufgeteilt, Lösungen angeschrieben, direkt im Potential gerade oder ungerade Lösung (sin/cos) angesetzt und gesagt, dass man Stetigkeit der Funktion und der ersten Ableitung fordert; Wurde dann schon mit "gut gut" abgebrochen hab noch kurz die Bedingung $k = \pm \gamma \cos(ka)$ hingeschrieben und gesagt, dass dadurch die Energien eingeschränkt sind

M: Weshalb fordert man nur die Stetigkeit der ersten Ableitung, nicht der zweiten? Ist die zweite stetig?

I: Nein, was erzählt davon dass ψ und erste Ableitung ja in Wahrscheinlichkeitsdichte bzw. -strom vorkommen und deshalb physikalisch relevant sind, war aber falsch

M: Nicht ganz, wissen Sie denn wie man das berechnen kann?

I: Vage Erinnerungen an ein Theo E Übungsblatt rausgekramt und erzählt, dass man infinitesimal um die Potentialgrenze herum ein Integral aufstellen kann dass man mit partieller Differenzierung und Schrödingergl. umschreiben kann, damit war er zufrieden

M: Gut, dann schauen wir ein Teilchen im Zentralpotential an

I: $V(r)$, Wechsel in Kugelkoordinaten, $p^2 = p_r^2 + L^2/r^2$ und p_r angeschrieben, Produktansatz hingeschrieben und Kugelflächenfunktionen introduced, Radial-DGL hergeleitet und noch gesagt, dass man dann nen $R = u/r$ Ansatz machen kann, dabei schon erzählt, dass bei Zentralpotentialen m nicht in der DGL und damit auch nicht in der Energie auftaucht

M: Was ist die Besonderheit beim Coulomb-Potential?

I: Da hat man dann $V(r) \propto -1/r$, da hat man den Runge-Lenz-Vektor als zusätzliche Erhaltungsgröße und führt zu l -Entartung

M: Dann schauen wir uns ein komplizierteres zeitabhängiges Problem an, was können Sie zu zeitabhängiger Störungstheorie erzählen und Fermis Goldene Regel herleiten.

I: $H = H_0 + \lambda V(t)$, Ansatz über $|\psi\rangle = \sum a_n(t) e^{-iE_n T/\hbar} |n\rangle$, kurz erklärt, dass man halt annimmt, dass die gestörten Fkt auch in den Eigenzuständen entwickelt werden können, dann eingesetzt in Schrödingergleichung und DGL für $a_m(t)$ aufgestellt (siehe Skript Melnikov); Gesagt dass man dann rekursiv immer die nächst niedrigste Ordnung einsetzen muss; Dann gesagt dass man sich für Fermis Goldene Regel ein Problem nimmt, bei dem der Zustand am Anfang rein ein Eigenzustand ist $\propto \delta_{ni}$, eingesetzt und dann periodisches Potential angesetzt $V(t) = V e^{-i\omega t} + V^\dagger e^{i\omega t}$, über $-T/2$ bis $T/2$ integriert (hab da gesagt T wäre die Periodendauer der Störung, wurde mir dann später ausgedreht XD), Formel normal hergeleitet

M: Können Sie nochmal sagen, was das T jetzt genau ist, das geht ja gegen unendlich

I: Bisschen rumgestammelt und dann geblickt, dass die Störung halt unendlich lang wirken soll aber T dann nicht an w gekoppelt ist

M: Genau, und wenn man jetzt ein kontinuierliches Energiespektrum hat, wie ändert sich die Formel

I: Erstmal einfach nur Energiedichte dazugeschrieben

M: Nicht ganz, wie kommt man denn dazu?

I: Irritiert gewesen

M: Die Formel so passt ja erstmal, jetzt gehen wir von einem Zustand zu sehr vielen möglichen $|f\rangle$ über...

I: Dann muss man über die f summieren (dann hats endlich Klick gemacht) ...und dann kann man die Summe zu nem Integral umschreiben, $\sum \rightarrow V/(2\pi\hbar)^d \int (d^d p)$, damit war er glücklich

M: Dann kommen wir jetzt zu statistischer Physik, machen wir das eindimensionale Ising-Modell

I: Hier bin ich innerlich gestorben, das hat er noch nie gefragt gehabt und ich habs nicht ausführlich gelernt; Direkt gesagt, dass ich das leider nicht detailliert kann (aber dass ich Mean Field bei 3D kann), er wollte es natürlich trotzdem probieren, hab mal den Hamiltonian angeschrieben und gesagt dass man Z berechnen will und dass es da die Transfermatrixmethode gibt, hab auch die Matrix selbst richtig angeschrieben, er wollte aber gern die Herleitung sehen.

Ab hier wurd's sehr holprig: Hab durch viel Hilfe die Exponentialfunktion richtig umgeschrieben, aber schlicht keine Ahnung gehabt, wie man jetzt Matrizen einführt. Stand so 30 s traurig nachdenkend schweigen vor der Tafel, bis ich erlöst wurde

M: Ja also hier kann man dann die Exponentialfunktionen als Multiplikation von 2×2 Matrizen umschreiben, aber gut, Sie haben gesagt, in 3D können Sie das Modell?

I: Sehr erleichtert angefangen, Mean Field Näherung runterzurattern: Produkt umgeschrieben, Hamiltonian auf B_{mf} umgeschrieben, direkt gesagt, dass man $\langle \sigma \rangle$ halt erstmal als Parameter reinwirft aber am Schluss prüfen muss, dass das Modell konsistent ist, dann Z berechnet und gesagt dass die Konsistenz über die Magnetisierung funktioniert, deshalb F und M aus F berechnet und gleich $N \gamma \langle \sigma \rangle$ gesetzt, gesagt dass man für $B=0$ jetzt noch ne kritische Temperatur berechnen kann, auch Skizze dazu gemalt und gesagt dass man halt über T_c nur $\langle \sigma \rangle = 0$ kriegt, aber darunter ungleich null und dass das ner Symmetriebrechung also nem Phasenübergang entspricht und man dann auch kritische Exponenten berechnen kann

M: Können Sie kritische Exponenten noch ein bisschen ausführen und ein paar berechnen?

I: Kurz nachgefragt, ob bei dem oder bei Landau Theorie (letzteres konnte ich besser), er wollte es aber dabei, hab dann aus meinem Kopf rausgekruschtelt dass man den tanh dann um T/T_c $\langle \sigma \rangle$ Taylorlort und nur ~ 1 und ~ 3 übrig bleiben, umgestellt sodass kritischer Exponent $1/2$ raus kam, dazu noch erzählt dass die Idee von kritischen Exponenten halt ist, ähnliches Verhalten am Phasenübergang bei sehr verschiedenen Systemen zu charakterisieren

M: Sind diese Exponenten exakt?

I: Ne, Ginzburg-Kriterium erwähnt aka dass bei $d > 4$ die Fluktuationen wirklich egal sind, aber bei $d = 3$ eigentlich das Modell am Phasenübergang zusammenbricht, und dass bei sehr kleinen Dimensionen manchmal gar kein Übergang auftritt

M: Also beim 1D, wenn wir das gerechnet hätten, wäre da ein Phasenübergang?

I: Ne da kommt nur $\langle \sigma \rangle = 0$

M: Gut, Sie haben noch 5 Minuten, was können Sie uns noch zu Ginzburg-Landau-Theorie erzählen?

I: (Hier hatte ich das Gefühl, ganz ganz dringend so viel wie möglich erzählen zu müssen) Also da macht man einen Integral-Ansatz für Z , Freie Energie Funktional angeschrieben, gesagt dass man phänomenologisch ansetzt und weshalb die ungeraden Exponenten rausfallen, kurz gesagt dass der $a(T-T_c)$ Term sicherstellen soll, dass die Lösungen nur unter T_c auftreten

M: Können Sie f zeichnen?

I: Skizziert f für über und unter T_c , gesagt dass da halt Symmetriebrechung auftritt; Dann weiter gerechnet, gesagt dass bei Landau normal jetzt $\phi = \text{const}$ am Übergang angenommen wird, bei Ginzburg-Landau aber Euler-Lagrange-Gleichung zum Minimieren verwendet wird, Gleichung hingeschrieben, gesagt dass man $\phi = \phi_0 + \delta \phi$ ansetzt, hingeschrieben, gesagt dass man dann Fourier-transformiert

M: Ja genau gut, was findet man da?

I: Noch gesagt dass man dann die Suszeptibilität berechnet und daraus die Korrelationslänge bestimmen, damit kann man die Fluktuationen abschätzen

M: Gut, dann gehen Sie bitte kurz raus