Fach: Theoretische Physik		
PrüferIn: Mirlin		
⊗ BP ◯ NP ◯ SF ◯ EF ◯ NF ◯ LA	Datum: 12. Juli 2022	Fachsemester: 6
Welche Vorlesungen wurden geprüft? TheoD, TheoE, TheoF(a+b)		
Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? TheoFa und TheoFb		

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -
Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
Verwendete Literatur/Skripte: Skripte: Theo D: Schmalian Theo E: Melnikov, teilweise Steinhauser Theo F: Mirlin Bücher: Schwabl: Quantenmechanik, Quantenmechanik für Fortgeschrittene und Statistische Physik
Dauer der Vorbereitung: Unterm Semester immer mal wieder an Zusammenfassung geschrieben, intensive Lernzeit dann ab 2-3 Wochen davor
Art der Vorbereitung: Zuerst allgemeine Zusammenfassung geschrieben, danach alle möglichen (relevanten) Herleitungen und Rechnungen aufgeschrieben. Dann in letzten 2 Wochen alles immer wieder heruntergerechnet, dass die relevanten Herleitungen wirklich auswendig sitzen. Am Ende noch ein paar mal von Freunden Prüfungen abfragen lassen.
Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Vor allem Herleitungen so gut durchgehen, dass vollständig verstanden und jederzeit wiedergegeben können, sowohl in "Kurzversion" als auch in längerer Version, falls Prüfer genauere Nachfragen stellt. Allgemein sich überlegen, was man zu welchen Stichwörtern erzählen möchte/kann, da der Prüfer oftmals keine genauen Fragen sondern Stichwörter nennt.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? TheoD, TheoE, TheoF der Reihe nach immer etwa 20 Minuten durchgegangen. Der Prüfer hat meistens ein allgemeineres Stichwort genannt und mich dann erst einmal relativ frei die Rechnung/Herleitungen runterrechnen lassen und hat, als ich dann fertig war meist noch ein zwei kleinere Fragen zu dem Thema gefragt.
Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Er hat die Fragen meistens noch einmal umformuliert oder noch einmal präziser gestellt, falls meine Antworten nicht dem entsprachen, was er wollte.
Kommentar zur Prüfung: Verlief super angenehm und schnell.
Kommentar zur Benotung: 1,0
Die Schwierigkeit der Prüfung: Prüfung selbst eigentlich sehr gut machbar, da die meisten Themen Fragen exakt gleich wie in den Altprotokollen waren.

Die Fragen

M: Mirlin
I: Ich
M: Wie lässt sich die Lösung für ein Teilchen im Zentralpotential herleiten?
I: Hamilton Operator hingeschrieben, p^2 in Ortsraumdarstellung, Laplace-Operator in radial- und winkelabh
Term. Winkelabhängigen Laplace-Operator mit L^2 identifizieren und in Hamilton einsetzen. Separationsansat
damit Eigenwertgleichung für L^2 und als Lösungen Kugelflächenfunktionen, Eigenwerte h_bar^2 l(l+1)
einsetzen und Radialgleichung hingeschrieben.
M: Und wie hängen die Eigenenergien (im Zentralpotential) von den Quantenzahlen ab?
I: Diese hängen nicht von Quantenzahl m ab, da wie zu sehen kein m in Radialgleichung vorkommt. Für
l keine allgemeine Aussage möglich, hängt von Potential ab.
M: Welche Quantenzahlen haben wir denn noch?
I: l,m und dann noch eine Quantenzahl n
M: ja genau also die radiale Quantenzahl. Und wie ist es dann bei dem Coulomb-Potential?
I: ist nicht von l abhängig
M: warum?
I: haben noch eine weitere Erhaltungsgröße, nämlich den Runge-Lenz-Vektor, dadurch ist auch die Energie
von l unabhängig
M: Gut dann haben wir ja gerade schon was vom Drehimpuls gesehen, welche Zahlen kann das l annehmen?
I: Beim Bahndrehimpuls ist l ganzzahlig, aber es gibt noch weitere Drehimpulsarten wie z.B. Spin, da
kann l halbzahlig sein
M: Können sie mir herleiten wieso das so ist?
I: m ist begrenzt durch Eigenwert von L^2, da L^2>= L_z^2 → |m| <= j(j+1). Auf- und Absteigeoperatoren
L_+/- definiert und mit diesen lässt sich zwischen Zuständen mit verschiedenem m wechseln. Mit einer
anderen Darstellung von L^2= L_+ L_- + L_z^2 - L_z h_bar →Damit gilt dann: m_max*(m_max+1) = m_min*(m_min
→ m_max = - m_min → m ist symmetrisch um Null verteilt, da wir mit Auf-/Absteigeoperator nur in ganzen
Schritten in m gehen können, also muss m ganzzahlig oder halbzahlig sein und das maximale m ist dann
gerade l.
M: Und wie sieht es mit der Addition von Drehimpulsen aus?
I: Basis für {j1^2,j2^2, j1_z, j2_z} definiert und dann ist es für manche Hamilton sinvoll neue Basis
zu definieren aus {J,Jz,j1^2,j2^2} mit \vec{J}= \vec{j1} + \vec{j2}
M: Und welche Werte kann nun die Quantenzahl j annehmen?
I: |j1 -j2| <= j <= j1+j2
M: Dann kommen wir zu QM2. Sagen sie mir mal etwas über Dirac Gleichung.
I: Motivation, Ansatz, Bedingungen für die Matrizen, Dimension der Matrizen (wie schon ausführlich
in anderen Altprotokollen beschrieben)
M: Wir bekommen dann also als Lösungen 4-komponentige Spinoren, wie können wir das interpretieren?
I: Teilchen positiver Energie mit 2 Freiheitsgraden, welche als Spin up und down verstanden werden
können und Teilchen mit negativer Energie wieder zwei Freiheitsgrade, also Spin, die Teilchen mit negative
Energien können wir als Antiteilchen oder zum Beispiel Löcher interpretieren.
M: Dann interessiert uns nun der nicht relativistische Limes von der Dirac-Gleichung.
I: Pauli-Gleichung hergeleitet (Siehe z.B. Skript Melnikov)
M: Dann zeitabhängige Störungstheorie, leiten Sie die Formel für Übergangswahrscheinlichkeiten her.
I: Habe erst gefragt, ob er Fermis-Goldene Regel meint, aber er wollte zunächst nur Übergangswsk wissen.
I: Ansatz Wechselwirkungsbild für H = H_0 + V(t), damit Gleichung für zeitliche Ableitung für |Psi_I
(t)> aufgeschrieben und gelöst: |Psi_I (t)>= |Psi_I (t_0)> + 1/ih_bar int_t_0^t dt´ <n| V_I(t)|Psi_I
(t)> . Durch iteratives Einsetzen erhalten wir Dyson-Reihe. Störung erster Ordnung dann im Integral
|Psi_I (t)> mit |Psi_I (t_0)> ersetzen. Dann Übergangsamplitude durch Projektion von <n(t)| auf |Psi_I
(t)> ausgdrückt: a_n(t) = <n|Psi_I (t_0)> + 1/ih_bar int_t_0^t dt´ <n| V_I(t)|Psi_I (t_0)> und |Psi_I
(t_0)> = |i> eingesetzt. Übergangswahrscheinlichkeit dann gegeben durch Quadrieren des zweiten Termes.
M: Sie haben es ja gerade schon angesprochen, wie bekommen wir daraus jetzt Fermis Goldene Regel?
I: Zeitabhängigkeit für V(t) = \Theta(t) V eingesetzt und Integral gelöst. Mit Hilfe von sin(xt)^2/(x^2t)
= pi \delta(x) ergibt sich dann F.G.R.
M: Dann kommen wir jetzt zur statistischen Physik. Leiten sie mir bitte einmal die Thermodynamik für
ein freies Bose-Gas her.
I: Also im Großkanonischen Ensemble?
M: ja genau
I: Großkanonische Zustandssumme hingeschrieben und mit Besetzungszahldarstellung in Bose-Statistik
umgeformt, Bosefunktion hergeleitet, dann Großkanonisches Potential hingeschrieben, daraus lässt sich
nun Thermodynamik beschreiben.
M: Gut, bei niedrigen Temperaturen kann es beim Bose-Gas zu besonderer Sache kommen, was passiert da?
I: Bose-Einstein-Kondensation. Integral für Teilchendichte hingeschrieben und dann für 3d und quadratische
Dispersionsrelation Zustandsdichte als Konstante * \epsilon^1/2 beschrieben, dann Skizze für n gegenüber

\mu aufgezeichnet und gesagt, dass u<=0 sein muss und im Limes \mu →0 sollte Dichte divergieren, damit immer \mu für n definiert ist.
Dann hier in dem Fall n(T,V,\mu=0) betrachten und sehen, dass das Integral gerade konvergiert. Dann in Skizze also Obergrenze für n eingefügt und damit gesagt, dass es also Dichten gibt, bei denen wir kein chemisches Potential definieren können, das ist nicht gut, also brauchen wir einen Zusatzterm, nämlich gerade den Term für E=0 in Bosefunktion → Term z/(1-z) hinzugefügt
M: was ist z?
I: Fugazität z=e^(\beta\mu)
M: Was passiert jetzt für tiefe Temperaturen?
I: viele Teilchen bekommen Energie E=0, also eine makroskopische Besetzung des Zusatzterms
M: (Er wollte es aber genauer wissen) Und was passiert dann für T→0 ?
I: Integralterm wird null und alle Teilchen sind im Zustand mit E=0.
M: Genau alle Teilchen gehen in den Grundzustand.
Dann schauen wir uns als letzte große Frage Landau-Theorie an.
I: Landau-Theorie beschrieben, Sattelpunktnäherung, Ordnungsparameter, drei Lösungen für \phi, zwei davon nur für T<T_c definiert.
M: (Zwischenfrage dazu als ich \phi = +- \sqrt(a(T_c - T)/(4b)) geschrieben hatte) Was ist denn das T_c?
I. Ich hatte vergessen t = a(T-Tc) zu schreiben, also habe das noch hinzugefügt und habe dann Potential f einmal aufgezeichnet und argumentiert, dass für T<T_c globales Minimum bei Lösungen für \phi ungleich Null.
M: >Wir haben Meanfield- und Landau-Theorie, wir können jeweils die kritischen Exponenten bestimmen, sind diese exakt?
I: Also Exponenten bei Landau und Meanfield sind identisch, Sattelpunktnäherung in Landau-Theorie entspric
Meanfieldnäherung.
M: Und sind diese Exponenten in allen Dimensionen exakt?
I: Habe noch was zu Ising 3d gesagt, dass die nicht exakt zu bestimmen sind (wollte er aber nicht wissen)
M: Und sind die in der Realität exakt wie die Theorie?
I: (habe dann erst verstanden, was er meint) Es kommt auf das Problem und die Dimension an, mit dem Ginzburgkriterium folgt, dass Meanfield für d>4 exakt ist, aber für Dimensionen d<4 ist die Theorie nur bis gewisse Temperaturen exakt, da sonst die Fluktuationen zu groß werden.
M: Ja genau die Theorie ist nur bis bestimmtem Bereich im Übergang exakt für d<4.
Danke Sie können kurz rausgehen.