

Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Mirlin

BP  NP  SF  EF  NF  LA

Datum: 24. Oktober 2022

Fachsemester: 7

Welche Vorlesungen wurden geprüft?

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo F (a+b)

## Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Zu gleichen Teilen ca. 20 Min jeweils für TheoD, Theo E und Theo F

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: Keine

Verwendete Literatur/Skripte: TheoD Skript Schmalian

TheoE Skript Melnikov

TheoF Skript Mirlin

Für Theo D+E Sakurai (Moderne Version, in der alten ist Relativistik nicht mit drin)

Für Theo F Fliessbach

Dauer der Vorbereitung: 4,5 Wochen im Schnitt 5h täglich

Art der Vorbereitung: Zusammenfassung schreiben und dann mit Altprotokollen die häufig gefragten Themen vertiefen und mit KollegInnen üben

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Vorher bisschen Nachforschungen anstellen, was der Prüfer selten/noch nie abgefragt hat und das nur in abgespeckter Form machen. Dafür die häufig gefragten Themen gut draufhaben. Von MitstudentInnen abfragen lassen, gern auch tiefergehend als die Prüfungsfragen, hilft oft beim Verständnis.

## Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Angenehm, direkt losgelegt. Themen werden mal mehr mal weniger spezifisch vorgegeben und man kann sich innerhalb dieses Themas relativ frei aussuchen was man machen will. Manchmal werden nachdem man fertig ist einzelne Dinge nachgefragt aber Fokus liegt nicht so sehr darauf. Wenn man nicht genau weiß, was gemeint ist, wird von einem anderen Blickwinkel versucht das Problem anzugehen.

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Wenn man worauf nicht kommt, versucht Mitlin einen über anderen Ansatz in die richtige Richtung zu leiten. Zu allgemeinerer Aussage zu kommen und dann auf die spezielle Frage zurückkommen.

Kommentar zur Prüfung: Sehr angenehm und entspannt. Man hat nicht das Gefühl, dass man gegrillt wird.

Kommentar zur Benotung: 1,0. Sehr zufrieden, ist fair und man muss nicht alles zu 100% wissen für eine sehr gute Note.

Die Schwierigkeit der Prüfung: Fair, die Menge an Themen die abgefragt werden, hängt stark davon ab, wie schnell man bestimmte Themen abhandelt.

## Die Fragen

P:Prüfer

I:Ich

I komme rein, P holt erstmal Kreide für mich :)

-TheoD:

-harm. Oszillator

P: Beginnen wir mit dem q.m. harmonischen Oszillator.

I: Herleitung über 1D- Hamiltonian, umschreiben mit Auf und Absteige Operatoren. Eigenfunktionen  $|n\rangle$  eingeführt und die Wirkung von  $\hat{a}$  und  $\hat{a}^{\dagger}$  gezeigt, dabei einmal die Faktoren vertauscht aber selbst gemerkt. Kommutatorrelation aufgeschrieben.

P: Woher kommt diese Relation?

I: Wenn man das mit den Definitionen von  $a$  und  $a^{\dagger}$  ausrechnet und die kanonische Kommutatorrelation verwendet.

I:gezeigt, wie man den  $n$ -ten Eigenzustand aus dem nullten entwickeln kann und  $a|n\rangle = 0$  als Ausgangspunkt für die Berechnung von  $\Psi_0(x)$  (Gaussfunktion) verwendet. Danach die allgemeine Form mit Hermit Polynomen aufgeschrieben.

P: was ist dieses  $x_0$  aus der Formel?

I: das ist ein konstanter Vorfaktor, den ich gerade nicht auswendig weiß.

P: Ja sehen Sie  $x_0$  muss die Einheit  $m$  haben. Welche Kombination aus Konstanten die schon an der Tafel steht erfüllt ebenfalls diese Bedingung?

I: Zeige auf den globalen Vorfaktor zum  $\hat{a}$  Operator.

P: Ja genau. Nur natürlich das inverse davon.

I: Natürlich.

P: Was können wir jetzt messen wenn wir den Impuls des Grundzustandes messen wollen?

I: ich war mir nicht sicher, was er damit gemeint hat und habe vage ein  $\hat{p}|0\rangle$  hingeschrieben und gesagt, dass der Erwartungswert 0 ist.

P: genau der Erwartungswert. Heißt das jetzt, dass wir 0 messen.

I: Nein, nur dass der Erwartungswert der Messung 0 ist.

P: Genau, lassen sie es uns anders versuchen. Wenn wir den allgemeinen Zustand  $\psi$  haben und den Operator, sagen wir  $\hat{o}$ , was können wir jetzt für  $o$  messen.

I: Die Eigenwerte  $o_m$  von  $\hat{o}$ . Die Wahrscheinlichkeit  $o_m$  zu messen kann man durch  $|\langle m|\psi\rangle|^2$  berechnen.

P: Genau, können sie das nun verwenden wieder zum Oszillator zurückzukehren.

I: also man kann den Impuls  $p$  mit der Wahrscheinlichkeit  $|\langle p|o\rangle|^2$  berechnen, wobei  $p$  die Eigenzustände des Impulsoperators sind.

P: wie sehen die aus?

I: (kurz überlegen) das sind ebene Wellen. Ebene welle hinschreiben und als Integral Ebene Welle \* Gausfunktion vom Ort hingeschrieben.

P: genau die Lösung ist dabei genau wieder eine Gausfunktion um null vom Impuls.

-zeitunabhängige Störungstheorie

P: zeigen sie mir wie zeitunabhängige Störungstheorie funktioniert.

I: wie im Skript von Schmalian nicht-entartete Störungstheorie bis zur ersten Ordnung Energie und Wellenfunktion korrekt berechnet. Hab dabei einfach selbst entschieden die nicht-entartete Theorie zu machen, ohne dass P was gesagt hat.

P: Sehr schön, sehr schön.

-TheoE:

-Dirac-gleichung

P: Es gibt eine Gleichung, die die relativistische Version der S.G. ist.

I: Die Dirac-Gleichung. Herleitung aus Melnikov Skript mit Begründung der 4x4 Matrizen aus dem Steinhauser Skript.

P: Sehr schön. Es gibt eine nichtrelativistische Näherung im klassischen Limes.

I: Die Pauli-Gleichung. Herleitung wie im Melnikov Skript.

-TheoF:

-Ideales Bosegas

P: Leiten sie mir die Thermodynamik eines freien Bosegases ohne Wechselwirkung her.

I: Zustandssumme über die Besetzungszahl Darstellung umgeschrieben. Über Großkanonisches Potential die Entropie hergeleitet.

P: es gibt diese sehr bekannte Bose-Einstein-Verteilung

I: Bose Einstein Verteilung hergeleitet über die Ableitung von  $Z_{\lambda}$  nach  $\mu$

P: Für Bosegase gibt es noch eine Besonderheit bei niedrigen Temperaturen

I: ...oder bei großen Dichten. Die BEK. kurz erklärt und gesagt die BEK tritt auf wenn die Teilchenzahl nicht im Kondensat konvergiert und bei  $T \rightarrow 0$  verschwindet. Habe für allgemeine Disp.Rel:  $e \sim |p|^\gamma$  in d Dimensionen hergeleitet. dass  $\nu(e) \sim (e)^{d/\gamma - 1}$  also dass  $d > \gamma$  sein muss damit die Zustandsdichte konvergiert.

P: Sehr schön. (hat ihm gefallen)

-Ising-Modell

P: Kennen sie das Ising-Modell?

I: Von Heisenberg Modell falsch zum Ising Modell übergeleitet.

P: Also der Unterschied ist, dass man im Ising Modell nur eine Spinkomponente anschaut.

I: Weitergemacht mit Herleitung. Exakte Lösung über Transfermatrizen. Zustandssumme über EW von T aufgesch

P: Wir haben leider keine Zeit mehr. Können sie mir zum Abschluss noch sagen, wie die Magnetisierung in Abhängigkeit des B Feldes ist? Also hinzeichnen.

I: Das hab ich mir ehrlich gesagt nicht angeschaut.

P: Gibt es denn in 1d spontane Symmetriebrechung?

I: Nein.

P: Das heißt es ist ein paramagnet. Was gilt dann für  $B=0$ .

I: Dass  $M = 0$ .

P: Und der weitere Verlauf?

I: Bei hohen B gibt es eine Sättigung.

P: wollte darauf raus, dass es linear ist.

P: wie sieht denn die Abhängigkeit der Suszeptibilität von der Temperatur aus?

I: Bei hohen Temperaturen klein.

P: richtig. Und bei T gegen 0?

I: Hatte keine Ahnung, hab nochmal wiederholt, dass ich mir das nicht angeschaut hatte.

P: wollte darauf raus, dass es für kleinen Temperaturen divergiert.

P: wir sind fertig. gehen sie kurz raus:

...

P: Also auch wenn das Ende etwas holprig war, haben wir uns entschieden Ihnen eine 1.0 zu geben, weil der Rest sehr gut war. Aber die letzten Fragen hätten sie beantworten können sollen.