Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Mirlin

☒ BP ☐ NP ☐ SF ☐ EF ☐ NF ☐ LA	Datum: April 2023	Fachsemester: 6
--	-------------------	-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, E & Fa -> Prüfung nach neuem Schema
--

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Keine

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Theo D, E & Fa bzw nach dem neuen Schema
--

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine
--

Verwendete Literatur/Skripte: -

Dauer der Vorbereitung: Rund 60 Tage

Art der Vorbereitung: Alleine und später in der Gruppe und an der Tafel

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Die Standard Themen muss man halt im Schlaf können.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Geprüft würde man an einer Tafel. Von dem Prüfer und einem Protokollant (der aber nichts gesagt hat)

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Gibt einem Zeit über Dinge nachzudenken, weist einen auch nicht direkt auf jeden Fehler hin. Ist dann aber bei Fehlern doch recht hartnäckig und lässt einen auch mal etwas explizit berechnen, wenn man das Ergebnis so nicht weiß.

Kommentar zur Prüfung: Mirlin ist sehr freundlich und gibt einem ein sehr motivierendes Gefühl, dadurch war ich während der Prüfung eigentlich überhaupt nicht aufgeregt. TheoD ist allerdings viele zu lange geraten, dadurch war überhaupt keine Zeit für TheoE. An zwei Stellen hab ich mich ein bisschen darum, gedrückt etwas tatsächlich auszurechnen, ich dachte, das würde zu langen dauern aber, aber er wollte das durchaus sehen.
--

Kommentar zur Benotung: 1,3 Eine großzügige Benotung. Ich hab vor allem zwei größere Patzer gehabt. Einer direkt zu Beginn. Mirlin als Prüfer ist jedenfalls sehr zu empfehlen, er sagt einem auch während der Prüfung immer wieder, wenn man etwas gut gemacht hat.

Die Schwierigkeit der Prüfung: In manchen Protokollen wird seine Aussprache kritisiert, ich hatte aber überhaupt keine Probleme ihn zu verstehen.

Die Fragen

TheoD:

- Messungen in QM, explizit Spin
- Endlicher Potential Topf
- Zeitunabhängige Störungstheorie
- Drehimpuls

TheoE:

(Überhaupt nicht, das war auch nicht so geplant von ihm)

TheoFa:

-Bose-Gase

-Bose-Einsteinkondensation

Legende:

M-> Mirlin

S-> Student

h-> als $\hbar$

Z_f-> Fugazität

M: Messungen in der QM

S: (Allgemeine Erklärung von Messung in QM, mit Kollaps der Wellenfunktion und eigen Basis und Eigenwert. Hab sehr deutlich erklärt, was man tatsächlich Physikalisch messen kann)

M: Wie ist das jetzt zum Beispiel bei einem Spin 1/2 System, sagen wir, wir messen ein Spin-Up in z-Richtung. Was messen wir dann?

S: Den Eigenwert also $\pm \hbar/2$

M: Ja okay, und wenn man jetzt noch direkt danach Spin in x-Richtung misst?

S: (Hier begann dann mein erster größerer verhaspler, ich war zu dem Zeitpunkt schon etwas beunruhigt, weil ich wusste, das ich da mit den Spinn Zuständen nicht richtig geübt hatte und hatte nur gehofft das er es nicht explizit ausgerechnet haben wollte. Hab an der Stelle etwas rumgammelt, wollte eigentlich sagen, dass die Spin Z Messung die Spin X Messung nicht beeinflusst. Was ja irgendwie nur so halb Stimmt, hab dann erstmal allgemeiner gesagt, dass die Wellenfunktion kollabiert)

M: Ja die kollabiert in was, wenn wir $\hbar/2$ messen?

S: (Hab dann $(1 \ 0)^T$ an die Tafel geschrieben, also up. Dann hab ich davor x geschrieben also $x (1 \ 0)^T$, war an der Stelle ziemlich verunsichert, eigentlich hätte es statt x ja S_x heißen sollen, daruch war ich so verwirrt wie ich nur x auf ein UP Zustand anwenden soll)

M: Ja jetzt rechnen sie es explizit aus!

S: (Ich hatte mich ein bisschen darum gedrückt das auszurechnen, das hat er glaube ich gemerkt, ich hatte gehofft, dass er weiter mach, da ist er aber hartnäckig geblieben. Hab dann einfach mal den S(vektor * Pauli (vektor hingeschieben), dann kam mir die Idee dass es anstatt x auf Up angewannt natürlich S_x angewann auf Up heißen müsste. Hatte dann also $\hbar/2 * \text{Pauli}_x * (1 \ 0)^T$ da stehen, hab dann zugegen das mir

Pauli_x grad endfallen ist.

M: (Sagt mir Pauli_x)

S: wusste nicht recht weiter

M: Sie haben es davor ja schon gesagt was sie jetzt machen müs...

S: ...ah ha klar ich muss die UP zustand ausdrücken durch die Eigenzustände der Pauli_x Matrix. Also die Eigenzustände der Matrix müssen berechnet werden (hab ich aber nicht hinbekommen, hat mir aber Zeit gegeben es zu versuchen).

M: Ganz einfach eigentlich $|1 \ 1\rangle$ und $|1 \ -1\rangle$

S: Hab das dann mit der Normierung aufgeschrieben

M: Und wie erhält man jetzt den andern [Up] Zustand?

S: (nicht recht gewusst)

M: $1/2$

S: Ja klar die Wahrscheinlichkeit ist ein halb.

M: (Hat mir das dann noch irgendwie geometrisch erklärt) Dann jetzt Potentialmulde...

S: ...der endliche Potentialtopf (War sehr froh, dass wir endlich fortfahren) (Hab den PT skizziert, Stationäre Schrödinger Gl. Aufgeschrieben, Fall Unterscheidung eingeführt und mit zwei Sätzen jeweils erklärt, was Physikalisch passiert (Stichworte: Reflexion, Wellenlängen ändern, Oszillation, exp abfall etc.)

Ich würde jetzt den Fall für die gebunden Zustände rechnen.

M: Okay

S: (Also Fall $-V_0 < E < 0$ und die Bedingungen für die drei Bereiche Aufgeschrieben, Begründung weshalb es nur Symmetrische oder Antisymmetrische Lösungen gibt über den Paritätsop u. $[P,H]=0 \rightarrow$ gemeinsame Eigenbasis etc. Dann gesagt ich rechne den Symmetrischen Fall, hab dann die Wellenfunktionen aufgeschrieben dann über Stetigkeitsbedingungen, transzendente Gl. Hergeleitet, es gilt dann $\tan(qa)=k/q=(\epsilon^2 - (qa)^2)^{1/2} / (qa)$ hergeleitet allerdings nicht explizit was ϵ^2 . Hab dann die Grafik aufgezeichnet und die möglichen Lösungen für qa bzw. dessen Energien diskutiert.)

M: Was ist jetzt epsilon?

S: (Hab dann da länger rumgelabert, ich wusste nicht mehr, dass es eben grade nur von der Tiefe des TP abhängt, das war ihm aber ziemlich wichtig und nach einigem Hin und Her (Ich hatte mich hier wider darum gedrückt was auszurechnen) hab ich es dann tatsächlich berechnet und gefunden das Epsilon von der Potential Tiefe abhängt und nicht von der Energie. (Das war mein zweiter größere Verhaspler).

M: Wie ist das mit den Stetigkeiten nochmal?

S: (War da wider froh, dass die Epsilon Geschichte vorbei ist, hab dann das mit den Stetigkeiten erklärt, wie auch schon in andern Protokollen dann kam, vor allem hat ihm sehr gefallen, dass ich das mit dem Integrieren der Schrödinger Gl über ein Epsilon Bereich erklärt hab, das vor allem dann Verwendung findet, wenn das Potential unendlich ist wie bei einer Delta Funktion.)

M: (Insgesamt hat ihm meine Erklärung des end. PT Topf gut gefallen bis auf die geschochte mit dem epsilon, (Das fand ich motivierend dass er das während der Prüfung auch so gesagt hat).) Dann jetzt Zeitunabhängige Störungstheorie

S: (hab dann Störungstheorie erster Ordnung hergeleitet, für den Zustand und die Energie)

M: Sehr gut und wissen sie, wie die Energiekorrektur 2. Ord aussieht?

S: $E_n^{(2)} = \langle n^0 | V | n^1 \rangle$

M: Gut (dann wollte er die Herleitung/Motivation der Drehimpulsalgebra sehen)

S: $L = r \times p$, und daraus folgt $[J_i, J_j] = i \hbar \epsilon_{ijk} J_k$, soll ich das für ein Beispiel zeigen?

M: Ne das ist so okay

S: Gut dann braucht man neue gute Quantenzahlen $\{J^2, J_z, H\}$ die sollen dann ein s.v.k.O. bilden

M: Den Hamilton brauch wir jetzt noch nicht

S: Ja klar, für später dann, (Hab dann $J|jm\rangle = \hbar^2 \alpha |jm\rangle$ und $J_z |jm\rangle = \hbar m |jm\rangle$ erklärt -> Physikalische Interpretation von Länge und Projektion auf Z-Achse liefert für die QZ: $0 < j \leq |m|$, dann Auf und Absteige Op eingeführt und vorgerechnet, dass es auch wirklich zum auf und Absteigen führt, Normierung berechnet und erklärt wie man $a = j(j+1)$ erlangt (so wie im Skript von Melnikov). Anschließend über die $(2j+1)$ Entartung erklärt weshalb j ganz oder halbzahlig ist, was hatte er beim ersten Mal nicht ganz verstanden, ich hab das dann einfach noch mal Erklärt, dann war er zufrieden.

M: Und wie ist j physikalisch

S: Bei Drehimpulse ganzzahlig und beim Spin ganzzahlig

M: Oh, jetzt haben wir gar keine Zeit mehr TheoE lass und mit TheoF weiter machen. Bose-Gas was können sie mir darüber erzählen.

S: (War erstmal überrascht das TheoE übersprungen wurde, dann erklärt wie der Transpositionsoperator auf den Produktzustand wirkt, dann Beschreibung des Produktzustandes durch Besetzungszahlen im Bosonischen Fockraum. Anschließend ziemlich Standardmäßig über großkanonische Zustandssumme die Bose-Einsteinstatistik $(1/(1-e^{-\beta(\epsilon-\mu)}))$, die Wahrscheinlichkeit $W_\lambda(n_\lambda)$ der Besetzungszahl n im Zustand Lambda und schließlich die Bose-Einsteinstatistik. Hab dann ohne das der danach gefragt hat noch erklärt wie das anders wäre bei Fermionen.

M: Schön ja da sind kleine aber wichtige Unterschiede zwischen Fermionen und Bosonen, Was passiert den bei tiefen Temperaturen [bei Bosonen]?

M: Bose-Einsteinkondensation, ich würde das etwas ausführlicher herleiten, wenn das Okay ist. (Hab dann des Großkanonische Potential berechnet, dafür musste man die Summe über alle Zustände umschreiben zu $V \int \epsilon \cdot \text{Zustandsdichte}(\epsilon)$, anschließend hab ich die Zustandsdichte im d dimensional berechnen, währenddessen er mich unterbrochen hat und mich nach dem Ergebnis gefragt hat bzw. nach der epsilon Abhängigkeit in unterschiedlichen Dimensionen. Anschließend hab ich die das Potential berechnet also $\Sigma = k_B T \ln(1-Z_f) + k_B T V / \Lambda^3 g_{5/2}(Z_f)$, anschließend über die Ableitung nach mu die Mittlere Teilchenzahl erhalten. Das Ergebnis für N hab ich dann gleich gesetzt mit einem Integral über die Energie der Zustandsdichte und der Bose-Einsteinstatistik, das steht alles in seinem Script, der will auf jeden Fall dieses Integral sehen und dann soll man diskutieren, weshalb die Integrale konvergieren bzw. divergieren in 1, 2 und 3 D, das findet man alles in seinem Script. Diese Diskussion war sehr hektisch, weil eigentlich keine Zeit mehr war, war dann aber auch okay.)