

|  |                           |                 |
|--|---------------------------|-----------------|
| Fach: Theoretische Physik  |                           |                 |
| PrüferIn: Schmalian  |                           |                 |
| <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: 01. September 2014 | Fachsemester: 6 |
| Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D,E,F  |                           |                 |
| Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo F   |                           |                 |

## Zur Vorbereitung

|   |
|---|
| Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: keine   |
| Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine  |
| <p>Verwendete Literatur/Skripte: Theo D-Skript Nirste SS 2011<br/>         Eigener Mitschrieb zu Theo E Nirste WS 2013/2014<br/>         Theo E-Skript Schön<br/>         Theo F-Skript Schmalian<br/>         Schwabl I+II (alle relevanten Kapitel zu Theo D + E durchgelesen)<br/>         Greiner (Statistische Mechanik-Teil durchgelesen [vertieft das Verständnis deutlich], allerdings vieles wenig Relevante übersprungen)<br/>         Sakurai (für Wigner-Eckart + sphärische Vektoroperatoren, außerdem entartete Störungstheorie)<br/>         Cohen-Tannouji (für Eichtransformationen in der QM, außerdem Ammoniak-Molekül)</p>  |
| Dauer der Vorbereitung: 6 Wochen, jeden Tag so etwa 3-4 Stunden, anfangs weniger, gegen Ende mehr   |
| Art der Vorbereitung: allein  |
| <p>Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Breit lernen, viel lesen, auch sich mit Themen und Beispielen beschäftigen, die peripher erscheinen. Prof. Schmalian denkt sich immer neue Aufgaben aus und stellt oft welche, die man nicht erwartet. Bei mir wars das Doppelmuldenpotential - glücklicherweise hatte ich im Cohen-Tannouji den Abschnitt zum Ammoniakmolekül gelesen, sodass ich die Paritätseigenzustände sofort wusste.<br/>         Allerdings hat er auch so ein paar Standardaufgaben, die man drauf haben sollte (pV=NKT aus Zustandssumme herleiten, Bose-Einstein-Kondensation, Unschärfe-Relation, Dirac-Gleichung, siehe Altprotokolle).<br/>         Prof. Schmalian legt wert auf physikalische Argumentationen, mag es, wenn man qualitative Aussagen anhand physikalischer Überlegungen machen kann...</p> |

## Zur Prüfung

|   |
|---|
| Wie verlief die Prüfung? Zu Theo D+E stellt der Prüfer eine Aufgabe, die man dann mit ihm entwickelt. Bei Theo F hatte ich den Eindruck dass er eher isolierte Kurzfragen stellt. |
| Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Bleibt immer sehr freundlich, hilft weiter.  |
| Kommentar zur Prüfung: nicht ganz einfach, aber angenehme Atmosphäre.   |
| Kommentar zur Benotung: Sehr gut  |

Die Schwierigkeit der Prüfung: Eigentlich keine besondere. Hab halt bei einigen Sachen lange gebraucht und einige andere nicht gewusst, weil die Fragen keine Standardfragen waren, aber das hat die Benotung nicht negativ beeinflusst...

## Die Fragen

Einstieg: Unendlicher Potentialtopf. Lösungen, Energieeigenwerte. „Warum gibt’s gerade und ungerade Lösungen?“ Hamiltonoperator vertauscht mit Paritätsoperator.  
 Doppelmuldenpotential (zwei Mulden bei  $+a$  und  $-a$  (als harm. Osz. Approximierbar), dazwischen ein Berg)  
 „Wie sehen die Lösungen aus?“  
 Hamiltonoperator vertauscht mit Paritätsoperator  $\Rightarrow$  symm. + antisymm. Lsgen. (so ähnlich wie Ammoniakmolekül im Cohen)  
 $\phi = A * (\exp([(x-a)/x_0]^2) \pm \exp([(x+a)/x_0]^2))$  symm./antisymm. +/-  
 Energie des Antisymm. Zustandes ist höher, weil der weniger Platz im Ortsraum hat, weil die Aufenthaltswahrscheinlichkeit im Potentialberg kleiner ist  
 $\Rightarrow$  wegen Unschärferelation größere Impulsunschärfe  $\Rightarrow$  höhere Energie (solche Argumentationen mag der Schmalian)  
 Dann wollte er wissen, wie man die Energien ausrechnen kann  
 $\Rightarrow$  Ritz’sches Variationsverfahren  
 2x2 Matrix aufstellen: Diagonalelemente: Energieeigenwerte der einzelnen HOs  
 Nebendiagonalelemente: Integral über  $dx$  von  $\exp([(x-a)/x_0]^2) * \exp([(x+a)/x_0]^2) * V(x) = t$  (irgendeine Zahl weil exaktes  $V$  unbekannt) [die zwei Basisvektoren sind nicht die symm.+antisymm. Linearkombinationen, sondern die einzelnen Oszis]  
 Eigenwerte+Eigenvektoren ausrechnen (Energieeigenwert=  $E_0 \pm t$ )  
 Eigenvektoren sind dann die symm./antisymm. Linearkombinationen  
 Welche Energie gehört zu welchem Zustand (symm. / Antisymm.)?  
 „Was kann man über das Spektrum aussagen, wenn ein Operator mit dem Hamiltonoperator vertauscht?“  
 Entartung (hab ich nicht wirklich gewusst, konnte nur als Beispiel m-Entartung beim Wasserstoffatom bringen)  
 „Was haben Sie in Theo E so gemacht?“  
 Ich: Zeitabhängige und zeitunabh. Störungstheorie, Wigner-Eckart, Rel. QM, ...  
 Er: „Wigner-Eckart-Theorem ist hässlich. Können Sie erklären, was das ist?“  
 Wigner-Eckart-Theorem macht Aussagen über Matrixelemente mit Vektoroperatoren, hab als Beispiel EM-Welle auf Atom gebracht (man bekommt in E1-Näherung ein Matrixelement, in dem der Impuls steht, Impuls kann man mit sphärischen Vektoroperatoren darstellen (siehe Sakurai)  $\Rightarrow$  Auswahlregeln)  
 „Können Sie den Beweis des Wigner-Eckart-Theorems?“  
 Nein, konnte ich nicht, war aber auch nicht schlimm...  
 Zeitabhängige Störung „Wie sieht die zeitliche Entwicklung aus?“ oder so  
 er wollte irgendwie auf das hinaus was passiert wenn man bei der Herleitung von Fermis Goldener Regel die Zeit nicht gegen unendlich gehen lässt  
 $\Rightarrow$  hatte keinen Plan davon, hat aber auch nix gemacht  
 Dann hat er nach Energie-Zeit-Unschärfe gefragt, d.h. Wenn  $t$  nicht gegen unendlich geht muss Energie nicht erhalten sein (wie im alten Protokoll)  
 Zum Schluss: Standardaufgaben  
 Dirac-Gleichung: Ansatz, doppelt anwenden und Relationen für die Matrizen herleiten, Spinoren erklären, warum 3x3 Matrizen unmöglich, als 2x2 Matrizen sind Paulimatrizien möglich, das Übliche...  
 Chemisches Potential von Bosonen und Fermionen in Abhängigkeit der Temperatur zeichnen (findet man im Internet)  
 $pV = NRT$  mit kanonischer Zustandssumme des Idealen Gases herleiten  
 mit einer freakigen Energie-Impuls-Beziehung  $E = A * p^{2/3}$   
 ... aber die hat keinen Einfluss auf das Ergebnis  
 „Welche Einflüsse der QM sieht man?“ (Gibbs-Korrekturfaktor, Phasenraumvolumen  $h^3$ )  
 „Auf welche Größen hat  $h$  (als QM-Größe) Einfluss?“  
 Auf Mittelwert-Größen ( $U, P, \dots$ ) nicht, aber auf Entropie  
 hab ich auch nicht gewusst, hat aber auch nix gemacht