

Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Shnirman

BP  NP  SF  EF  NF  LA

Datum: 10. März 2017

Fachsemester: 7

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

Verwendete Literatur/Skripte: Schmalian Skript zu Theo D,  
Steinhauser Skript zu Theo E,  
Schmalian Skript und Shnirman Folien zu Theo E,  
Schwabl QM1, Internet

Dauer der Vorbereitung: 3 Wochen intensiv

Art der Vorbereitung: zunächst allein vorbereitet, mit Kommilitonen auf Verständnis geprüft

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: es werden keine ausführlichen Rechnungen verlangt, aber man sollte die Rechnungen durchgegangen sein, um zu sehen, wo physikalisch und wo mathematisch etwas wichtig sein könnte. Verständnis ist viel wichtiger als irgendetwas nur auswendig gelernt.

## Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? ziemlich analog zu denen, die in den Protokollen beschrieben sind. Im Teil zur Störungstheorie können verschiedene Dinge abgefragt werden, in meinem Fall der Stark-Effekt. Beim Zeeman-Effekt wäre ich weniger sicher gewesen, zeitabhängige Störungstheorie kam nur oberflächlich -> Dyson Reihe

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Prof. Shnirman präzisiert die Frage, falls unklar war, was gemeint ist. Er fragt nach, wenn er etwas noch genauer erklärt bekommen möchte, weil man vielleicht kurz einen Denkschritt zu viel gemacht hat. Falls eine Antwort in die falsche Richtung geht, unterbricht er, aber alles in einer angenehmen Atmosphäre.

Kommentar zur Prüfung: hätte kaum besser verlaufen können, da die Themen, die ich eigentlich von den Protokollen her gut konnte, abgefragt wurden.

Kommentar zur Benotung: mit eher wenig Vorbereitungszeit und ein paar Unklarheiten, aber überwiegend viel Verständnis von den Themen, wurde mir eine 1,3 gegeben. Bin sehr zufrieden.

Die Schwierigkeit der Prüfung: zum Thema Störungstheorie können ein paar schwierigere Fragen gestellt werden. Zeitentwicklung bei der entarteten Störungstheorie war mir in der Prüfung nicht ganz klar, wurde mit etwas Aufwand zusammen erarbeitet.

## Die Fragen

- Schrödingergleichung in zeitabhängiger Form?

- Eigenschaften des Hamiltonoperators? Warum hermitesch? Hermitizität zeigen.
- Warum sind Zustände mit verschiedenen Eigenenergien orthogonal zueinander?
- >  $H \Psi_1 = E_1 \Psi_1$ ,  $H \Psi_2 = E_2 \Psi_2$ ,
- bei  $\langle \Psi_2 | H | \Psi_1 \rangle$  H nach links oder rechts anwenden, Energiedifferenz ungleich 0, daher Skalarprodukt  $\langle \Psi_2 | \Psi_1 \rangle = 0$
- Wellenpaket? Prinzip der stationären Phase -> Translation des Wellenpaketes
- mathematischer Hintergrund, warum Prinzip der stationären Phase gelten muss, ist nicht relevant. Habe gesagt, dass ich nicht weiß, warum es gelten muss, aber dass es wohl so ist.
- Hamilton-Operator für das Wasserstoffatom? Relativkoordinaten. VSk0? Entartung?
- Stark Effekt: E-Feld in irgendeinem Winkel zur x-Achse? KS neu wählen, Feld in z-Richtung, zunächst  $n=1$ , nicht-entartet: erste Ordnung verschwindet wegen Parität, zweite Ordnung: quadratischer Effekt, negative Korrektur aufgrund Energiedifferenz in Nenner (da  $n=1$ ).
- $n=2$ : entartete Störungstheorie: Auswahlregeln mit Parität, und mit  $[L_z, z] = 0$
- Matrix im Unterraum,  $4 \times 4$  mit 2 Elementen reduziert auf  $2 \times 2$ , Zustandskorrektur, Zeitentwicklung (hier ging es etwas länger)
- Zeitabhängige Störungstheorie? Wechselwirkungsbild  $H = H_0 + V(t)$ , SG für V, "integrieren" in Dyson-Reihe
- Darstellung als Exponentialfunktion mit Zeitordnungsoperator.
- Dirac-Gleichung? in Form von  $H \Psi = i \frac{d}{dt} \Psi$  schreiben,  $\alpha_i$  und  $\beta$ -Matrizen, Zusammenhang zur Klein-Gordon-Gleichung und relativistischer Energie-Impuls-Beziehung.
- Pauli-Gleichung ohne Rechnung hinschreiben? Impuls aus minimaler Kopplung stehen lassen, vereinfacht sich nur für kleine Felder zu linearem Effekt, Augenmerk auf Wechselwirkung Spin mit Magnetfeld. Die Rechnung zu kennen, schadet nicht beim Erklären, auch wenn sie in meinem Fall nicht durchgeführt werden sollte.
- Was ändert sich für Antiteilchen? Minus in unteren Einträgen der  $\beta$ -Matrix sorgt für Vorzeichenänderung in Exponentialfunktion, relatives Minus -> negative Ladung, zeigen an Dispersionsrelation  $E = \pm mc^2 \sqrt{1 + (p/mc)^2}$ : Achsenabschnitt, quadratisch klassisch, linear ultrarelativistisch
- Virialentwicklung: kleine Fugazität, großkanonische Zustandssumme: Summierung über die N-Teilchen-Zustände
- 0 Teilchenzustand = 1, 1 Teilchenzustand kanonische Einteilchenzustandssumme \* Fugazität, 2 Teilchenzustand = 1/2 (Summe über Teilchenpaare)
- Ich war nicht zu sicher beim Ändern der Summierungsreihenfolge
- kurz noch Landau-Theorie: Aufstellen des Funktionals: Freie Energie ohne Phasenübergang +  $\alpha * \text{Ordnungsparameter}^2 + \beta * \text{Ordnungsparameter}^4$
- Ordnungsparameter kommt nur in quadratischen Potenzen vor, da dann Parität gewährleistet (?)
- Vorgehensweise bei Landau-Theorie: Minimierung des Funktionals bezüglich Phi, im Minimum ergibt sich die physikalische Freie Energie.