

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: 24. Januar 2019
------------------------

Fachsemester: 7
-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, TheoE, TheoF
---

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? TheoD
---

## Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: keine
---

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine
--

Verwendete Literatur/Skripte: Skripte: Theo D Schmalian, TheoE Steinhauser, TheoF Schmalian; Bücher: Messiah 1
--

Dauer der Vorbereitung: 6 Wochen, 4 moderat (~4h tägl), 2 intensiv (~6-8h tägl.)
--

Art der Vorbereitung: Messiah 1 durchlesen, TheoD-F Skripte durchlesen. Anhand der Prüfungsprotokolle relevante Themen auf Karteikarten schreiben und darauf konzentrieren
--

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Themen aus Prüfungsprotokollen lernen, Bücher muss man wirklich nicht konzentriert durcharbeiten. Am besten auf das TheoD und TheoF Skript konzentrieren. Aus TheoE Grundlegendes
---

## Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Sehr angenehme Atmosphäre. Prüfer nimmt einem schnell die Nervosität indem er ruhig und klar redet und einem das Gefühl gibt man sei eher in einer Diskussion als in einer Prüfung
---

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Stellt die Fragen um wenn mans nicht checkt. Wenn man konzentriert dreinschaut gibt er einem mehr Zeit zum Nachdenken und ist ruhig. Sehr geduldig. Wenn er weiterredet kann man ihn auch problemlos unterbrechen und nach mehr Zeit fragen.
---

Kommentar zur Prüfung: Absolute Empfehlung. Super netter Prüfer. Wenn man Fehler macht, gibt er Hinweise und führt einen zur richtigen Lösung. 'Auf dem Schlauch stehen' ist erlaubt.
---

Kommentar zur Benotung: rasiert
---------------------------------

Die Schwierigkeit der Prüfung: 'Auf dem Schlauch stehen' passiert im Laufe der Prüfung fast sicher, da er die Schwierigkeit der Fragen kontinuierlich erhöht um einen zu testen. Also ungewöhnliche Fragen, die so in der Form evtl. noch in keinem Protokoll standen.
--

## Die Fragen

P = Prüfer

S = ich

Der genaue Wortlaut ist sehr erfunden und spiegelt nur den Inhalt wider.

P: Was ist eine Wellenfunktion? -> S: Motivation Materiewellen, Schrödingergleichung, Betragsquadrat, Wahrscheinlichkeitsinterpretation etc. (Gibt einem Zeit zu labern, einfach alles gesagt was mir einfiel).

P: Ist Wahrscheinlichkeit erhalten? -> S: Ja, Kontinuitätsgleichung, Strom herleiten, zeigen dass  $dP/dt = 0$  für den gesamten Raum über Schrödingergleichung.

P: Welche Rolle spielt dann die Phase in der Wellenfkt.? -> S: nicht messbar, nur Phasendifferenz, aber taucht im Strom auf, von Eichinvarianz erzählt, eichinvarianter Strom hat Zusatzterm  $\sim A \Psi^2$ ,  $A =$  Vektorpotential, auf minimale Kopplung eingegangen, lokale Eichinvarianz der Phase führt zur Notwendigkeit von elektromagnetischen Feldern, Eichtrafos für Wellenfkt., Vektorpotential und el. Potential hingeschrieben

P: geladenes Teilchen ohne Spin im Magnetfeld. Was passiert? -> S: minimale Kopplung, Landau Levels

P: Warum? Zeigen Sie das! -> S: Konkrete Eichung getroffen,  $A = (-By, 0, 0)$  sodass  $B$  in  $z$ -Richtung...versucht analog zum TheoD Skript Landau Levels herzuleiten, Translationsinvarianz in zwei Richtungen, damit Ansatz über ebene Wellen und  $y$ -abhängigen Teil der Gesamtwellenfkt.

P: Erklären sie das! Warum ist das denn so? -> S: (Nicht gewusst worauf er hinauswill) Na, da steht ein  $y$  im Hamilton, aber kein  $x$  und  $z$ , also invariant in  $x$  und  $z$  Richtung.

P: ... (unzufriedenes Schweigen) -> S: Impuls Generator für Translationen, Noether Theorem, Eigenfunktionen des Impulses sind ebene Wellen.. mit Landau Levels weitergemacht und komplett verzettelt.

P: Ich glaube ihr Ansatz führt zu nix -> S: Doch! :( Weiteres Vorgehen skizziert. Richtig erklärt aber Rechnung nicht explizit gemacht. (Hat ihm gereicht)

P: Okay richtig, aber geht das nicht einfacher?! -> S: Komponenten des kanonischen Impulses vertauschen nicht, Kommutator ist  $\sim B$ , also konstant -> kanonisch konjugierte Variablen, kommen nur quadratisch vor -> Spektrum äquivalent zum Harmonischen Oszillator plus kontinuierlicher Teil vom Impuls in  $z$ -Richtung.

P: Kay. Angenommen ich schränke das System in zwei Dimensionen ein, wie hängt meine Frequenz vom Magnetfeld ab? -> S: (Whooot?) Nicht verstanden um was genau es geht, bisschen rumprobiert, magnetischer Fluss in Abh. von  $A$  hingeschrieben und bisschen was zur Lamorfrequenz gefaselt.  $\omega_L = eB/mc$ , also prop. zu  $B$ ?

P: Nein. (Lässt Zeit zum Nachdenken)

P: Tipp: Die Fläche  $L_x * L_y$  ist proportional zu  $1/B^2$ . Wie sieht das jetzt für große und kleine Felder aus? -> S: Für kleine Felder hab ich keine Oszillationen weil Kreisradius größer als Abmessungen meiner Fläche.. Haben dann viel geredet und sind quasi in einer Diskussion zur Lösung gekommen. Was genau wir gemacht haben, hab ich vergessen. Ging um Landau Oszillationen und dass die prop. zu  $1/B$  sind, nachzugucken am besten in Ex5 Material. Sollte dann noch die magnetische Länge abschätzen über Einheiten. Habe das grob gemacht, also Kombination über  $h$ ,  $e$ ,  $c$ , sodass Länge rauskommt. Prüfer hat mir dann detailliert erklärt, wie er das immer macht wenn er was abschätzt. im Detail weiß ich das nicht mehr.

P: Was ist Fermis.. Wie heißt das nochmal? Fermis Goldene Regel oder? Was ist das? -> S: Herleitung zu Fermis goldene Regel skizziert (quasi analog zu Steinhauser Theo E Skript, Skizziert! Nicht explizit) -> Wechselwirkungsbild, Dyson Reihe, 1. Ordnung. +-  $h$  quer  $\omega$  in den Deltafunktionen nicht vergessen! Energieerhaltung für  $t \rightarrow$  unendlich, Darauf aufbauend kann man Auswahlregeln herleiten.

P: Nice. Angenommen ich habe ein Wasserstoffatom im Grundzustand und schicke Licht drauf. Wo kann ich überall ankommen? -> S: (wieder überfordert), sage dass das Matrixelement nicht null werden darf, das kann man über die Symmetrie/ Antisymmetrie des Störpotentials dann ausrechnen.

P: Ja und wie sieht das jetzt aus? In welche Zustände komme ich denn, sagen wir in der Dipolnäherung? -> S: (nervös weil ich net wusste wie Dipolnäherung aussieht, Prüfer hat das sofort bemerkt und macht große Augen :D), haben dann zusammen das Störpotential in der Dipolnäherung hergeleitet (argumentativ), es ist prop.  $Ez$ ,  $E =$  el. Feld,  $z =$  Richtung. Koppelt an den Ort. Dann gesagt dass magnetische Quantenzahl der betrachteten Zustände gleich sein muss und paar Überlegungen gemacht, wie  $l$  aussehen muss (analog zur Diskussion Stark-Effekt aus Theo D Skript). Weiß die endgültige Antwort nicht mehr. Glaube, ich habe auch keine gegeben lol.

...( Irgendwas war hier noch dazwischen aber kann mich nicht erinnern )

P: Habe ein freies Gas mit irgendeiner Dispersionsrelation. Wie sieht die Zustandsgleichung aus. -> Standardfrage. Lösung siehe ungefähr jedes andere Protokoll.

P: Und Entropie? -> S: thermische Wellenlänge fällt nicht weg und ist abhängig von Dispersionsrelation.

P: Wenn wir schon von Entropie sprechen. Wenn wir ihre Lösung mal genauer anschauen.. -> S: Hups, Gibbs-Konstante vergessen. Dazugeschrieben. Ununterscheidbarkeit der Teilchen.

P: Was wissen sie zu Phasenübergängen? -> S: Ein bisschen was (gedacht: bitte kein Landau!)

P: Zeichnen sie mir die freie Energie ( $F$ ), Entropie ( $S$ ) und Wärmekapazität ( $C$ ) für Phasenübergänge erster und zweiter Ordnung. -> S: Erstmal Zusammenhänge aufgeschrieben,  $S = -dF/dT$ ,  $C = TdS/dT$ , Erste Ordnung:  $F$  hat Knick, negative Steigung, Knick in  $F$  weil  $S$  unstetig bei krit. Temp. ( $T_c$ ) und größer null weil 2. Hauptsatz ...

P: (hakt dazwischen) Aber  $dS \geq 0$  und  $S > 0$  sind ja zwei unterschiedliche Aussagen, der zweite Hauptsatz besagt ja, dass .. Ach egal machen Sie weiter.

S:  $S$  positive Steigung mit Unstetigkeit (latente Wärme),  $C$  hat Peak bei  $T_c$  weil unendlich große Steigung bei  $S$ .

S: Zweite Ordnung: Quasi die ganzen Plots "verschoben" da jetzt Unstetigkeit in zweiter Ableitung von  $F$  gefordert ist.

P: Das hat Ehrenfest auch gedacht.

S: Cool.

P: Nein.

S: Warum?

P: Ist falsch.

S: Schade. (hat mir dann erklärt dass die Wärmekapazität bei  $T_c$  einer Power Law Divergenz hat  $\sim (T-T_c)^{-1}$  und die Plots sehen dann ein bisschen anders aus. S hat keine Unstetigkeit sondern einen Wendepunkt, also ganz kurz unendliche Steigung.

P: (zu Beisitzer) Wieviel Zeit haben wir noch? (-> 5 Minuten), Was wollen sie noch machen?

S: Wie wärs mit Dirac?

P: (lacht hämisch) :D Gehen Sie raus.