

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: 21. Mai 2019	Fachsemester: 8
--	---------------------	-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, E, F

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo D
--

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: -

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: -
--

Verwendete Literatur/Skripte: Skripte: Theo D Schmalian, Theo E Steinhauser, Theo F Schmalian

Bücher: Tannoudji Quantenmechanik 1 und 2, Schwabl Statistische Mechanik Ansonsten eigene Vorlesungsaufschriebe
--

Dauer der Vorbereitung: 10 Wochen

Art der Vorbereitung: hauptsächlich alleine, Skripte und Bücher angeschaut. Zudem mit Freunden Prüfungsprotokolle durchgegangen und Prüfungssituation simuliert.
--

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Skripte von Schmalian am Besten mal durchgeschaut haben und auch mal die Übungsblätter zu Theo D von ihm angeschaut haben, da öfters auch Aufgabenstellungen davon in der Prüfung dran kommen können. Generell Protokolle durchgehen um wiederkehrende Fragen zu erkennen und darauf gut vorbereitet zu sein.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Prüfung verlief fantastisch, hatte fast was von einer Diskussion auf Augenhöhe anstatt von einer mündlichen Prüfung, sodass ich die Anfangsnervosität schnell ablegen und einfach eine Stunde lang mit Prof. Schmalian über Physik reden konnte. Dabei ist es völlig normal das Fragen aufkommen, die man nicht beantworten kann.
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Er lässt einem Zeit über Fragen nachzudenken und gibt auch Hilfestellungen. Des weiteren ist es auch nicht schlimm, wenn man mal eine Frage nicht beantworten kann. Er legt es sogar darauf an, solange schwerere Fragen zu stellen, bis man keine Antwort mehr geben kann. Also nicht verwundern, wenn bereits nach 5-10 Min Fragen gestellt werden, auf die man keine Antwort weiß.
--

Kommentar zur Prüfung: Eine Prüfung die wirklich Spaß gemacht hat und bei der man sogar was gelernt hat.
--

Kommentar zur Benotung: 1.0 Hätte besser nicht laufen können.

Die Schwierigkeit der Prüfung: Da Prof. Schmalian recht schnell klar wurde, dass ich einigermaßen kompetent seine Fragen beantworten konnte, ging er sehr schnell dazu über das Niveau der Prüfung zu erschweren. Dieses Protokoll sollte daher vielleicht nicht als das Standardprotokoll angesehen werden.
--

Die Fragen

S: Student, P: Prüfer

P: Bei wem haben sie so die Vorlesungen gehört?

S: Prof. Schmalian, Prof. Steinhauser, Prof. Shnirman.

P: Welche Vorlesung hat Ihnen am Besten gefallen?

S: Theo D und E. Theo D, da generell Einführung in die Quantenmechanik faszinierend ist, und Theo E, da man aus der Dirac Gleichung viele Dinge (Spin, Antiteilchen) folgern kann. (Hier konnte ich quasi mein Einstiegsthema auch etwas wählen, er ging dann weiter auf die Dirac Gleichung ein. Generell scheint Prof. Schmalian sehr spontan und je nach Prüfungssituation zu entscheiden, welches Thema abgefragt wird.)

P: Also Dirac-Gleichung.

S: Gestartet mit Energie-Impuls Relation, erklärt wie man zur Klein-Gordon-Gl. kommt und erwähnt, dass die Wahrscheinlichkeitsdichte nicht positiv definit ist.

P: Warum ist das so?

S: Gleichung hingeschrieben und daran ist klar, warum es nicht positiv definit ist. Konnte dann aber nicht erklären, warum das eigentlich kein Problem ist (man kann dann scheinbar sich eine Ladung definieren wodurch das Vorzeichen erklärt wird), dies war aber nicht weiter schlimm.

Dann mit Dirac-Gleichung weitergemacht. Einfach alles runtergebetet, was es mit den Matrizen darin auf sich hat, antikommutieren, Spur ist null, etc. Woraus sich ja dann eine gerade Dimension ergibt und somit (da es keine 4 antikommutierenden 2x2 Matrizen gibt) muss die Spinordimension mindestens 4 sein.

P: Was bedeuten die Komponenten des Spinors?

S: Spin Komponenten des Elektrons/Positrons.

P: Was passiert in 2D?

S: Eine Ableitung und damit eine Matrix fällt weg. Damit hat man nur noch 3 Matrizen und kann so die Pauli-Matrizen verwenden, also kann man schon einen 2-dimensionalen Spinor haben.

P: Was fällt dann weg, Spin oder Antiteilchen?

S: Spin, da immer noch Energie-Impuls-Relation mit positiver und negativer Lösung verwendet wurde.

P: Zeichnen sie mal das Dirac-Spektrum (wieder für 3D).

S: Spektrum gezeichnet, wurde dann gefragt, wo der Grundzustand ist, dieser wäre eigentlich bei minus unendlich, nach Dirac sind allerdings alle negativen Energiezustände besetzt (Dirac-See). Prof. Schmalian meinte dann noch, dass jeder normal denkende Mensch dann diese Theorie erst mal verwerfen würde.

P: Wenn wir jetzt ausgehend von dem Dirac-Ansatz die Schrödingergleichung bekommen wollen, also die klassische Energie-Impuls-Relation verwenden, was bekommt man dann?

S: Hier sollte ich nur generell meine Ideen und Ansätze nennen, so z.B. das wohl Pauli-Matrizen hauptsächlich eine Rolle spielen, und der Massenterm nicht schlimm ist, sondern wohl nur eine Energieverschiebung darstellt, die man sich ja bei der Schrödingergleichung dazu denken könnte. Dann eben noch, dass man ähnlich wie bei der Herleitung der Pauli-Gleichung durch einsetzen der unteren Komponente in die obere wohl die doppelte räumliche Ableitung im Vergleich zur einfachen zeitlichen Ableitung bekomme. Prof. Schmalian meinte dann abschließend dazu, dass man diese Rechnung auch tatsächlich durchführen kann, und dann auch wieder auf die Pauli-Gleichung kommt. Wenn man also immer sagt, dass der Spin ein relativistisches Phänomen sei, so ist das nicht mal unbedingt mehr der Fall.

P: Wir gehen dann weiter zu Teilchen im (konstanten) Magnetfeld, nicht-relativistisch.

S: Hab dann erst mal mit minimaler Kopplung den Hamiltonian hingeschrieben, ohne elektrostatisches Potential.

P: So sie wissen ja bestimmt, dass man daraus dann (wir rechnen mal in 2D) einen harmonischen Oszillator bekommen. Ich möchte allerdings, dass sie mir dies zeigen, ohne das sie eine spezielle Eichung für A wählen.

S: Ich hab erst mal nicht gewusst, wie ich das genau anstellen soll. Wir sind dann gemeinsam dran gegangen hab dann erst mal das erwartete Ergebnis für die Eigenenergien hingeschrieben. Dann im Hamiltonian den kinetischen Impuls als Summe der Quadrate der Komponenten aufgeschrieben. Er meinte dann, ich soll mal den Kommutator davon ausrechnen. Wenn man dies ausführt, bekommt man quasi $\text{rot}(A)$ in z-Richtung, also die Richtung in die das B-Feld zeigt, sodass der Kommutator bis auf Konstanten der kanonischen Vertauschungsrelation zwischen x und p entspricht. Der Hamiltonian lässt sich also als Summe von zwei kanonisch konjugierten Operatoren im Quadrat schreiben, entspricht also einem harmonischen Oszillator.

P: Wir gehen dann weiter zu Phasenübergängen.

S: Hab dann erst mal mit Ehrenfest erklärt, wie Phasenübergänge definiert sind. Sollte dann noch 1. und 2. Ordnung jeweils freie Energie, Entropie und Wärmekapazität zeichnen. Hier am Besten mal googeln oder z.B. in Wikipedia nachschauen, sodass man diese Bilder schon ca. im Kopf hat. Natürlich sollte man den Verlauf auch qualitativ erklären können.

P: Was können sie mir zur Boltzmann-Gleichung sagen?

S: Erklärt, was das f ist (Einteilchenverteilungsdichte von Elektronen) und gesagt, dass im Gleichgewicht die totale Zeitableitung null ist, während man im Nichtgleichgewicht noch ein sogenanntes Kollisionsintegral hat. Die totale Zeitableitung eben noch explizit hingeschrieben und erklärt, das man zusätzlich noch die Bewegungsgleichungen für r und k hat.

P: Kennen sie Liouvilles-Theorem?

S: Phasenraumvolumenerhaltung oder?

P: Mehr oder weniger. Dies gilt allerdings allgemein, auch im Nichtgleichgewicht. Hier allerdings sagen sie ja, dass man im Nichtgleichgewicht dieses Kollisionsintegral hat. Wie kann das sein?

S: Nach etwas überlegen ist mir wieder eingefallen, das man ja nur eine Einteilchenverteilungsfunktion hier betrachtet, sodass insgesamt dieser Beitrag dann null wird, Liouvilles Theorem also gilt. Prof. Schmalian wollte mich wohl hier etwas verwirren und schauen ob ich damit klarkomme.

Er wollte dann noch wissen, wofür man die Boltzmann-Gleichung so verwendet. Da ich mich nicht eingehend damit beschäftigt habe und wir auch in der Vorlesung nur ganz am Ende kurz darauf zu sprechen kamen (habe ich ihm auch so gesagt), wusste ich nicht so Recht, was antworten, meinte so politisch, dass man viele schöne Dinge damit machen kann, was er sehr amüsan fand.

P: Kennen sie das H-Theorem?

S: Ja etwas, im Endeffekt hat man eine Größe H die negative Steigung hat, entspricht also sowas wie einer Entropie.

Dann wurde ich rausgeschickt.