

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: 16. März 2021

Fachsemester: 7

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, Theo E, Theo Fa&Fb

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo Fa&Fb
--

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: keine

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: keine
--

Verwendete Literatur/Skripte: Theo D und Theo Fa und Fb Skript von Schmalian Quantenmechanik- U. Scherz Sakurai

Dauer der Vorbereitung: 7 Wochen, mit viel Pausen zwischendrin, maximal 4 h am Tag
--

Art der Vorbereitung: Skripte lesen von Schmalian, Zusammenfassung schreiben, Karteikarten schreiben und diese am Ende jeden Tag durchgehen.
--

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Schmalian legt viel Wert auf Verständnis und versucht einen zu verwirren.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Entspannt, Schmalian vermittelt einem nicht das Gefühl sich in einer Prüfung zu befinden.
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Hat Hilfestellung gegeben, war allerdings weniger hilfreich
--

Kommentar zur Prüfung: Absolut fair

Kommentar zur Benotung: 1,3

Die Schwierigkeit der Prüfung: Lorentztransformation, da ich mir dazu nichts angeschaut hatte, hab mir selbst mein Grab geschaufelt, da ich das Wort erwähnt habe

Die Fragen

S: Schmalian

I: Ich

S: Können Sie bitte Ihren Studierendenausweis in die Kamera halten

S: Bei wem haben sie die Vorlesung gehört?

I: Mühlleitner, Steinhauser, Schmalian

S: Dann ist das ja nicht verwunderlich das sie die Prüfung bei mir absolvieren

S: Welchen Bereich der theoretischen Physik gefällt Ihnen am Besten?

I: Alle Bereiche haben etwas an sich. Das man immer wieder verwirrt ist durch die Quantenmechanik und Dinge nicht mehr intuitiv erscheinen.

S: Was hat sie denn am meisten verwirrt bei bei der Quantenmechanik?

I: Aharonov-Bohm-Effekt

S: OK, ich verspreche ihnen wenn sie aus der Prüfung rausgehen, haben sie ihn verstanden

S: Schreiben sie den Hamiltonian eines Teilchens im elektromagnetischen Feld hin mit Spin.

I: hingeschrieben, minimale Substitution erklärt. Dabei vor lauter Aufregung den $1/2m$ Termin vergessen und $+e\phi$

S: Eichtransformation?

I: Physikalisch relevanten E und B Felder unterliegen Eichfreiheit. Eichtransformation hingeschrieben. Hamiltonian Variant. Damit Schrödingergleichung invariant muss Ψ umgeeicht werden, hingeschrieben

S: Woraus folgt denn diese Gleichung auf natürliche Weise?

I: Kurzes überlegen meinerseits. Spontan würde mir die Dirac Gleichung im nicht-relativistischen Grenzfall einfallen. Daraus folgt die Pauli Gleichung durch die Einführung der Minimalen Substitution

S: Genau

S: Erklären sie die Dirac Gleichung

I: Relativistische Energie Impuls Beziehung, Energie als Hamilton Operator interpretieren, Korrespondenz führt auf Klein-Gordon-Gleichung, Wahrscheinlichkeitsdichte nicht positiv definit. Dirac Ansatz für Dirac Gleichung. Hamiltonian hingeschrieben, Bedingungen: 1. relativistische Energie-Impuls-Beziehung soll gelten 2. Lorentzinvariant (GROSSER FEHLER) 3. positive Wahrscheinlichkeitsdichte.

Schrödinger Gleichung als Matrixgleichung auffassen, ψ hat N Einträge. Jede Komponente der Gleichung soll Klein-Gordon Gleichung genügen, Bedingungen für α und β ergeben sich daraus. Bedingungen hingeschrieben. H soll hermitesch sein, deshalb auch α und β . Hermitesche Operatoren haben nur reelle Eigenwerte: EW: +, -1

Über Spur gezeigt das Dimension der Matrizen geradzahlig sein muss. 4 Komponentigkeit von ψ erklärt. Oberer Spinor (Teilchen, positive Energie) unterer Spinor (Antiteilchen, negative Energie). Aus nicht relativistischen Grenzfall im B-Feld folgt Pauli die einen Term $\propto B\sigma$ hat. Innerer Freiheitsgrad -> spin up und down

S: Sehr schön

S: Wie sieht denn eine Lorentztransformation für einen Boost in x Richtung aus

I: Lorentztransformation beschreibt den Wechsel in ein anderes Inertialsystem im relativistischen Fall. Versuche irgendwas mit Λ hinzuschreiben und den kov bzw kontravarianten Indizes μ und ν .

Klappt aber nicht so wirklich

S: Wie sieht eine Galilei-Transformation aus?

I: Weis ich nicht

S: Na doch, das wissen sie. Sie sind selbst daran Schuld wenn sie das Wort schon in der Prüfung erwähne. (Wo er recht hat^^)

Stille....

S: Fängt an was mit einem Zug und einem Buch zu erzählen und löst am ende auf $x \rightarrow x-vt$ mit $t=t'$

S: Wie sieht nun Lorentztransformation aus?

I: Genauso

S: Das ist ja wohl quatsch, dann würde sie ja nicht existieren

I: Na ja, man hat halt da noch irgendwo ein β

S: Was ist denn beta?

I: $\beta = v/c$ ich hatte wirklich absolut keine Ahnung und wollte nur das er das Thema wechselt

S: Das die Lichtgeschwindigkeit da miteingeht haben sie richtig erkannt. Löst endlich auf. $X' = \gamma(x-vt)$ mit $t' = \gamma(t - v^2x/c)$

S: Wie konstruiere ich jetzt die Transformation das die Dirac Gleichung invariant bleibt?

I: Keine Ahnung

S: So ich habe sie ja nun schon genug gequält. Sollen wir den Aharonov Bohm Effekt trotzdem besprechen?

I: Ok. Fange an den Effekt zu erklären. Beschreibt Doppelspaltexperiment mit Elektronen und Spule. Spule für Elektronen undurchdringbar. Auf dem Schirm verschiebt sich Interferenzmuster. Wähle A als grad χ da $B = \text{rot}A$ und grad von χ immer null. Wellenfunktion muss umgeeicht werden.

S: Das mit der Umeichung verstehe ich nicht, aber erklären Sie erstmal weiter

I: Sage das es sich nicht um eine Eichtransformation handelt.

S: Machen sie mal weiter sie können sicherlich die Rechnung

I: Verwirrt was er dann von mir wissen will.. Soll ich nun die Phasendifferenz herleiten?

S: ja

I: Phasendifferenz geht aus $\chi_1 - \chi_2$ hervor. Integralgrenzen des zweiten Integrals tauschen, geschloss Wegintegral, Satz von Stokes, Magnetischer Fluss

S Wie sieht jetzt genau meine Wellenfunktion aus?

I: Steht ja schon da...

S: Malen Sie mal eine Skizze

I: getan

keine Ahnung was er hören wollte.

I: Musste H_0 also der Hamiltonian in Abwesenheit eines magnetischen Feldes hinschreiben und dessen Lösung ϕ_0 .

S: Erklären Sie das nochmal und ich achte auf die genaue Wortwahl

I: Ich wiederhole mich

S: Löst auf, Randbedingungen beim Fall mit A Feld einfacher als ohne.

S: Zwei Kommutatoren die nicht miteinander tauschen aber nicht untereinander.

I: Herleitung Skript, zwei Eigenvektoren zu einem Eigenwert->entartetes Spektrum

S: Radialsymmetrisches Potential, $[L^2, H]$ kommutiert und $[L_i, H]$ allerdings kommutieren die einzelnen Drehimpulse nicht untereinander. Wieso ist bei H-Atom nicht entartet. $A=L_z$, $B=L_x$

I: Zustand $B|\psi\rangle=0$, führt nicht auf neuen Eigenzustand

S: Ok, Wellenfunktion auch nicht normierbar

S: Nun statistische Mechanik

I: Ohjee

S: Erklären Sie mir das eindimensionale Ising Modell.

I: Hamiltonian hingeschrieben, $J>0$, ferromagnetisch Kopplung, Spins richten sich parallel aus um Energie zu minimieren. Kann untersuchen ob Phasenübergang stattfindet im eindimensionalen Fall.

Kann Zustandssumme hinschreiben, Summe über alle Spinkonfigurationen, B-Feld Term symmetrisch schreiben indem man ihn in zwei gleiche Summen aufteilt. Kann Transfermatrixmethode anwenden um Lösung zu erhalten.

Schreibe Eigenzustände vom Spin hin und Eigenwerte. Schreibe Transfermatrix auf. Periodische Randbedingung Sage das sich Zustandssumme vereinfacht. Schreibe Z hin, vergesse bei T den T^N Term.

S: Schmalian weist mich darauf hin das die Gleichung nicht stimmt.

I: Korrigiere das. Kann nun Eigenwerte bestimmen durch Basistransformation und erhalte die Lösung

S: Wieso kann man Basistransformation machen?

I: Spur einer Matrix bleibt von Basistransformation unbeeindruckt

S: Was passiert bei nicht periodische Randbedingungen? Ist das System lösbar?

I: Ist bestimmt lösbar, aber wesentlich komplizierter

S: Da Haben sie Recht

I: Ich weis nicht wie ich das lösen soll

S: Fügen sie doch mal eine eins ein. ->Projektionsoperator

I: Schreibe Zustandssumme $z = \sum_{S_1} \sum_{S_2} \langle S_1 | \lambda | S_1 \rangle \langle S_2 | \lambda | S_2 \rangle \dots \langle S_N | \lambda | S_N \rangle$

S: So können sie das Problem lösen, Arbeitsaufwand doppelt so groß, da nun zwei Matrizen die diagonalisiert werden müssen

S: Von Der Waals Gas

I: Schreibe Ideale Gasgleichung hin. Betrachte nun Wechselwirkung um zum realen Gas zu gelangen. Erkläre $p_{\text{eff}} = p + p_{\text{innen}}$ mit $p_{\text{innen}} = a(N/V)^2$, und $V_{\text{eff}} = V - bn$

S: Wieso plus p_{innen}

I: attraktive Wechselwirkung, male Skizze

S: genau das wollte ich hören

S: Wieso ein Plus zeichnen wenn WW attraktiv ist?

I: Druck auf Wand geringer

S: Aber das würde ja genau für das Minus sprechen

-Stille

S: Ich versuche sie nur zu verwirren, was sie sagen ist alles komplett richtig, sehr schön. Wir stülpen das Modell des Realen Gases über das Modell des Idealen Gases, deshalb ist der Druck höher. Malen sie Die Isothermen

I: Male P-V Diagramm für reales und Ideales Gas. $\frac{\Delta p}{\Delta V} > 0$ unphysikalisch, ein größer werdender Druck bei größer werdendem Volumen ergibt kein Sinn, Maxwell Konstruktion, Koexistenz zweier Phasen, z.B. flüssig und gasförmig, damit Phasenübergang erklärt. Auf linken Seite liegt flüssige Phase vor auf rechter Seite gasförmige. Sage das die Gerade konstanten Drucks durch den Wendepunkt geht

S: Die geht nicht DURCH den Wendepunkt

I: OK, dann stimmt wohl nur der Flächeninhalt der beiden Flächen überein, sodass freie Energie gleich groß ist

S: OK. Wieso ist $\frac{\Delta p}{\Delta V} > 0$ unphysikalisch das könnte ja auch ein neues physikalisches Phänomen sein?

I: Sage irgendwas mit Entropie

S: kennen sie eine Gleichung die die Ableitungen beinhaltet?

I: ...

S: Wieso ist die Wärmekapazität immer größer null

I: Sage das Wärmekapazität bei $T=0$ null ist und die herbeigeführte Temperaturerhöhung durch Wärme beschreibt. Somit immer positiv

S: unzufrieden, sagt das Wärmekapazität Energiefluktuationen beschreibt und das man hieraus sieht das die immer positiv ist.

S: Das wars dann

Nach kurzer Zeit kam Schmalian zurück in den Zoom call und hat mir die Note gegeben mit ausführlicher Begründung. Hat noch gemeint das ich das mit der Wärmekapazität versucht hab thermodynamisch zu Begründen und das das meist der schwierigere Weg ist.

Prüfungsdauer: circa 50 Minuten