

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: 15. März 2017	Fachsemester: 7
--	----------------------	-----------------

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D, E, F

Welche Vorlesung der PrüferIn hast Du gehört? Theo A, D

Zur Vorbereitung

Absprache mit PrüferIn über folgende Themengebiete: Keine

Absprache mit PrüferIn über Literatur/Skripte: Keine
--

Verwendete Literatur/Skripte: Schmalian D, F (F ca bis Seite 70); Steinhauser E; Shnirman Folien F; bei Bedarf diverse Bücher (Schwabl QM II, Sakurai I, Fließbach Theo F)
--

Dauer der Vorbereitung: 4 Wochen durchschnittlich vielleicht 4h täglich

Art der Vorbereitung: alleine gelernt, Fragen mit Kommilitonen besprochen, abfragen lassen
--

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Alle Fragen zuende denken, nichts offen lassen.

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Meist anfangs ziemlich allgemeine Fragen, dann detaillierte Nachfragen.
--

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Wartet, gibt Tips.

Kommentar zur Prüfung: Freundlicher Prüfer, habe auch in der Prüfung etwas gelernt.

Kommentar zur Benotung: 1.3

Die Schwierigkeit der Prüfung: Start mit großer Nervosität.

Die Fragen

Die genaue Formulierung ist frei erfunden, dass sich das ganze halbwegs zur Abfrage / zum Lernen eignet. Ich lasse auch die meisten seiner durchaus interessanten und lehrreichen Kommentare und Bemerkungen weg, da das Protokoll ohnehin schon sehr lang ist. Bin mir auch bei manchen meiner Antworten nicht mehr ganz sicher. Uuuund auf Vollständigkeit bei den Fragen gibts keine Garantie.

- Schreiben Sie den allgemeinen Hamiltonian vom 2D harmonischen Oszillator auf.

-> Hingeschrieben mit Wechselwirkungssummand $f(x, y)$

- Was ist das fuer eine Funktion?

-> Harmonischer Oszi, also muss es wohl $k * x * y$ sein.

- Loesen Sie das Problem!

-> Aehh...Auf- Absteiger bla bla bla

- Aber jetzt steht da ja immernoch der Wechselwirkungsterm! Wie loest man das?

-> Matrix aufstellen?

Hier habe ich ewig gehangen. Ich hab mit Puls 180 einfach nicht mehr durchgeblickt.

Es war einfach eine unitaere Transformation durchzufuehren um die Matrix zu diagonalisieren, das nicht einmal explizit sondern nur die anfaengliche Matrix und dann die Idee erklaren. Dieser Totalhaenger hat mich die 1.0 gekostet.

-> Wie sieht jetzt der Hamiltonian aus?

- H diagonal hingeschrieben.
- > Sind das immernoch die selben Vorfaktoren vor den Oszillatorpotentialen?
- Ja?
- Entsetztes Schweigen oder so. Wohl immernoch die Aufregung.
- Nein! Da stehen jetzt natuerlich die Eigenwerte der Matrix.
- Ab jetzt weiss ich die Reihenfolge nicht mehr genau.
- Ich wuerde gerne mit dem Wasserstoffproblem weitermachen. Erzaehlen Sie doch mal, wie man da herangeht.
- > Hamiltonian (Radialkomponente vom Impuls + Drehimpulsoperator, Potential) hingeschrieben, von Schwerpunkt- und Relativkoordinate erzaehlt.
- Was ist dieses p_r ?
- > Irgendwas mit r und Ableitungen nach r .
- Wie wird das jetzt geloest?
- > Kugelflaechenfunktionen als Eigenfunktionen von L vorgestellt, Separationsansatz erklart. Kurz angesprochen, dass fuer den r teil eine gruslige DGL geloest werden muss. Haette auch noch was dazu gesagt wie das geht, aber das hat ihn nicht so interessiert.
- > Quantenzahlen?
- n, l, m
- > Energie haengt dann auch von l und m ab?
- Nein, m - Entartung wegen Drehimpulserhaltung, l - Lenz-Vektor Erhaltung.
- > Was ist der Lenz-Vektor?
- In der klassischen Physik zeigt er ins Perihel. In QM irgendwas komisches. Aber man kann ihn auch konstruieren und dann ist er eben erhalten. (Drehimpulsalgebra etc)
- Schreiben Sie die Wellenfunktion von zwei Fermionen (Spin $1/2$) in allgemeiner Form.
- > Wellenfunktion insgesamt muss antisymmetrisch unter Vertauschung der Fermionen sein. Symmetrisches Triplet, antisymmetrisches Singlet vom Spin angesprochen. Gesagt dass die Ortsfunktion dann das jeweils andere sein muss.
- Was ist denn nun der allgemeinste Fall?
- > Linearkombination aus $\text{Ort}(\text{symm}) * \text{Spin}(\text{anti}) + \text{Ort}(\text{anti}) * \text{Spin}(\text{symm})$
- In welchem Fall wuerden Sie denn genau wissen, dass Sie Spin Singlet oder Triplet haben?
- > Irgendwas mit Paritaet oder so geraten/gemurmelt.
- Das wollte er genau wissen. Ich sollte beweisen, dass mir die Paritaet der Gesamtwellenfunktion sagt, dass ich definitiv $\text{Ort}(\text{symm}) * \text{Spin}(\text{anti})$ bzw andersrum haben muss. Ich hatte schnell alle noetigen Fakten zusammen, habe die genaue Argumentation aber sehr lange nicht auf den Punkt gebracht. Ich wollte abbrechen (ich glaube der Beisitzer auch) aber er hat darauf beharrt, dass ich es zuende bringe. Hat irgendwann geklappt. Im Nachhinein hat er gesagt, dass er mir das lange Nachdenken nicht negativ angerechnet hat, da er gemerkt hatte, dass ich den Beweis zum ersten Mal mache.
- Sagen Sie alles, was Sie ueber die Dirac-Gleichung wissen!
- > Historische Motivation von wegen Wahrscheinlichkeitsinterpretation fuer Klein-Gordon-Gleichung unpassend, deswegen relativistische QM-Gleichung gesucht.
- Hier hat er betont, dass das zwar die historische Motivation sei, die KGGL aber eine vollkommen legitime Gleichung sei und deshalb weitere Motivation noetig sei.
- > Fermionen werden durch DG beschrieben
- Schreiben Sie die DG doch mal hin.
- > In manifest kovarianter Form hingeschrieben. Slash ausgeschrieben.
- Gamma-Matrizen?
- > Notwendigkeit des Antikommutierens erklart, kurz darauf eingegangen, dass dafuer nicht zwangslaeufig Matrizen erforderlich sind. (Siehe Altprotokolle.)
- Dann kam das ganze Spiel mit der Dimension der Matrizen. Weis die smoothe Ueberleitung nicht mehr.
- Wie viele Dimensionen braucht man in zwei Raumdimensionen?
- > 2, da nurnoch 3 antikommutierende Matrizen erforderlich.
- Welche Freiheitsgrade gehen verloren? Welche gibt es ueberhaupt?
- > Spin up/down fuer positive/negative Energie. Spin up/down geht verloren.

- Warum gerade der Spin und nicht die Energien?
- > Zwei gute Gruende: Wir haben immernoch relativistische Dispersion, also auch immernoch negative Energieen. Ausserdem ist das Kreuzprodukt vom Spin (so in der Drehimpulsvorstellung) in 2D schlecht vorstellbar.
- Wie viele Dimensionen braeuchte man fuer klassische Dispersion?
- > 2, da die negativen Energien verloren gehen.
- Welche Gleichung gibt das dann?
- > Pauli-Gleichung.
- Zeichnen Sie die Dispersion.
- > ...
- Wo ist der Grundzustand.
- > Irgendwo da unten. (Nach unten gedeutet.) Gleich darauf eingegangen, dass das schlecht ist und man daher den Dirac-See als Gedankenkonstrukt einfuehrt.
- Wissen Sie, wie man das Spin-Statistik-Theorem beweist?
- > Irgendwas mit QFT, Widerspruchsbeweis mit Kommutator oder so. (Weiss nicht.)
- Das ist das technische, aber was fliesst ein?
- > Ich weiss es nicht.
- Kausalitaet und Lorentz-Invarianz.
- Jetzt noch etwas statistische Physik. Wie macht man ein reales, klassisches Gas?
- > Das geht mit der Van-der-Waals Gleichung.
- Wie leitet man die her?
- > Herleitung umrissen. Habe Wert gelegt auf Virialentwicklung und Sutherland Potential.
- Er wollte dann genau wissen, wie die Zustandssumme aussieht, also so mit allgemeinem Wechselwirkungspotential. Irgendwie sind wir dann wieder zurueck zum VdW Gas gekommen.
- > Also unendliche Abstossung bis zu einem gewissen Punkt, danach leichte Anziehung zwischen den Teilchen.
- Schreiben Sie mal die ganze Gleichung hin.
- > Kenne sie nicht auswendig.
- Raten.
- > Hab das mit der endlichen Ausdehnung und dem veraenderten Druck anhand des Potentials argumentiert und dann per "a" und "b" in die ideale Gasgleichung eingebaut. Dabei habe ich die Vorzeichen mit der genau entgegengesetzten Logik falsch reinargumentiert, was aber nicht so schlimm war, immerhin war Logik involviert.
- Waermekapazitaet des d-dimensionalen Photonengases.
- > U modulo konstanten ausgerechnet (dabei musste ich nochmal die passende Zustandsdichte kurz herleiten da ich sie nicht auswendig konnte) und $c = T * d^2U/dT^2$ hingeschrieben. Er hat mich drauf hingewiesen, dass das nicht richtig ist. Mit den TD Potentialen hab ich dann den Fehler gesehen und die richtige (gleiche) Temperaturabhaengigkeit rausgekriegt.
- Was ist mit dem klassischen Grenzfall?
- > Ich hab gesagt, dass ich die Frage kenne und deswegen auch die Antwort (das Problem hat keine Skala.)
- Wie ist es bei den Phononen?
- > Die haben eine Skala (Debye-Temperatur).
- Woher kommt die?
- > Aus dem endlichen Abstand zwischen Gitterpunkten.