Fach: Theoretische Physik

PrüferIn: Schmalian

☒ BP ☐ NP ☐ SF ☐ EF ☐ NF ☐ LA
--

Datum: 23. November 2020

Fachsemester: 7

Welche Vorlesungen wurden geprüft? Theo D,E,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: Skript Schamlan D,Fa,Fb Skript Steinhauser E (und etwas Zeppenfeld) Schwabl QM1 7.Auflage

Dauer der Vorbereitung: 8 Wochen

Art der Vorbereitung: Skript durchlesen +3 Wochen Protokolle rechnen // alleine (RIP)

Allgemeine Tips zur Vorbereitung: Früh Anfangen, Wiederholen und verstehen, Wiederholen um nicht zu vergessen

Zur Prüfung

Wie verlief die Prüfung? Themen:

Wasserstoffatom

Wasserstoff im period. E-Feld

Landau Theorie

Zustandssumme von Gitter mit gegebener Energie (weil Landau gut lief)

Wie reagierte die PrüferIn, wenn Fragen nicht sofort beantwortet wurden? Er wartet kurz, fragt nochmal und hilft über Ansätze zur Herleitung der Antwort.

Kommentar zur Prüfung: Online mit Handykamera über Block (das Bild war 90° schief, danke zoom dafür)
--

Kommentar zur Benotung: 2.0

Die Schwierigkeit der Prüfung: Sich an die physikalischen und logischen Begründungen der zugrundeliegenden Rechnung zu erinnern. Siehe Entartung.

Die Fragen

P: Prüfer

S: Student

P: Welche VL haben sie gehört.

P: Was gefällt ihnen an Theo. (Ich hab da wirklich probleme beim beantworten gehabt, lol)

P: Beginnen wir mit dem Wasserstoffatom.

S: $H = 1/2m(p^2 + L^2/r^2) + V(r)$ mit $\psi = R(r)*y(\theta,\phi)$ als Ansatz. Terme erklärt, Aufteilung in Radial- und Winkelanteil.

P: Warum darf man das?

S: Da Operatoren kommutieren, weiterer Lösungsweg skizziert: Winkelanteil als Kugelflächenfunktion und Eigenwerte $\hbar^2 l(l+1)$ eingesetzt. Substitution $u(r) = R(r) \cdot r$ erklärt und dann Grenzfälle betrachtet: $R(r)$ [prop.] $\exp(-r/a_0)$ mit a_0 Bohrradius.

P: Wie ist der definiert?

S: $\hbar/(m\alpha)$ mit α Feinstrukturkonstante.

P: Wie ist die definiert?

S: Keine Ahnung, irgendwas mit 137.

P: ****lässt mich überlegen****, schätzen sie das doch mal ab via Dimensionsanalyse/charakteristische Länge.

S: Immer noch keine Ahnung, versuche irgendeine Dimension aus dem Hamiltonop. zu erkennen.

P: Sie haben noch garnicht das Potential hingeschrieben, machen sie das mal.

S: Schreibe Coulomb Potential $V = -e^2/r$ hin. Weiss immernoch keine Lösung zum bestimmen von α .

P: Also sie vergleichen den kinetischen und potentiellen Term und können die quasi gleichsetzen. Lösung: $\alpha = e^2/(\hbar \cdot c)$. Ich hab das ihnen erklärt, jetzt machen sie das mal mit dem H.O..

S: Schreibe $H = p^2/2m + 2m\omega^2$. Will nach x umformen da es eine Länge ist.

P: Was ist denn mit P ? Will, dass ich es durch den Wellenvektor ausdrücke.

S: $P = \hbar \cdot k$.

P: Und welche Dimension hat k ?

S: Keine Ahnung

P: Schauen sie sich mal eine ebene Welle an.

S: $\psi = A_0 \exp(-ikx)$, erkenne k ist prop. zu $1/\text{Länge}$.

P: Setzen sie das mal ein, die Rechnung weiß ich, dass sie sie können. Weiter mit dem Wasserstoffatom.

S: Noch für kleine r : $R(r)$ [prop.] $r^{l+1} + r^{-l}$

P: Wo kommt das her?

S: Exponentialansatz durch Substitution oder so.

P: Ok, was kommt dann dabei raus?

S: Schreibe Eigenenergien $E_n = -R_0/n^2$ mit $R_0 = \text{Rydbergkonst.}$ hin.

P: Warum ist das nicht von l und m abhängig?

S: l fällt in der Rechnung raus und Runge-Lenz-Vektor ist erhalten, im Hamilton steht kein L_z daher auch keine m Eigenwerte.

P: Ok, wie ist der Runge-Lenz-Vektor definiert?

S: Hab geraten proportional zu L^2 .

P: Falsch. Können sie ihn aus der klassischen Physik hinschreiben?

S: Keine Ahnung, irgendwas mit Kreuzprodukt.

P: Egal (zum Glück), wie sieht es mit Entartung aus?

S: Ist erwartet da E_n unabh. von l ist.

P: Nur deswegen?

S: Zögerlich "Ja".

P: Schreiben sie mal alle relevanten Quantenzahlen hin.

S: $n \ l \ m$

P: Und was ist mit m ?

S: Ja im Hamilton ist ja kein L_z , daher ist das egal. #1. Fehler

P: Schauen sie sich mal die Wellenfunktion an, von welchen Quantenzahlen hängt diese ab?

S: Nicht ganz sicher: R_n und $Y_{l,m}$.

P: R auch von l abhängig also $R_{n,l}$ und löst dann auf, dass auch durch m eine Entartung entsteht.

S: Mir wird klar, dass jede Variable die nicht im Eigenwert steht eine Entartung verursacht.

P: Nächstes Thema: wir nehmen ein äußeres zeitabhängiges/periodisches elektrisches Feld beim Wasserstoffatom an. Wir betrachten nur Dipolübergänge. Was passiert?

S: Elektronen können angeregt werden $\rightarrow$ es finden Übergänge statt. Diese kann man mit Fermis Goldener Regel berechnen.

P: Sehr gut, schreiben sie die mal hin.

S: $P_{mn} = 2\pi/\hbar \delta(E_n - E_m) |\langle V \rangle|^2$ wobei wir einen Übergang von m nach n betrachten mit $m = 1, 0, 0$ (n, l, m).

P: Ja diese Formel ist nicht Falsch, aber schauen sie sich mal die Deltadistribution an, es suggeriert, dass die Übergänge nur mit gleiche Energie stattfinden, kann das sein?

S: Nein natürlich nicht, erinnere mich an die Photonen Wechselwirkung und korrigiere $\delta(E_n - E_m - \hbar\omega)$

P: In Ordnung wie sieht es mit dem Potential aus?

S: Man kann das Feld in z -Richtung wählen, dann $V = e \cdot E \cdot z$ und in z -Richtung scharf messbar.

P: Wie sieht es im allgemeinen Fall aus?

S: Bin mir nicht sicher schreibe $V = e \cdot \vec{E}$. #2. Fehler

P: Falsch

S: Versuche etwas mit dem Skalarpotential kommt aber nix dabei raus.

Hier geht es etwas durcheinander deswegen nur die Lösung

P: $V = e \cdot \vec{E} \cdot \vec{r}$

P: Erklären sie den letzten Term.

S: Das ist die Störmatrix, dabei betrachtet man alle möglichen Übergänge und kann durch Auswahlregeln manche ausschließen. Schreibe $l'=l+/-1$ und $m'=m$.

P: Woher kommen diese?

S: l aus der Bedingung der Dipolübergänge und m aus ****weis nicht mehr was ich gesagt hab****.

P: Das mit m ist mir noch nicht ganz klar rechnen sie mir das mal ausführlich vor.

S: $[L_z, z]=0$ in $\langle nlm | n'l'm' \rangle$ einsetzen (siehe Herleitung Schwabl /Stark Effekt/Dipolübergänge).

P: Ok, aber gibt es noch andere Übergänge für m außer Null?

S: Ja, wenn wir unser Feld nicht in z -Richtung legen haben wir auch $m'=m+/-1$. (ich hoffe das Stimmt)

P:Nächstes Thema Landau Theorie, was kann man damit machen?

S: Hab f hingeschrieben und dann angefangen kreuz und quer darüber was zu erzählen, Herleitung kurz angerissen, Konstanten erklärt, ohne B -Feld $\rightarrow$ symmetrisch, er hat mich einfach mal machen lassen. Standartrechnung wie in seinem Fb Skript ...

P: Was können sie jetzt damit machen ?

S: Also ich hab ja meine freie Energiedichte (Thermodyn Pot.) und kann damit meine Größen des Systems herleiten.

P: Ja dann suchen sie sich eine aus.

S: Hab Wärmekapazität $C = -T d^2f/dT^2$ hergeleitet und ein C/T Diagramm skizziert, unstetigkeit erlärt. Dabei noch erwähnt, dass das nur für die geordnete Phase gilt und in der ungeordneten für $T > T_c$ $C = 0$ gilt.

P: Hat noch ergänzt, dass mein f_0 Term ein Hintergrund ist, der nur nicht vom Ordnungsparameter abhängt und daher die Skizze in echt noch ein Untergrund rauschen hat.

P: ****war plötzlich mehr Überzeugt von meiner Leistung und hat mir eine exotische Aufgabe gegeben****

Die Aufgabe war wenig zu erklären/verstehen und mehr zum rechnen, daher nur wenig physikalischer Hintergrund

P: Betrachten sie ein Gitter, wobei jedes Teilchen lokal mit der Energie $E_n = E_0 * \log(n)$ betrachtet werden kann, berechnen sie die Zustandssumme. Sie können dabei Ununterscheidbarkeit etc aufgrund des Gitters ignorieren.

S: Schreibe definition der Zustandssumme hin, erstmal die Summen Falsch.

$$Z = \sum_n \exp(-\beta * \sum_n * E_n)$$

P: Da stimmt was nicht, sie betrachten ja viele Teilchen und nicht nur eins.

S: Mir fällt es besser ein $Z = \sum_{\{n_i\}} \exp(-\beta * \sum_i * E_{n_i})$.

P: Sehr gut, machen sie mal.

S: Habe alle Summen ausgeschrieben, weil ich es richtig rechnen wollte und mit mathematischem Handwerkszeug es vereinfacht zu $Z = (\sum_{n=1}^{\infty} n^{-\beta * E_0})^N$, also als Einteilchenproblem hoch N .

P: Was kann man mit dem Ausdruck noch machen?

S: Geometrische Reihe klappt nicht, vielleicht eine andere Reihe.

P: Zeta-Funktion (glaube ich) , konvergiert die Summe ?

S: Ja, wegen dem Minus und wenn $\beta * E_0 > 0$.

P: Ja, (hat noch von Konvergierenden Summen erzählt) jetzt ist aber die Zeit schon vorbei.

P: Wäre eine Eins geworden wenn nicht der große Fehler bei der Entartung mit dem m gewesen wäre und auch nicht gut war das falsche Potential beim Elektrische Feld.