Übungen zur Quantentheorie I (WS 2002/2003)

Blatt 7

Aufgabe 24: Clebsch-Gordan-Koeffizienten (4 Punkte)

Ein Elektron mit Spin $\frac{1}{2}$ habe den Bahndrehimpuls $l = 1$. Ermitteln Sie die möglichen Eigenzustände des Gesamtdrehimpulses und berechnen Sie die zugehörigen Clebsch-Gordan-Koeffizienten, indem Sie das Quadrat des Gesamtdrehimpulses $\vec{J}^2$ auf die in Frage kommende Linearkombination von Zuständen anwenden.

Aufgabe 25: Nichtentartete Störungsrechnung im HO (4 Punkte)

Berechnen Sie die exakten Energieeigenwerte und die Energiekorrekturen in 1. und 2. Ordnung Störungsrechung des harmonischen Oszillators

a) $H = \frac{1}{2m}P^2 + \frac{1}{2}m\omega^2 Q^2 + \lambda Q$ mit äußerem elektrischen Feld $\lambda = eE$,

b) $H = \frac{1}{2m}P^2 + \frac{1}{2}m\omega^2(1+\lambda)\, Q^2$ mit verändeter Federspannung, z.B. durch Erwärmen.

Wie hängen die Ergebnisse jeweils zusammen?

Aufgabe 26: Endliche Kernausdehnung im H-Atom (3 Punkte)

Die endliche Kernausdehnung im H-Atom lässt sich durch ein Potenzial der Form $V(r) = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0}\frac{1}{r}\left(1 - e^{-\frac{r}{b}}\right)$ berücksichtigen, wobei der Parameter b etwa der Kernradius ist. Berechnen Sie störungstheoretisch die erste Korrektur zur Grundzustandsenergie.

Aufgabe 27: Stark-Effekt (4 Punkte)

Ein Wasserstoffatom im ersten angeregten Zustand, d.h. $n = 2$, befinde sich in einem homogenen elektrischen Feld mit der Kraft $\vec{F} = F\vec{e}_3$. Ermitteln Sie die Energiekorrekturen, indem Sie den Einfluss des Feldes als kleine Störung in entarteter Störungstheorie behandeln.