

# 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 Störungsrechnung 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 veränderter Federspannung, z.B. durch Erwärmen.

Wie hängen die Ergebnisse jeweils zusammen?

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

Die endliche Kernaussdehnung im H-Atom lässt sich durch ein Potenzial der Form  $V(r) = \frac{-e^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} (1 - e^{-\frac{r}{b}})$  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.