

Besprechung am 16.11.2018, 11-12/12-13 h

Übungsblatt 4

Aufgabe 1:

Ein Teilchen mit Spin $1/2$ (z.B. Proton oder Elektron) besitzt in einem Magnetfeld B zwei quantenmechanische Zustände mit der Energieaufspaltung $\Delta E = \hbar\gamma B$ wobei γ das gyromagnetische Verhältnis des Spins ist. Für dieses System kann die Übergangsrate der spontanen Emission durch die Formel

$$A_{21} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2}{3} \gamma^2 \frac{\hbar}{\ell^3}$$

mit der magnetischen Feldkonstante $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ [N/A}^2\text{]}$ und $\ell = \hbar c / \Delta E$, berechnet werden.

- Berechnen Sie A_{21} für ein Proton mit $\gamma = 2.675 \times 10^8 \text{ [rad/(s*T)]}$ bei Magnetfeldern von $B = 0.35 \text{ T}$ und $B = 9.2 \text{ T}$.
- Berechnen Sie die Übergangsrate A_{21} für beide Magnetfeldgrößen für einen Elektronspin mit $\gamma = -1.760 \times 10^{11} \text{ [rad/(s*T)]}$.
- Bestimmen Sie die Einstein'schen Koeffizienten B_{12} für ein Proton- und Elektronspin.

Aufgabe 2:

Die Fluoreszenzlebensdauer des angeregten 2p-Zustandes im Wasserstoffatom beträgt 1.6 ns . Wie groß ist demnach das elektronische Dipolübergangsmoment μ_{12} wenn die Anregungsfrequenz für diesen Übergang 82100 cm^{-1} beträgt?

(Beachten Sie dabei dass die Fluoreszenzrate $k_F = 1/\tau_F = \Sigma A_{21}$ beträgt und der Entartungsgrad von p-Niveaus 3 beträgt.)

Die Größe des Dipolübergangselementes kann in diesem Fall als die Änderung des Kern-Elektron Abstandes beim Übergang von 1s nach 2p betrachtet werden. Um wie viel ändert sich der Abstand?

Aufgabe 3:

Die Kraftkonstante, k , der C-O-Bindung in Kohlenmonoxid beträgt $1,87 \times 10^6 \text{ g/sec}^2$, die Anharmonizitätskonstante, χ_e , ist 0.00606 , und die reduzierte Masse, μ , von CO ist 6.857 amu .

Besprechung am 16.11.2018, 11-12/12-13 h

- a) Berechnen Sie den Abstand (in Einheiten von cm^{-1}) zwischen den unten gegebenen Schwingungsenergieniveaus in diesem Molekül, für die harmonische und anharmonische Approximation:
- zwischen den Schwingungsenergieniveaus $v = 0$ und $v = 1$
 - zwischen den Schwingungsenergieniveaus $v = 1$ und $v = 2$
- Interpretieren Sie Ihre Ergebnisse.
- b) Nehmen Sie an, dass die Schwingungsbewegung von CO rein harmonisch ist und berechnen Sie die Unsicherheit des Abstands der beiden Kerne dieses Moleküls. Davon ausgehend, dass sich das Molekül in seinem Schwingungsgrundzustand befindet, verwenden Sie die Grundzustandsschwingungsfunktion, (Ψ_0) , und berechnen Sie $\langle x \rangle$, $\langle x^2 \rangle$, und $\Delta x = (\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2)^{1/2}$.
- c) Unter welchen Umständen (d.h. große oder kleine Werte von k ; große oder kleine Werte von μ) ist die Unsicherheit des Abstands der beiden Kerne groß?