

## Übung 12

---

### 1 – Einsteinkoeffizienten

Die Besetzung des ersten elektronisch angeregten Zustands im  $\text{CH}_3\text{O}$ -Radikal kann durch die Emissionsintensität des Übergangs zum Grundzustand bestimmt werden. Nach einem Anregungspuls ( $t=0$ ) sei die Besetzung des angeregten Zustandes  $N_0$ .

$$N(t) = N(t = 0) \cdot \exp(-A_{2 \rightarrow 1} \cdot t)$$

Folgende relative Intensitäten sind als Funktion der Zeit gemessen worden:

$t[\mu\text{s}]$	$I/I_0$
0	1
0.5	0.72
1	0.51
1.5	0.37
2	0.26
2.5	0.19
3	0.13
3.5	0.096
4	0.06

- Bestimmen Sie aus einer geeigneten graphischen Auftragung den Einsteinkoeffizienten der spontanen Emission ( $A_{2 \rightarrow 1}$ ) dieses Übergangs und die Lebensdauer des angeregten Zustands.
- Erklären Sie, welche physikalischen Prozesse die anderen Einsteinkoeffizienten beschreiben.

- c) Welche beiden Einsteinkoeffizienten sind gleich und wie hängt das Verhältnis der Einsteinkoeffizienten für spontane und induzierte Emission von der Frequenz ab?

## 2 – Kernresonanz-Spektroskopie

Im homogenen Magnetfeld spalten energetisch entartete Zustände mit unterschiedlichem magnetischem Moment auf. Dies wird auch in der magnetischen Kernresonanz-Spektroskopie (NMR) ausgenutzt.

- a) Berechnen Sie die Frequenz der benötigten elektromagnetischen Strahlung, um Übergänge zwischen den beiden Kernspin-Zuständen des Protons bei einer magnetischen Flussdichte von 1.5 T anzuregen ( $^1\text{H}$ -NMR).
- b) Wie hoch ist die magnetische Flussdichte in einem NMR-Gerät, das im Frequenzbereich 200 MHz arbeitet?

## 3 – Stern–Gerlach-Experiment

In einer Quelle werden Silberatome verdampft. Die Temperatur der Quelle beträgt 1200 K. Durch eine kleine Lochblende wird ein schmaler Strahl der Silberatome in ein inhomogenes Magnetfeld geleitet. Das Magnetfeld hat einen Feldgradienten von  $300 \frac{\text{T}}{\text{m}}$  senkrecht zum Strahl.

- a) Wie groß ist die Aufspaltung des Strahls nach einer Strecke von 10 cm und einer Strecke von 20 cm?
- b) Das magnetische Moment eines Protons ergibt sich analog zum magnetischen Moment des Elektrons. Der  $g$ -Faktor des Protons beträgt  $g_p = 5.5857$ . Vergleichen Sie die Größen der beiden magnetischen Momente. Wie groß wäre demnach die Aufspaltung für Protonen?

Für die Kraft in  $z$ -Richtung im inhomogenen Magnetfeld gilt:

$$F_z = \mu_z \frac{\partial B}{\partial z} \quad (1)$$