

## Übungsblatt 1:

### Aufgabe 1: Zeeman Interaktion

Alle für die Lösung der Aufgabe nötigen Gleichungen sind im folgenden gegeben, alle Konstanten stehen unten auf dem Übungsblatt:

$$E_{m_S} = -\hbar \cdot \gamma_e \cdot m_S \cdot B_0 \quad (1)$$

$$E_{Mikrowelle} = h \cdot \nu = \hbar \cdot \omega \quad (2)$$

$$\nu = c/\lambda \quad (3)$$

Hierbei ist  $E_{m_S}$  die Energie für die magnetische Spinquantenzahl  $m_S$ .  $\hbar$  ist das reduzierte Plank'sche Wirkungsquantum ( $2\pi\hbar = h$ ),  $B_0$  ist das angelegte Magnetische Feld und  $\nu$  bzw.  $\omega$  sind Frequenz und Kreisfrequenz der Elektromagnetischen Strahlung.

i) Frequenzbanden:

In der folgenden Tabelle sind die typischen Frequenzbänder der EPR gezeigt. Bestimmen sie die korrespondierenden Wellenlängen und das Magnetfeld am J-Band. Nehmen sie zur Bestimmung der Magnetfelder

Tabelle 1: Frequenzbanden der EPR.

Frequenzband:	X	Q	W	G	J
Frequenz / GHz	9.5	33	95	180	263
Wellenlänge / mm					
Magnetfeld / T	0.34	1.2	3.4	6.42	

ii) :

Bestimmen Sie die Frequenz der Elektromagnetischen Strahlung, die Nötig ist um einen Energieübergang zwischen den beiden Spinzuständen für einen Spin von  $S = 1/2$  im Erdmagnetfeld (Mitteleuropa ca.  $48 \mu T$ ) zu induzieren.

## Aufgabe 2: Besetzungsunterschiede

Bestimmen Sie das Besetzungsverhältnis der zwei Energiezustände eines Elektrons bei einem Magnetfeld von  $9.38 \text{ T}$  und im Erdmagnetfeld von  $48 \mu\text{T}$ . Bestimmen Sie ebenso das Besetzungsverhältnis für einen  $^1\text{H}$  Wasserstoffkern bei  $9.38 \text{ T}$ .

Bestimmen Sie alle Besetzungsverhältnisse bei  $300 \text{ K}$  und bei  $5 \text{ K}$ . Das Besetzungsverhältnis nach Boltzmann ist dabei durch folgende Gleichung gegeben.

$$\frac{p_2}{p_1} = e^{-(E_2 - E_1)/k_B T} \quad (4)$$

### Konstanten:

$$h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; \quad \gamma_e = 2.675222 \cdot 10^8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}; \quad \gamma_{1\text{H}} = 1.760860 \cdot 10^{11} \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{T}^{-1}; \\ \lambda = 299\,792\,458 \text{ m/s}; \quad k_B = 1.3806 \cdot 10^{-23}$$