

Abgabe am 02.02.2018 in der jeweiligen Übungsgruppe

Besprechung am 09.02.2018, 11-12/12-13 h

Übungsblatt 12

Aufgabe 1 (Larmor-Frequenz für ein Elektron und Proton)

- Berechnen Sie die Larmor-Frequenz für ein Elektron und ein Proton im Magnetfeld von 0,35 T mit $\gamma_e = -1,760 \cdot 10^{11} \text{ T}^{-1}\text{s}^{-1}$ bzw. $\gamma_p = 2,675 \cdot 10^8 \text{ T}^{-1}\text{s}^{-1}$. Berechnen Sie außerdem das Verhältnis dieser zueinander.
- Berechnen Sie die dazugehörigen Polarisationen P bei einer Temperatur von 5 K und 100 K.

Aufgabe 2 (Bloch-Gleichung)

Die Bloch-Gleichungen beschreiben die zeitliche Entwicklung eines Spinsystems im Magnetfeld durch Präzession und Relaxation. Leiten Sie die Bloch-Gleichungen für ein statisches Magnetfeld (ohne

Relaxation des Spinsystems) $\frac{d}{dt} \bar{M} = \gamma \bar{M} * \bar{B}$ ausgehend von der gyromagnetischen Gleichung für den

Drehimpuls $\bar{L} = \frac{1}{\gamma} * \bar{\mu}$ und das Drehmoment $\bar{T} = \bar{\mu} * \bar{B}$ her.

Aufgabe 3 (Spinwellenfunktion)

Die *Spinwellenfunktion* eines Teilchens mit $l = 1/2$ werde in der m_l -Basis zum Zeitpunkt $t = 0$ beschrieben durch die Wellenfunktion:

$$\Psi(0) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1-i \\ 1+i \end{pmatrix}.$$

- Bestimmen Sie die Erwartungswerte der Spinoperatoren \hat{I}_x und \hat{I}_y für diese Wellenfunktion zum Zeitpunkt $t_0 = 0$.
- Berechnen Sie die Wellenfunktion zum Zeitpunkt $t_1 = \pi/(2\omega_L)$.

Hinweis: Die Eigenenergien der beiden Eigenfunktionen Ψ_+ und Ψ_- seien in einem äußeren Magnetfeld gegeben durch: $E_+ = -\hbar\omega_L / 2$ und $E_- = +\hbar\omega_L / 2$ mit der Larmorfrequenz ω_L .

$$\text{Falls } \hat{H}\Psi_i = E_i\Psi_i \text{ und } \hat{H} \neq \hat{H}(t) \text{ gilt: } \psi(t) = \sum_i c_i(0) \cdot \Psi_i \cdot e^{\frac{-iE_i t}{\hbar}}$$

Abgabe am 02.02.2018 in der jeweiligen Übungsgruppe

Besprechung am 09.02.2018, 11-12/12-13 h

c) Bestimmen sie zum Zeitpunkt t_1 für die Wellenfunktion

$$\Psi(t_1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

die Erwartungswerte der Spinoperatoren \hat{I}_x und \hat{I}_y .