1. Aufgabe

1. Berechnen Sie die Resonanzfrequenz der NMR-Übergänge freier Protonen in einem Magnetfeld von 3 T.
2. Berechnen Sie die Wellenlänge von Photonen, die diese Übergänge bewirken. In welchem Bereich des elektromagnetischen Spektrums liegt diese Wellenlänge?

2. Aufgabe

Leiten Sie, ausgehend von der Gleichung für die Änderungsrate des Drehimpulses $\frac{d\vec{I}}{dt} = \vec{\mu} \times \vec{B}$, die Bewegungsgleichung für die Magnetisierung $\vec{M}$ ab:

1. in einem statischen Magnetfeld entlang z.
2. zusätzlich in einem RF-Feld, welches in der x-y-Ebene mit der Winkelfrequenz ω rotiert. Vernachlässigen Sie Relaxationsprozesse.
3. Modifizieren Sie die Gleichungen so, dass die longitudinalen und transversalen Relaxationszeiten berücksichtigt werden. Was versteht man unter diesen Zeiten?

3. Aufgabe

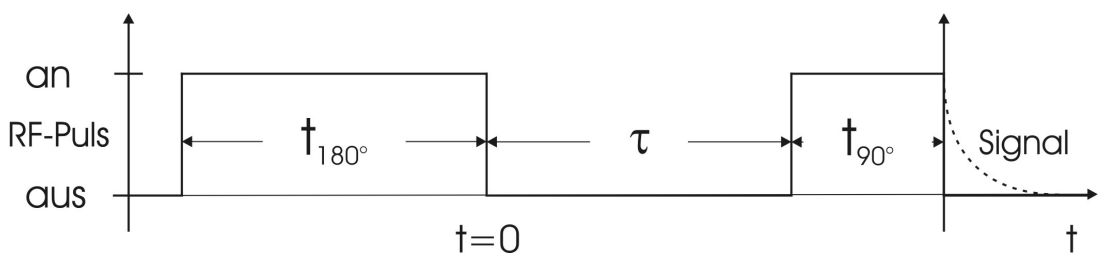
In einem Laborsystem wird folgendes magnetisches Feld angewendet:

$$\vec{B} = B_0 \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + B_1 \begin{pmatrix} \cos(\omega_{\mathrm{RF}} t + \varphi) \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \tag{1}$$

1. Wie lautet das entsprechende effektive magnetische Feld $\vec{B}_{\mathrm{eff}}$ in einem mit der Larmorfrequenz ω_{L} rotierendem Koordinatensystem? Bezeichen Sie die Bedeutung der einzelnen Terme.
2. Was geschieht, wenn ω_{RF} resonant gewählt? Welche Rolle spielt die Phase φ des RF-Feldes?
3. Wie lange dauert es, um die Magnetisierung um 90° bzw. 180° zu drehen, wenn das RF-Feld eine Amplitude $B_1 = 10^{-4}$ T hat?

4. Aufgabe

In einem einfachen Messverfahren zur Bestimmung von T_1 wird folgende Pulssequenz verwendet:



1. Wie müssen die Pulslängen $t_{180°}$ und $t_{90°}$ gewählt werden, wenn das System sich vor dem ersten Puls im Gleichgewicht befindet?
2. Leiten Sie die Zeitabhängigkeit der Magnetisierung $M_{\mathrm{z}}(t)$ nach dem 180° Puls ab.
3. Wie müssen Sie τ wählen, damit die z-Magnetisierung $M_{\mathrm{z}}(\tau) = 0$ ist?
4. Wie können Sie diese Pulsfolge zur Bestimmung von T_1 nutzen?