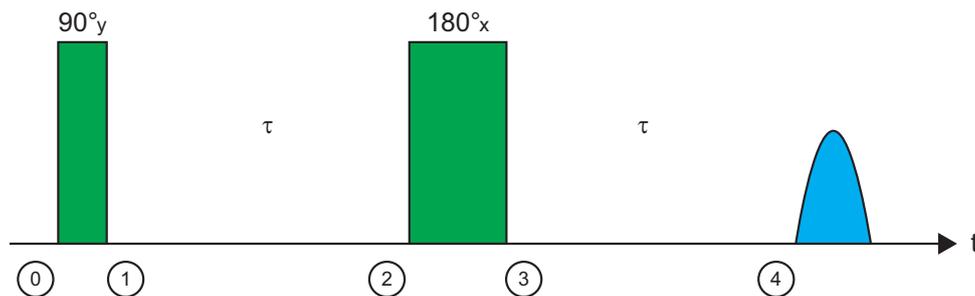


Übungsblatt 8

zur EPR Vorlesung WS18/19

Besprechung: 11.12.18

1. Aufgabe



Berechnen Sie mithilfe der Gleichung:

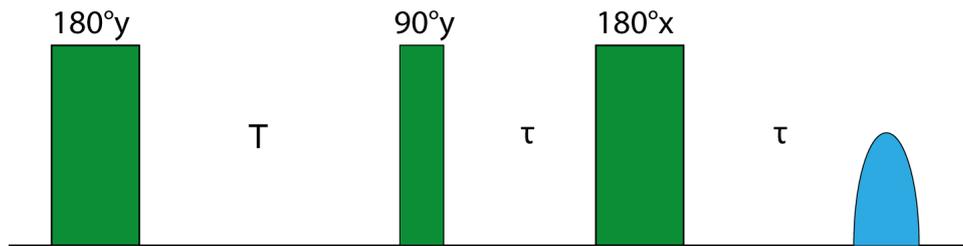
$$\vec{M}(t_{(n+1)}) = \mathbf{R}\vec{M}(t_n) \quad \text{mit } n = 0, \dots, 3$$

die Magnetisierung zu den Zeitpunkten t_1 bis t_4 für ein allgemeines $\Delta\Omega_0$ (d. h. symbolisch) der oben gezeigten Echo Sequenz. Die Magnetisierung zum Zeitpunkt t_0 ist gegeben durch die Gleichgewichtsmagnetisierung $\vec{M}^T(t_0) = (0, 0, M_0)$. Gehen Sie dabei von idealen (d. h. unendlich kurzen) Pulsen aus und vernachlässigen Sie Relaxation.

Diskutieren Sie, wieso es bei der dargestellten Puls-Sequenz zur Bildung eines Puls-Echos kommt und was der Unterschied zu der in der Vorlesung behandelten Hahn-Echo-Sequenz ist.

$$\mathbf{R}_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}_y = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}_z = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

2. Aufgabe



Sie sollen eine Mischung aus den beiden Radikalen BDPA und TEMPO im X-Band untersuchen. Dabei überlagern die beiden Spektren und Sie können die Beiträge von den beiden Radikalen zum Echo-Experiment nicht eindeutig unterscheiden. Glücklicherweise fällt Ihnen bei der Literaturrecherche das REFINE (Relaxation Filtered Hyperfine Spectroscopy) Experiment auf. Bei diesem Experiment wird eine Inversion Recovery Pulssequenz verwendet. Dabei wird die Recovery-Zeit (T) nach dem Inversionspuls so gewählt, dass jeweils die longitudinale Magnetisierung einer der beiden Spin-Komponenten sich im Nulldurchgang befindet, d. h., das anteilige Signal dieses Radikals im darauf folgenden Hahn-Echo gerade verschwindet.

Aus Experimenten mit jeweils den einzelnen Komponenten haben Sie vorher die folgenden Relaxationszeitkonstanten gemessen:

Radikal	T_1 (μs)	T_2 (ns)
BDPA	42	1300
TEMPO	2.3	400

- Skizzieren Sie den Verlauf der longitudinalen Magnetisierung für beide Radikale als Funktion von T . Bestimmen Sie die jeweilige Recovery-Zeit $T = T_F$, bei der die longitudinale Magnetisierung von BDPA bzw. TEMPO verschwindet und somit das entsprechende Signal ausgefiltert wird.
- Wie groß ist das Echo-Signal der jeweils anderen, zu messenden Komponente bei diesen Filter-Zeiten im Vergleich zu dem der thermischen Gleichgewichts-Magnetisierung? Vernachlässigen Sie dabei zunächst die transversale Relaxation.
- Um welchen zusätzlichen Faktor nimmt die Echo-Intensität in beiden Fällen ab, wenn Sie die transversale Relaxation bei einem Pulsabstand $\tau = 180$ ns innerhalb der Hahn-Echo-Sequenz berücksichtigen? Überlegen Sie sich dafür, über welchen Zeitraum sich die transversale Magnetisierung insgesamt entwickelt, bis es zur Echoformation kommt.