

F62 Kernresonanzspektroskopie

Fortgeschrittenen-Praktikum

Nils Schmitt Timo Kleinbek

Physikalisches Institut

14.12.2018



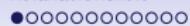
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

Relaxationszeit
oooooooooooo

Inhaltsübersicht

Relaxationszeit

Relaxationszeit



Inhaltsübersicht

Relaxationszeit

Physikalischer Hintergrund

- Teilchen mit Spin $S \neq 0$ befindet sich in externem Feld \vec{B}_0
- Energieaufspaltung durch parallele bzw. antiparallele Ausrichtung

$$\Delta E = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}_0$$

- Ungleichmäßige Besetzung der anti-/parallelen Zustände
 \Rightarrow Magnetisierung

$$\vec{M} = \frac{1}{V} (N_+ - N_-) |\vec{\mu}| \vec{e}_z$$

Physikalischer Hintergrund

- Drehmoment $\vec{\tau} = \vec{M} \times \vec{B}_0$
- Differentialgleichung $\frac{d\vec{M}_{\perp}}{dt} = -\gamma \vec{M}_{\perp} \times \vec{B}_0$

Rotation mit Larmorfrequenz

$$\omega_L = \gamma B_0$$

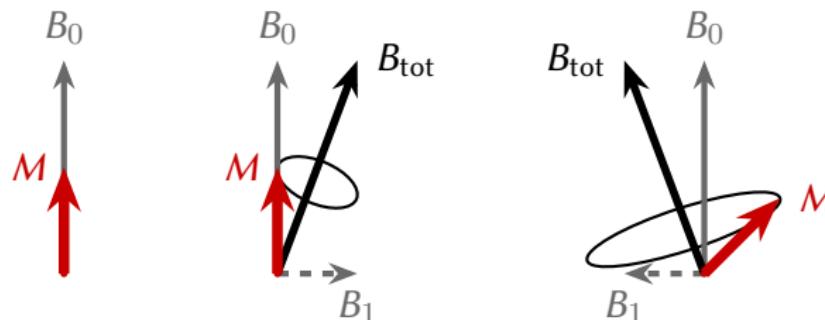


Abbildung: Auslenkung der Magnetisierung

Relaxationszeit
○○○●○○○○○○○

Physikalischer Hintergrund

- 90° und 180° Pulse drehen Magnetisierung
- Messung der Magnetisierung durch Induktion

Physikalischer Hintergrund

- Zeitliche Änderung der Magnetisierung

$$\frac{\partial \vec{M}}{\partial t} = \frac{\partial \vec{M}_{\text{rot}}}{\partial t} + \gamma \vec{B}_0 \times \vec{M}$$

- Lösungen

$$M_{\parallel}(t) = M_0 \left(1 - 2 \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} \right)$$

$$M_{\perp}(t) = M_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_2}}$$

T_2 : Spin-Spin Relaxationszeit

T_1 : Spin-Gitter Relaxationszeit

Versuchsaufbau

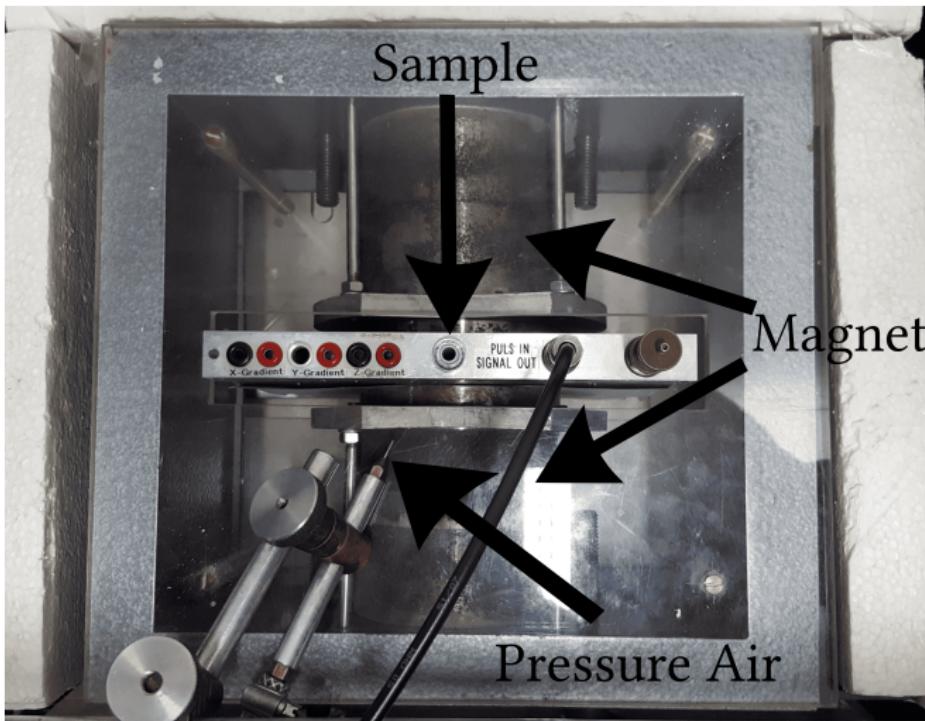


Abbildung: Magnet

Relaxationszeit
oooooooo●oooooooo

Messung

Messung der Spin-Spin Relaxationszeit T_2
mit der Spin-Echo-Methode

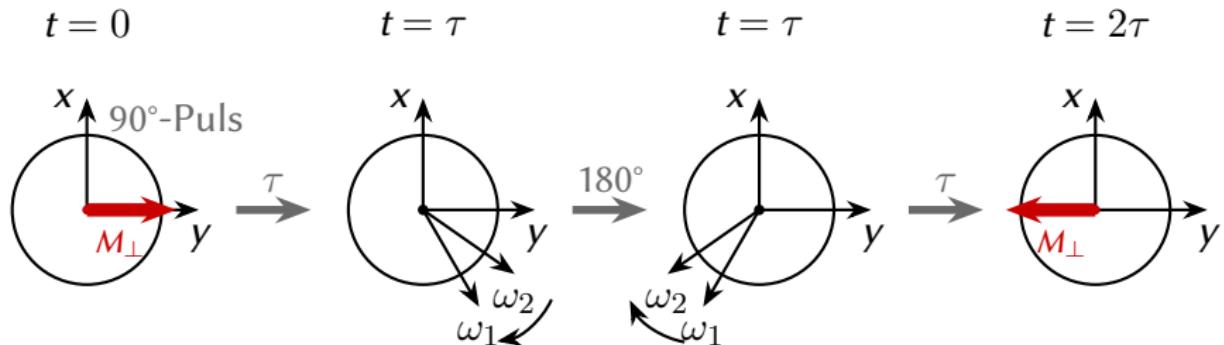


Abbildung: Spin-Echo-Methode

Relaxationszeit
oooooooo●oooo

Messung

Messung der Spin-Spin Relaxationszeit T_2 :

- Carr-Purcell Methode:
- Generieren von M_{\perp}
- ungerade Vielfache von τ : 180° Puls
- gerade Vielfache von τ : kohärentes Signal

Relaxationszeit
oooooooo●ooo

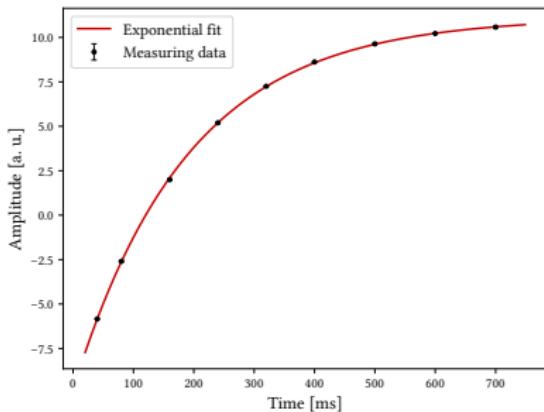
Messung

Bilder von Carr Purcell

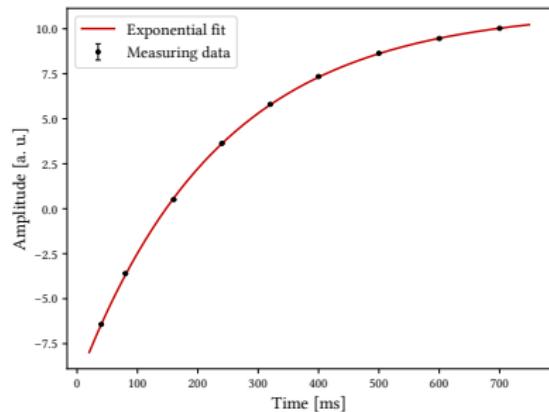
Messung

Messung der Spin-Gitter Relaxationszeit T_1 :

$$M_{||}(t) = M_0 \left(1 - 2 \cdot e^{-\frac{t}{T_1}} \right)$$



(a) Gd 500

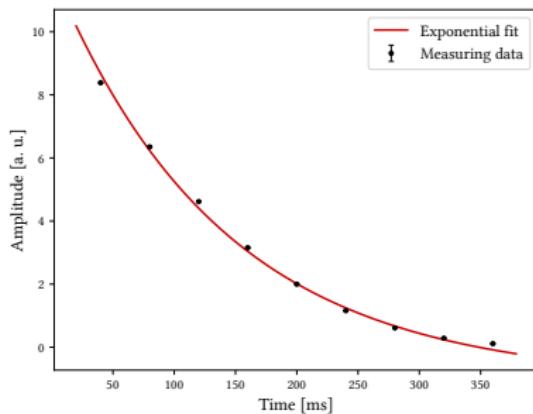


(b) Gd 600

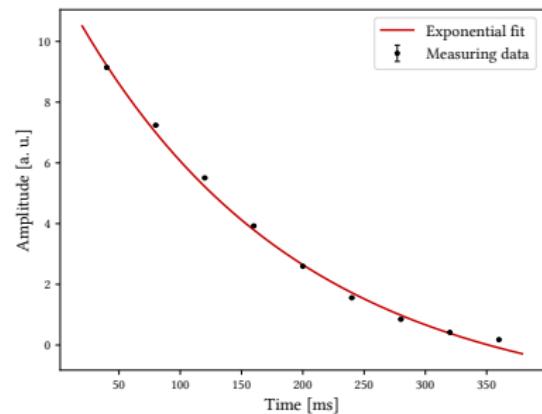
Abbildung: Relaxationszeit T_1

Messung

$$M_{\perp}(t) = M_0 \cdot e^{-\frac{t}{T_2}}$$



(a) Gd 500



(b) Gd 600

Abbildung: Relaxationszeit T_2

Ergebnisse

Sample	T_1 [ms]	T_2 , Spin-Echo [ms]	T_2 , Carr-Purcell [ms]
Gd500	190.0 ± 0.6	154.2 ± 0.9	170.1 ± 0.4
Gd600	234.3 ± 0.5	186.5 ± 0.9	198.2 ± 0.7

Tabelle: Gemessene Relaxationszeiten

Ergebnis

- $T_{\text{Gd}500} < T_{\text{Gd}600}$
- $T_2 < T_1$
- $T_{\text{Spin-Echo}} < T_{\text{Carr-Purcell}}$

Relaxationszeit
oooooooooooo

Literatur I