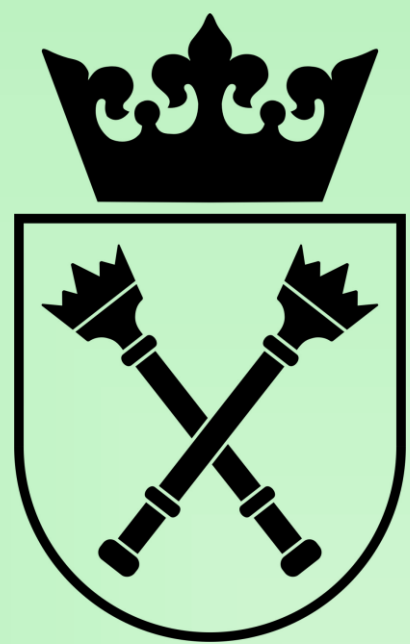




MAGNETYCZNY REZONANS JĄDROWY POMIAR CZASÓW RELAKSACJI PODŁUŻNEJ I POPRZECZNEJ W ROZTWORACH CuSO_4



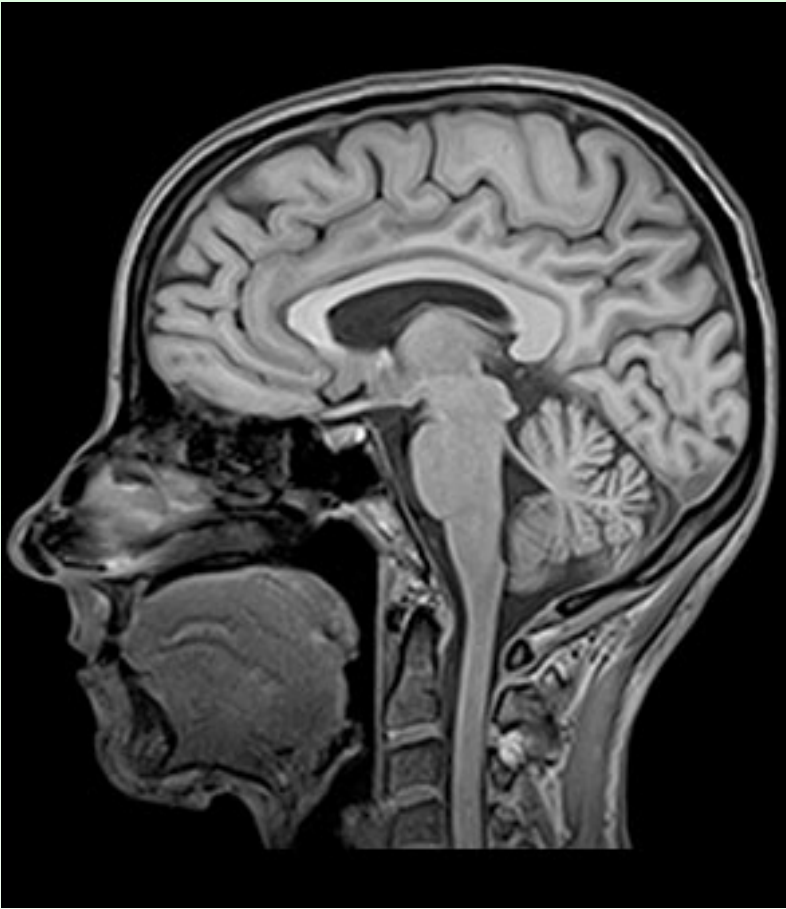
WERONIKA KAJZAR
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
opiekun naukowy: dr hab. Leszek Józefowski

ABSTRAKT

W trakcie doświadczenia wykonano pomiary czasów relaksacji podłużnej T_1 oraz poprzecznej T_2 dla roztworów CuSO_4 o kilku różnych stężeniach (p). Ponadto sprawdzona została liniowość relacji $T_1(1/p)$ oraz $T_2(1/p)$. Z otrzymanych danych wynika, że obie z wymienionych relacji charakteryzują się liniowym przebiegiem o nachyleniach wynoszących odpowiednio: 14.44(29) oraz 12.72(26).

MAGNETYCZNY REZONANS JĄDROWY (NMR)

Magnetyczny rezonans jądrowy jest zjawiskiem fizycznym, pozwalającym badać własności układu poddanego działaniu fal radiowych umieszczonego w stałym polu magnetycznym. W NMR wykorzystywane są własności jąder atomowych, w szczególności ich zachowanie w polu magnetycznym. Moment magnetyczny jądra umieszczonego w stałym polu magnetycznym B wykonuje ruch precesyjny z częstością Larmora $\Omega = \gamma B$. Jeśli do układu dodamy pole magnetyczne stałe w układzie odniesienia związanym z precesującym momentem magnetycznym, zaobserwujemy kolejną precesję - tym razem z częstością $\Omega_1 = \gamma B_1$. Jeśli $\Omega = \Omega_1$, to ruch opisujemy jako złożenie dwóch precesji i wówczas występuje zjawisko rezonansu magnetycznego.



Rys.1.: Zdjęcie przedstawiające rezonans magnetyczny głowy.
Źródło: <http://www.rexmedica.pl>

RÓWNANIE BLOCHA

Zmiana wektora magnetyzacji opisywana jest fenomenologicznym równaniem, nazywanym równaniem Blocha (zakładamy, że pole B jest skierowane wzdłuż osi OZ):

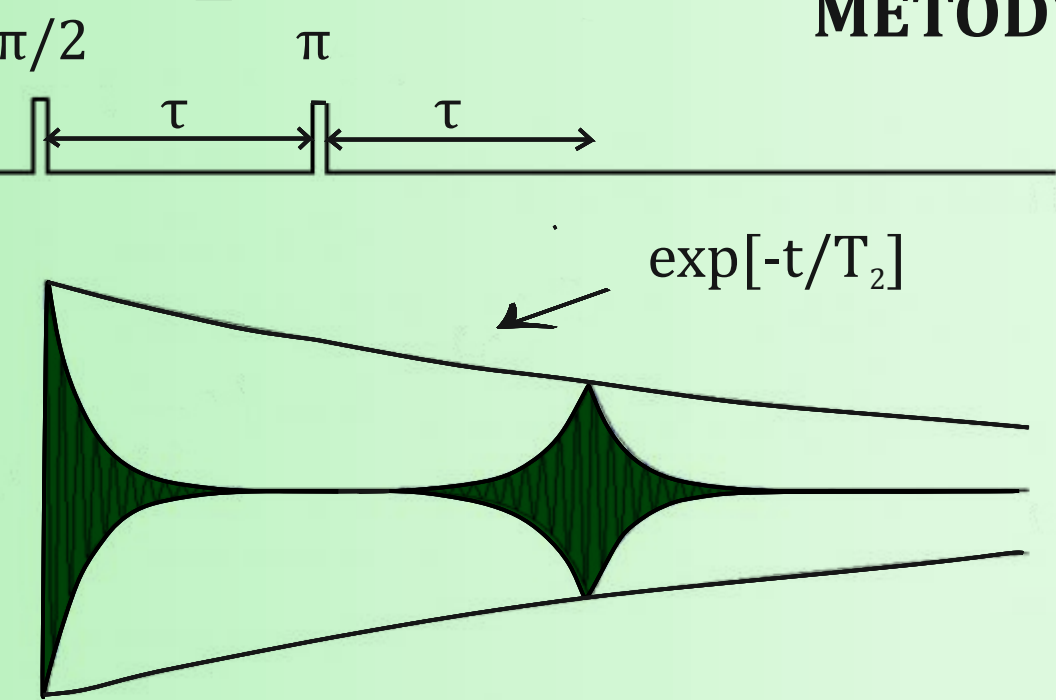
$$\frac{d}{dt} \vec{M} = \gamma \vec{M} \times \vec{B} + \vec{z} \frac{M_{z,\max} - M_z}{T_1} - \vec{x} \frac{M_x}{T_2} - \vec{y} \frac{M_y}{T_2}$$

Rozwiązując równanie Blocha, otrzymujemy zależności opisujące zanik magnetyzacji podłużnej i poprzecznej:

$$M_z(t) = M_0(1 - 2\exp[-t/T_1]), \quad M_z(t) = M_0 \exp[-t/T_2].$$

W powyższych wzorach T_1 i T_2 oznaczają czasy potrzebne, aby odpowiednie magnetyzacje (kolejno – podłużna i poprzeczna) wróciły do wartości początkowej.

METODY POMIAROWE



Rys.2.: Schemat przedstawiający metodę echa spinowego.

Drugi impuls obraca układ o 180° , przez co spiny precesujące szybciej staną się wolniejsze i na odwrót. Po $t=2\tau$ zaobserwujemy sygnał echa spinowego, którego analiza pozwala na odczytanie odpowiednich czasów relaksacji.

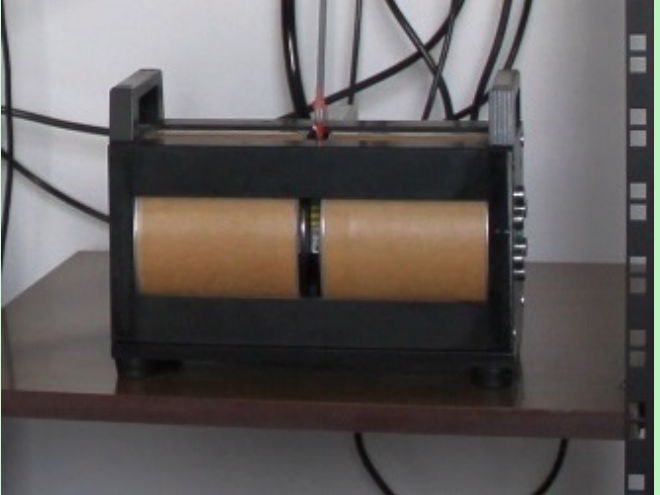
Metoda Carra-Purcella wykorzystuje układ trzech impulsów π - τ_1 - $\pi/2$ - τ - π . Impuls π obraca wektor magnetyzacji μ o 180° , po jego ustaniu μ zaczyna powracać do pierwotnego położenia. Po czasie τ_1 następuje sekwencja impulsów metody echa spinowego, która umożliwia pomiar amplitudy składowej magnetyzacji w danym momencie.

PODZIĘKOWANIE

Chciałabym podziękować Panu dr. hab. Leszkowi Józefowskiemu za przeprowadzenie ćwiczenia w trakcie II Pracowni Fizycznej oraz nieocenioną pomoc w trakcie wykonywania plakatu.

UKŁAD DOŚWIADCZALNY

W trakcie doświadczenia wykorzystano dostępny na II Pracowni Fizycznej impulsowy spektrometr z jądrową stabilizacją pola magnetycznego.



Rys.3.: Zdjęcie aparatury doświadczałnej.
Źródło: II Pracownia Fizyczna.

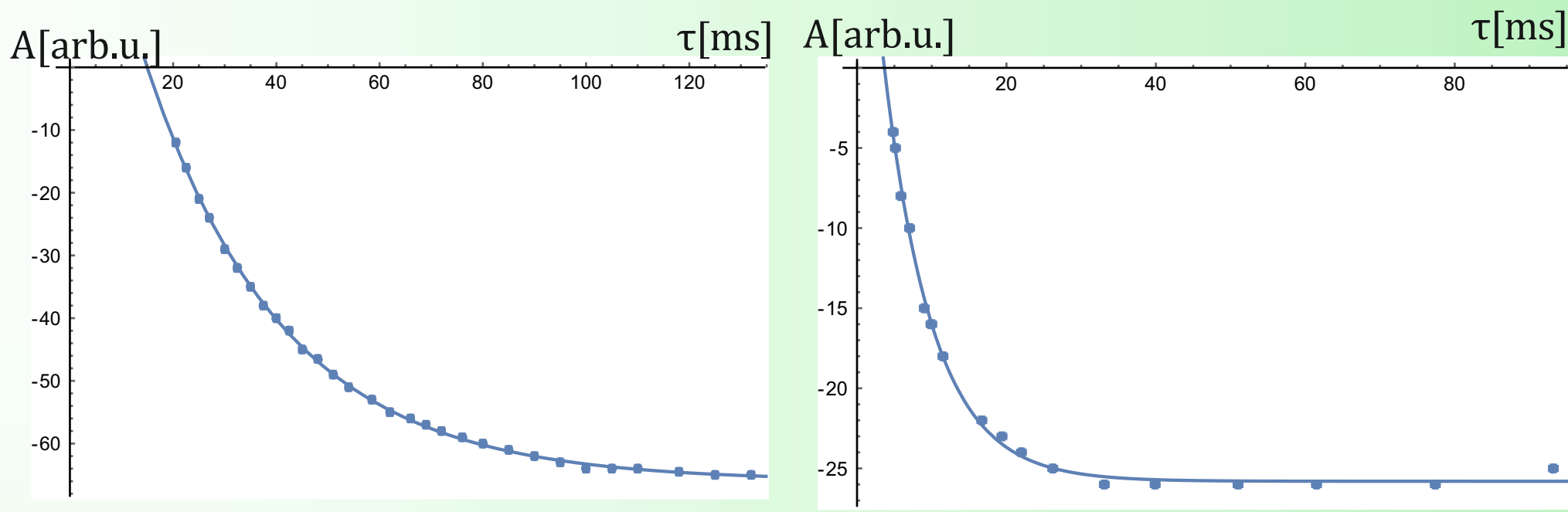
OPRACOWANIE POMIARÓW, WYNIKI

Czas relaksacji podłużnej wyznaczono, wykorzystując metodę Carra-Purcella. Zebrano pomiary amplitudy impulsu w funkcji τ , a następnie dopasowano je do zależności:

$$A(\tau) = A_0(1 - 2\exp[-\tau/T_1]).$$

Stężenie	2 %	1 %	0.756 %	0.5 %	0.25 %
T_1 [ms]	6.54(21)	13.36(55)	17.31(37)	26.60(27)	56.9(1.1)

Tab.1.: Otrzymane czasy relaksacji podłużnej.



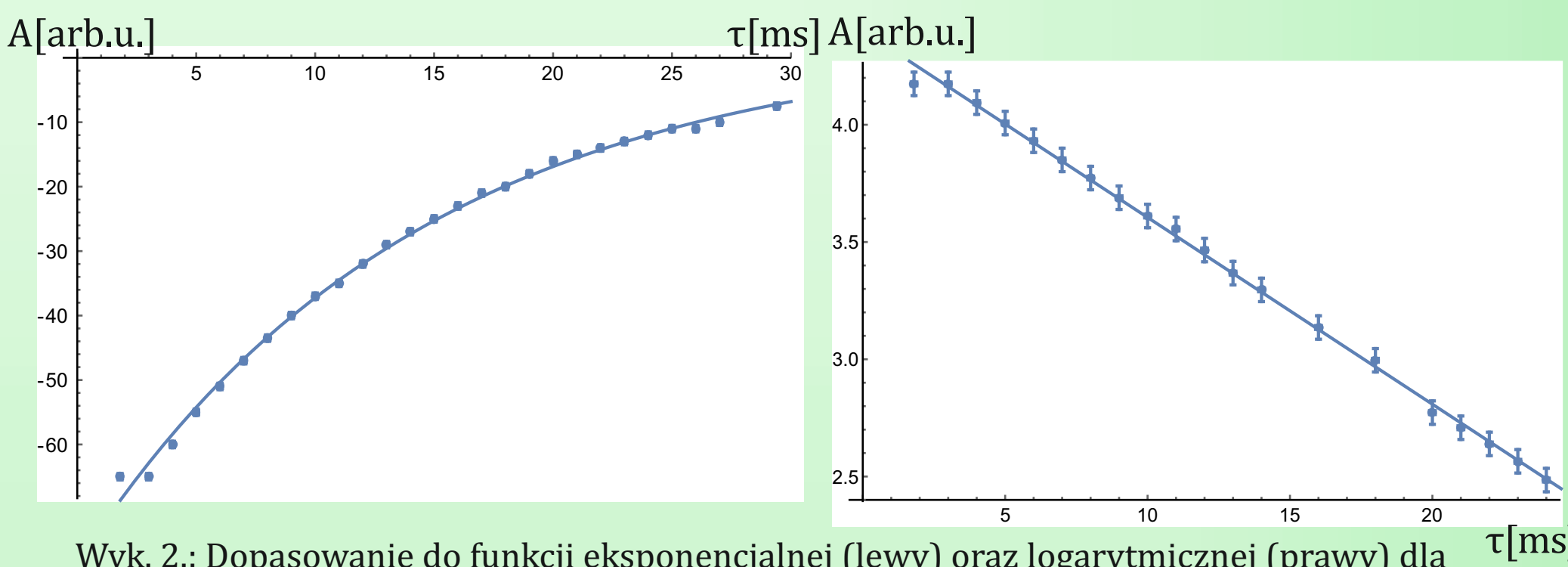
Wyk. 1.: Dopasowanie do funkcji eksponencjalnej dla roztworów 0.5% (lewy) i 2% (prawy).

Czas relaksacji poprzecznej zmierzono, wykorzystując metodę echa spinowego. Zbadano zależność amplitudy sygnału od τ , otrzymane dane dopasowano do dwóch równoważnych zależności:

$$A(\tau) = A_0 \exp[-2\tau/T_2], \quad \log[A(\tau)] = A_0 - 2\tau/T_2.$$

Stężenie	2 %	1 %	0.756 %	0.5 %	0.25 %
T_2 [ms]	5.39(18)	12.38(63)	15.89(53)	25.85(14)	49.97(18)
T_2 [ms]	5.57(71)	12.53(44)	15.62(21)	25.11(10)	47.88(84)

Tab.2.: Otrzymane czasy relaksacji poprzecznej.



Wyk. 2.: Dopasowanie do funkcji eksponencjalnej (lewy) oraz logarytmicznej (prawy) dla roztworu 0.5%.

BIBLIOGRAFIA

- [1] J. Stankowski, W. Hilczer, *Pierwszy krok ku radiospektroskopii rezonansów magnetycznych*, OWN, Poznań 1994.
- [2] Instrukcja do ćwiczenia Z8, II Pracownia Fizyczna.