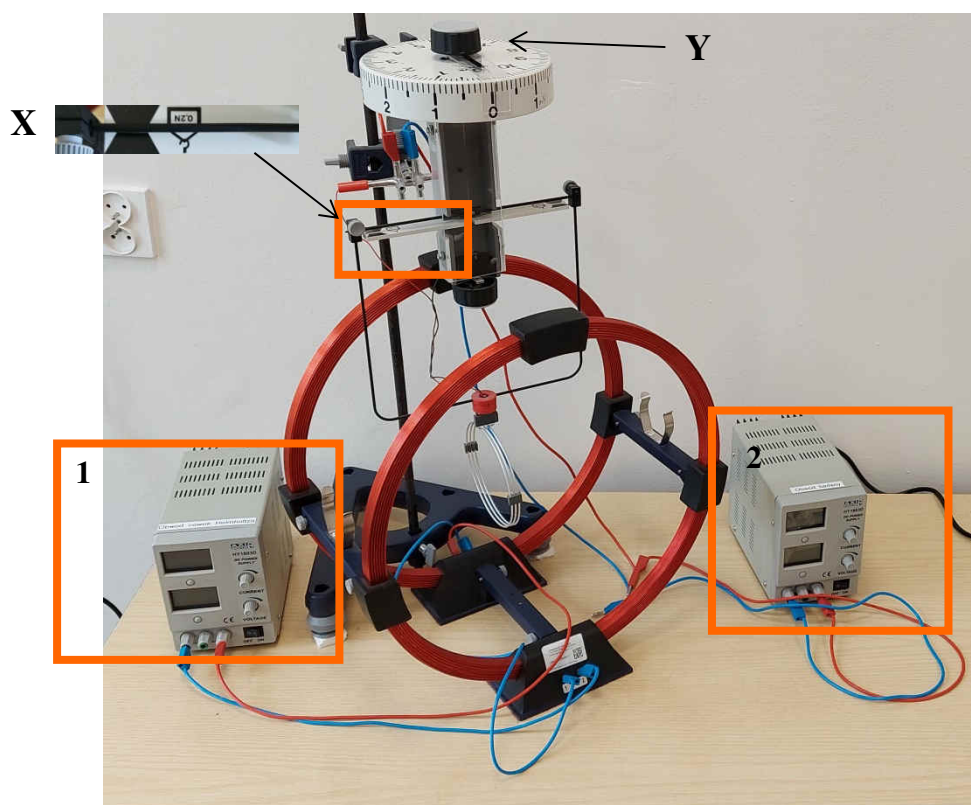


MOMENT MAGNETYCZNY W POLU MAGNETYCZNYM

Aparatura

Zasilacze regulowane, cewki Helmholtza, multimetry cyfrowe, dynamometr torsyjny oraz pętle próbne z przewodnika.



Rys. 1 Układ pomiarowy (1- Zasilacz oraz multimetr cyfrowy odpowiedzialny za obwód cewek Helmholtza, 2 - Zasilacz oraz multimetr cyfrowy odpowiedzialny za obwód badany).



Rys. 2 Widok z góry na ramkę ustawioną względem dynamometru w pozycji wyzerowanej (X na rysunku 1) . 1 – znacznik na belce dynamometru, 2 – ramię dynamometru.

Przebieg ćwiczenia

A. Wyznaczanie zależności momentu siły skręcającej obwód (pętla w kształcie okręgu) z prądem od wartości indukcji \vec{B} zewnętrznego pola magnetycznego.

- W celu wyzerowania układu należy:
 - Przeprowadzić procedurę „zerowania” układu bez przyłożonego napięcia do cewek Helmholtza oraz pętli próbnych.
 - Przy pomocy pokrętła znajdującego się nad skalą dynamometru ustawić „zero”.
 - Przy pomocy pokrętła znajdującego się na dole dynamometru ustawić wychylenie ramki (przymocowanej do urządzenia pomiarowego) tak jak na rysunku (nr 2).
- Obwód badany jest ustawiony między cewkami Helmholtza w taki sposób, że kąt α zawarty między wektorem indukcji \vec{B} pola magnetycznego generowanego przez cewki Helmholtza oraz wektorem \vec{s} prostopadłym do płaszczyzny badanego obwodu jest równy 90^0 . Włączyć zasilacz dla badanego obwodu i ustawić **delikatnie** natężenia prądu około $I_{OB}= 3A$.
- Włączyć zasilanie cewek Helmholtza. Zmieniać natężenie płynącego prądu w cewkach Helmholtza przez **delikatny** obrót potencjometru oznaczonego symbolem „Current”, począwszy od 0, co około 0,4 A **nie przekraczając** wartości 3 A (8 wartości natężenia prądu). Dla każdej ustawionej wartości natężenia prądu w cewkach Helmholtza odczytać z wagi skręceń wartość siły skręcającej działającej na obwód i obliczyć wartość momentu siły dla długości ramienia l . Wyniki pomiarów zapisać w tabeli nr 1
- W celu odczytania wyniku pomiaru należy:
 - Za pomocą pokrętła Y (rys. 1) ustawić ramkę pomiarową pomiędzy dwoma czarnymi znacznikami na belce (rys. 2).
 - Skala na dynamometrze torsyjnym wyrażona jest w mN (10^{-3} N), nie jest to pomiar momentu siły skręcającej. Obliczyć moment siły ze wzoru $M = l \times F$ (wszystkie potrzebne stałe fizyczne znajdują się na końcu instrukcji).
- Dla każdej wartości natężenia prądu obliczyć na podstawie wzoru:

$$B_z = 0,7155\mu_0 \frac{n_H I_H}{R_H}$$

B_z – wartość indukcji pola magnetycznego między cewkami Helmholtza, $B_z=B_H$;
 μ_0 – przenikalność magnetyczna próżni;
 n_H – liczba zwojów w układzie Helmholtza;
 I_H - natężenie prądu w cewkach Helmholtza;
 R_H - promień tych cewek.

wartość indukcji pola magnetycznego między cewkami Helmholtza.

- Wykorzystując poniższy wzór, sporządzić wykres funkcji:

$$M(B_z) = \mu \cdot B_z$$

$M(B_z)$ – moment siły skręcającej zależny od indukcji pola magnetycznego między cewkami Helmholtza;
 μ - moment magnetyczny;

Na podstawie sporządzonego wykresu wyznaczyć wartość momentu magnetycznego badanego obwodu.

7. Znając wartość parametrów geometrii badanego obwodu (średnica oraz liczba zwojów) oraz natężenie przepływającego prądu, obliczyć na podstawie wzoru:

$$\mu_T = n \cdot I_{OB} \cdot \pi R^2 = n \cdot \frac{\pi}{4} I_{OB} d^2$$

μ_T – teoretyczna wartość momentu magnetycznego;

n – liczba zwojów pętli w obwodzie badanym;

R – promień pętli obwodu badanego;

d – średnica pętli w obwodzie badanym;

I_{OB} – natężenie prądu w badanym obwodzie.

teoretyczną wartość momentu magnetycznego badanego obwodu i porównać tę wartość z wartością momentu magnetycznego otrzymaną w pkt. 5.

8. Wyznaczoną z wykresu wartość momentu magnetycznego badanego obwodu oraz obliczoną wartość teoretyczną tej wielkości umieścić wraz z jednostkami w odpowiedniej tabeli 1.

B. Wyznaczenie średnicy badanego obwodu z prądem umieszczonego w jednorodnym polu magnetycznym.

1. W celu wyzerowania układu należy:

- Przeprowadzać procedurę „zerowania” układu bez przyłożonego napięcia do cewek Helmholtza oraz pętli próbnych.
- Przy pomocy pokrętła znajdującego się na nad skalą dynamometru ustawić „zero”.
- Przy pomocy pokrętła znajdującego się na dole dynamometru ustawić wychylenie ramki (przymocowanej do urządzenia pomiarowego) tak jak na rys. 2.

2. Włączyć zasilanie cewek Helmholtza i ustawić wartość natężenia płynącego prądu na $I_H \approx 3A$. Obliczyć i zapisać wartość indukcji B_H jednorodnego pola magnetycznego generowanego pomiędzy cewkami Helmholtza.

3. W celu odczytania wyniku pomiaru należy:

- Za pomocą pokrętła Y (rys. 1) ustawić ramkę pomiarową pomiędzy dwoma czarnymi znacznikami na belce (rys. 2).
- Skala na dynamometrze torsyjnym wyrażona jest w mN (10^{-3} N), nie jest to pomiar momentu siły skręcającej. Obliczyć moment siły ze wzoru $M = l \times F$ (wszystkie potrzebne stałe fizyczne znajdują się na końcu instrukcji).

4. Włączyć zasilacz obwodu badanego. Przy pomocy potencjometru **delikatnie** zwiększać natężenie prądu płynącego w tym obwodzie od 0 do około 3 A, co około 0,4 A (8 wartości). Dla każdej wartości natężenia prądu zmierzyć moment siły skręcającej działającej na badany obwód z prądem i obliczyć wartość momentu siły dla długości ramienia l . Wartości natężenia prądu i momentu siły skręcającej wpisać do tabeli nr 2.

5. Na podstawie danych zawartych w tabeli nr 2 sporządzić wykres funkcji:

$$M(I_{OB}) = \frac{n\pi B_H d^2}{4} I_{OB}$$

$M(I_{OB})$ – moment siły skręcającej zależny od natężenia prądu płynącego w obwodzie badanym.

6. Na podstawie sporządzonego wykresu obliczyć wartość średnicy badanego obwodu i wpisać ją w odpowiednie miejsce poniżej tabeli 2.

Wartości stałych

$$R_H = 0,15 \text{ [m]}$$

$$d = 0,12 \text{ [m]}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \left[\frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \right]$$

$$l = 0,11 \text{ [m]} \text{ – długość ramienia dynamometru torsyjnego}$$

$$n_H = 124 \text{ zwoje}$$

$$n = 3 \text{ zwoje}$$

Wymagane wiadomości teoretyczne

1. Źródła pola magnetycznego. Natężenie (H) i indukcja pola magnetycznego (B) - jednostki. Przenikalność magnetyczna. Jednorodny pole magnetyczne.
2. Siła działająca na ładunek elektryczny poruszający się w jednorodnym polu magnetycznym.
3. Siła działająca na przewodnik z prądem umieszczony w jednorodnym polu magnetycznym. Para sił działających na prostokątną ramkę z prądem umieszczoną w jednorodnym polu magnetycznym.
4. Moment siły. Moment magnetyczny (jednostki). Moment magnetyczny obwodu w kształcie okręgu, w którym płynie prąd o natężeniu I.
5. Obliczenie momentu siły działającej na obwód z prądem w kształcie okręgu umieszczony w jednorodnym polu magnetycznym.
6. Budowa układu do badania sił działających na obwód z prądem umieszczony w jednorodnym polu magnetycznym pomiędzy cewkami Helmholtza.
7. Spin i moment magnetyczny jąder atomowych – przykłady paramagnetycznych jąder atomowych.
8. Zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego i jego zastosowanie w diagnostyce obrazowej (tomografia jądrowego rezonansu magnetycznego) i w badaniach spektroskopowych w chemii, biologii i medycynie.

Literatura

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker: „Podstawy fizyki”, t. 3, PWN, Warszawa 2015.
2. Cz. Bobrowski: „Fizyka – krótki kurs”, WNT 2012.
3. S. Mięgisz, A. Hendrich, „Wybrane zagadnienia z biofizyki”, Volumed, Wrocław 1998.
4. A.Z. Hrynkiewicz, E. Rokita, „Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska”, PWN, Warszawa 2013.
5. A.Z. Hrynkiewicz, E. Rokita, „Fizyczne metody diagnostyki medycznej i terapii”, PWN, Warszawa 2000.

Uniwersytet Medyczny we Wrocławiu Katedra i Zakład Biofizyki i Neurobiologii	Ćwiczenie 26 Moment magnetyczny w polu magnetycznym	
 Imiona i nazwiska studentów	Wydział: nr grupy: Data:
Ocena:	Podpis prowadzącego ćwiczenia	

A. Wyznaczanie zależności momentu siły skręcającej obwód (pętla w kształcie okręgu) z prądem od wartości indukcji \vec{B}_H zewnętrznego pola magnetycznego.

Natężenie prądu w obwodzie badanym [A]

Tabela 1.

Natężenie prądu w cewkach Helmholtza [A]	Wartość siły zmierzonej dynamometrem torsyjnym [N]	Obliczona wartość momentu siły skręcającej [N x m]	Wartość indukcji pola magnetycznego między cewkami Helmholtza [T]
0			
0,4			
0,8			
1,2			
1,6			
2			
2,4			
3			$B_H =$

Wartość momentu magnetycznego wyznaczonego z wykresu	Obliczona teoretyczna wartość momentu magnetycznego

B. Wyznaczenie średnicy badanego obwodu z prądem umieszczonego w jednorodnym polu magnetycznym.

Natężenie prądu w obwodzie cewek Helmholtza [A]

Tabela 2.

Natężenie prądu w obwodzie badanym [A]	Wartość siły zmierzonej dynamometrem torsyjnym [N]	Obliczona wartość momentu siły skręcającej [N x m]	Wartość indukcji pola między cewkami Helmholtza B_H [T]
0			
0,4			
0,8			
1,2			
1,6			
2			
2,4			
3			

Wartość średnicy badanego obwodu wyznaczona z wykresu