

55 INDUKCJI MAGNETYCZNEJ

ZIEMI POMIAR SKŁADOWEJ POZIOMEJ

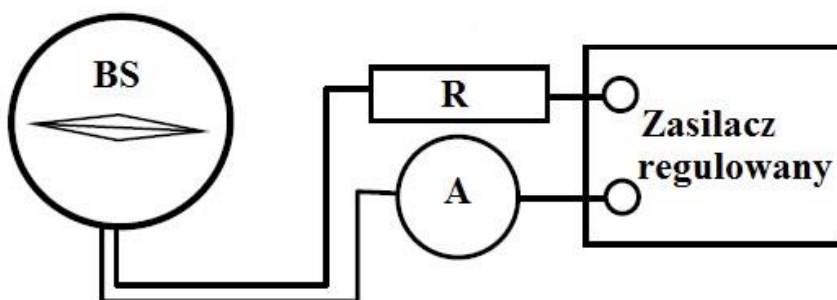
1. ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

- Źródła pola magnetycznego i wielkości opisujące to pole;
- wartość indukcji pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodnika, przez który płynie prąd;
- wartość indukcji pola magnetycznego w środku kołowego przewodnika z prądem;
- wartość indukcji pola magnetycznego we wnętrzu solenoidu;
- hipotezy na temat źródeł powstawania pola magnetycznego Ziemi; deklinacja i inklinacja magnetyczna;
- pomiar składowej poziomej indukcji magnetycznej: metoda busoli stycznych, metoda wahadła torsyjnego;
- rola ziemskiego pola magnetycznego w przyrodzie.

2. POMIARY

Zadanie 1. Metoda busoli stycznych

Busola stosowana w tym ćwiczeniu (Rysunek 1) posiada możliwość ustawienia osi obrotu igły magnetycznej pionowo jak w zwykłym kompasie. Igła obracająca się w płaszczyźnie poziomej, daje nam możliwość pomiaru wartości składowej poziomej indukcji magnetycznej Ziemi B_{PZ} .



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego: R – opór zabezpieczający, A – amperomierz, BS – tzw. busola stycznych, czyli igła magnetyczna umieszczona w środku przewodnika kołowego, zawierającego 6 zwojów drutu.

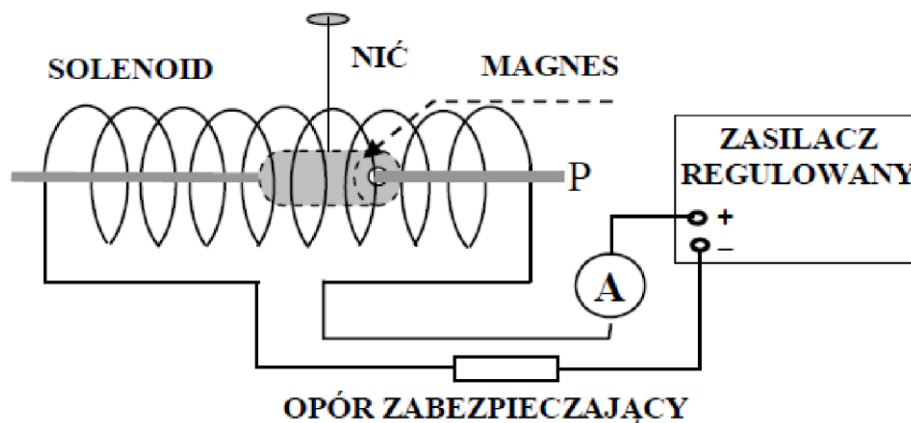
1. Połączyć obwód według schematu pokazanego na Rys. 1.

UWAGA! W tym doświadczeniu należy stosować długie przewody i jak najdalej odsunąć busolę od zasilacza, aby uniknąć jego pola magnetycznego. Z tych samych względów zaleca się odsunąć także inne przedmioty stalowe od igły magnetycznej.

2. Wypoziomować busolę przy pomocy poziomicy i ustawić płaszczyznę zwojnicy tak, by pokrywała się z kierunkiem pokazywanym przez igłę. Koniec igły powinien wskazywać zero na podziałce kątowej.
3. Poprosić prowadzącego zajęcia o sprawdzenie podłączenia układu.
4. Włączyć zasilacz i zaczynając od małych natężeń prądu wykonać pomiary zależności kąta wychylenia igły magnetycznej α od natężenia prądu I . Wartości I należy dobrać tak, aby uzyskać kolejne wychylenia igły co 5° z przedziału od 0° do 70° .
5. Pomiary należy wykonać dla rosnących i malejących wartości natężenia prądu.
6. Wyłączyć zasilacz i zamienić połączenie przewodów z zaciskami (+ -) zasilacza, tak, aby zmienić kierunek płynięcia prądu.
7. Po włączeniu zasilacza przeprowadzić pomiary zależności kąta wychylenia igły magnetycznej α od natężenia prądu I w przedziale od 0° do 70° (co 5°) dla rosnących i malejących wartości natężenia prądu.

Zadanie 2. Metoda wahadła torsyjnego

Uproszczony schemat aparatury pokazano na Rys. 2. Wewnątrz solenoidu umieszczono zawieszony na cienkiej nici magnes stały o kształcie walca. Kierunek wektora $\vec{p}_m$ wskazuje cienki pręt P, umieszczony wzdłuż osi magnesu. Magnes ten, podobnie jak igła kompasu ustawia się w polu magnetycznym Ziemi tak, by kierunek $\vec{p}_m$ był zgodny z kierunkiem południka magnetycznego, czyli z kierunkiem B_{PZ} .



Rys. 2. Uproszczony schemat aparatury pomiarowej.

1. Wypoziomować oś solenoidu tak, by nić, na której zawieszony jest magnes przechodziła centralnie przez otwór w rurze solenoidu.
2. Delikatnie obracać solenoid w płaszczyźnie poziomej, aż jego oś uzyska kierunek południka magnetycznego.
3. Odczekać aż wiszący magnes będzie nieruchomy.

4. Włączyć prąd w obwodzie solenoidu. Jeżeli kierunki pola ziemskiego i pola solenoidu będą zgodne, to włączenie, oraz zmiana kierunku przepływu prądu przez solenoid nie zaburzy położenia magnesu. Jeżeli zaburzy, trzeba poprawić ustawienie osi solenoidu.
5. Po wyłączeniu prądu, pobudzić magnes do drgań torsyjnych. W tym celu należy delikatnie odchylić koniec strzałki, wystający poza solenoid w kierunku prostopadłym, tak by spowodować jedynie drgania skrotne magnesu. Okres tych drgań w polu Ziemi będzie

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{p_m B}}.$$

zgodny ze wzorem:

6. Zanotować czas pełnych 10 wahań.
7. Włączyć ponownie zasilacz prądu solenoidu i ustawić wartość natężenia prądu na 50 mA. Ponownie zmierzyć czas 10 wahań.
8. Jeśli okres drgań będzie krótszy niż w punkcie 5 (co oznacza, że pole solenoidu ma ten sam zwrot co pole ziemskie), należy zwiększyć wartość natężenia prądu solenoidu do 100 mA i zmierzyć czas 10 wahań. Następnie wykonać analogiczne pomiary dla prądów o natężeniach do 700 mA, co 100 mA.

Jeżeli okres drgań okaże się być dłuższy, należy zamienić miejscami przewody dołączone do zacisków zasilacza i pomiar rozpocząć od punktu 6.

3. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

Zadanie 1. Metoda busoli stycznych

1. Sporządzić wykres funkcji $\tan \alpha = f(I)$, dla natężeń prądu rosnących i malejących oraz dla obu polaryzacji napięcia zasilacza. Dla przedziału, w którym punkty dobrze układają się na prostej wyznaczyć współczynniki kierunkowe K (metoda prostej regresji)
2. Obliczyć wartości B_{PZ} dla każdej serii pomiarowej (wykorzystując materiały pomocniczych we wstępie do ćwiczenia – wzór dla współczynnika kierunkowego K)
3. Na podstawie zebranych wyników wyznaczyć średnią wartość składowej poziomej indukcji magnetycznej Ziemi B_{PZ} . 4. Oszacować niepewność $u(B_{PZ})$. 5. Otrzymaną wartość B_{PZ} porównać z wartością tablicową.

Zadanie 2. Metoda wahadła torsyjnego

1. Obliczyć okresy drgań T magnesu dla wszystkich natężeń prądu płynącego przez solenoid, w tym także dla $J = 0$.
2. Sporządzić wykres zależności $\frac{1}{T^2} = f(J)$.
3. Prosta przecina oś x w punkcie $(J_0, \frac{1}{T^2} = 0)$. Podstawiając wartości współrzędnych tego punktu do wzoru (20) ze wstępu do ćwiczenia obliczyć lokalną wartość składowej poziomej indukcji magnetycznej Ziemi B_{PZ} . Przyjąć, że $N/L = 471 \text{ zwojów/metr}$.

4. Oszacować niepewność $u(B_{PZ})$ na podstawie wzoru (15) z Instrukcji ONP. W tym celu należy obliczyć $u(J_0)$, korzystając z metody najmniejszych kwadratów (wzór (6) ONP).
5. Otrzymaną wartość B_{PZ} porównać z wartością otrzymaną przy zastosowaniu metody busoli stycznych.

4. LITERATURA

S. Szczeniowski, Fizyka Doświadczalna część III Elektryczność i magnetyzm, PWN Warszawa 1972.

H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna PWN Warszawa 1999, str. 68

C. H. Bernard, C. D. Epp, Laboratory experiments in College Physics, J. Wiley, New York 1995