

# POMIAR SKŁADOWEJ POZIOMEJ 55 INDUKCJI MAGNETYCZNEJ ZIEMI

## I. 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:

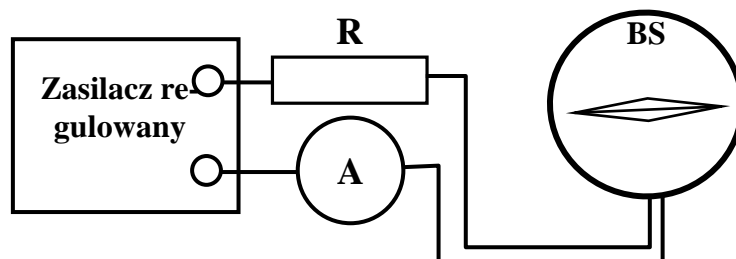
- a) metoda busoli stycznych
- b) metoda wahadła torsyjnego

Rola ziemskiego pola magnetycznego w przyrodzie.

## II. POMIARY

Busola stosowana w tym ćwiczeniu 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  $B_{PZ}$ . W tym celu należy:

1. Wypoziomować busolę przy pomocy poziomicy i ustawić płaszczyznę zwojniczy tak,



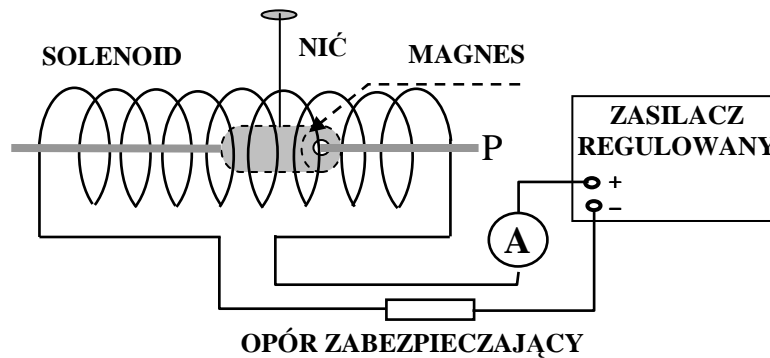
**Rys. 5. Schemat połączeń. R – opór zabezpieczający, A – amperomierz, BS – tzw. busola stycznych, czyli igła magnetyczna umieszczona w środku przewodnika kołowego, zawierającego 6 zwojów drutu**

by pokrywała się z kierunkiem pokazywanym przez igłę. Koniec igły powinien wskazywać zero na podziałce katowej.

2. Połączyć obwód według schematu pokazanego na Rys. 5.
3. Włączyć zasilacz i zaczynając od małych natężeń prądu wykonać pomiary zależności kąta wychylenia igły magnetycznej  $\alpha$  od natężenia prądu  $J$ . Wartości  $J$  należy dobrać tak, aby uzyskać kolejne wychylenia igły co  $5^0$  z przedziału od  $0^0$  do  $70^0$ , dla rosnących i malejących wartości natężenia prądu.
4. Wyłączamy zasilacz i zamieniamy połączenie przewodów z zaciskami (+ –) zasilacza, tak, aby zmienić kierunek prądu.
5. Po włączeniu zasilacza przeprowadzamy taki sam cykl pomiarów jak w punkcie 3.

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

## II. 2. Metoda wahadła torsyjnego



Rys. 6. Uproszczony szkic aparatury pomiarowej

Uproszczony schemat aparatury pokazano na Rys. 6. Wewnątrz solenoidu umieszczono zawieszony na cienkiej nici magnes stały o kształcie walca. Kierunek wektora  $\mathbf{p}_m$  wskazuje cienki pręt P, umieszczony wzdłuż osi magnesu. Magnes ten, podobnie jak igła kompasu ustawia się w polu magnetycznym Ziemi tak, by kierunek  $\mathbf{p}_m$  był zgodny z kierunkiem południka magnetycznego, czyli z kierunkiem  $\mathbf{B}_{PZ}$

Aby wykonać pomiary, należy:

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

będzie zgodny ze wzorem  $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{p_m B}}$ .

5. Zanotować czas pełnych 20 wahań.
6. Włączyć ponownie zasilacz prądu solenoidu i ustawić wartość natężenia prądu na 50 mA. Ponownie zmierzyć czas 20 wahań.
7. 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 20 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.

### III. OPRACOWANIE WYNIKÓW POMIARÓW

#### III. 1. Metoda busoli stycznych

1. Sporządzić wykres funkcji  $\text{tg } \alpha = f(J)$ , dla natężeń prądu rosnących i malejących oraz dla obu polaryzacji napięcia zasilacza. Dla przedziału, w którym punkty dobrze układają się na prostej wyznaczyć wartość współczynnika kierunkowego prostej  $K$  i obliczyć średnią wartość składowej poziomej indukcji magnetycznej Ziemi  $B_{PZ}$ .

#### III. 2. Metoda wahadła torsyjnego

1. Obliczyć okresy drgań magnesu dla wszystkich natężeń prądu płynącego przez solenoid, w tym także dla  $J = 0$ .
2. Sporządzić wykres zależności  $1/T^2$  od natężenia prądu  $J$  płynącego przez solenoid. Przy opracowaniu komputerowym (metodą prostej regresji) korzystne jest by na osi rzędnych (pionowej) odłożyć wartości natężenia prądu, a na osi odciętych wartości  $1/T^2$ . Wtedy równanie prostej będzie zawierało wartość  $J_0$  i dokładność, z jaką została obliczona.
3. Na podstawie wzoru (20) obliczyć lokalną wartość składowej poziomej indukcji magnetycznej Ziemi. Przyjmując, że  $N/L = 471$  [zw/m] Otrzymaną wartość  $B_{PZ}$  porównać z wartością otrzymaną metodą busoli stycznych.
4. Ocena niepewności pomiarów

#### III. 1. Metoda busoli stycznych

Niepewność wyznaczenia wartości współczynnika  $K$  możemy obliczyć przy pomocy odpowiedniego programu komputerowego (np. Excel lub Origin), albo też „na piechotę”, korzystając z metody regresji liniowej opisanej w [3]. Ponieważ niepewność pomiaru promienia zwoju  $R$  nie przekracza 1%, możemy ją pominąć.

#### III. 2. Metoda wahadła torsyjnego

Niepewność wyznaczenia wartości  $J_0$  możemy obliczyć przy pomocy odpowiedniego programu komputerowego (np. Excel lub Origin) albo też, korzystając z metody regresji liniowej opisanej w [3]

### IV. LITERATURA

- [1]. S. Szczeniowski, Fizyka Doświadczalna część III Elektryczność i magnetyzm, PWN Warszawa 1972.
- [2]. H. Szydłowski, Pracownia Fizyczna PWN Warszawa 1999, str. 68
- [3]. C. H. Bernard, C. D. Epp, Laboratory experiments in College Physics, J. Wiley, New York 1995