

Wydział	Imię i nazwisko 1. 2.		Rok	Grupa	Zespół
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiiS AGH	Temat:				Nr ćwiczenia
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia	OCENA

Ćwiczenie nr 41: Busola stycznych

Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z budową i działaniem przyrządu nazwanego busolą stycznych. Wyznaczenie składowej poziomej ziemskiego pola magnetycznego.

Zagadnienia kontrolne

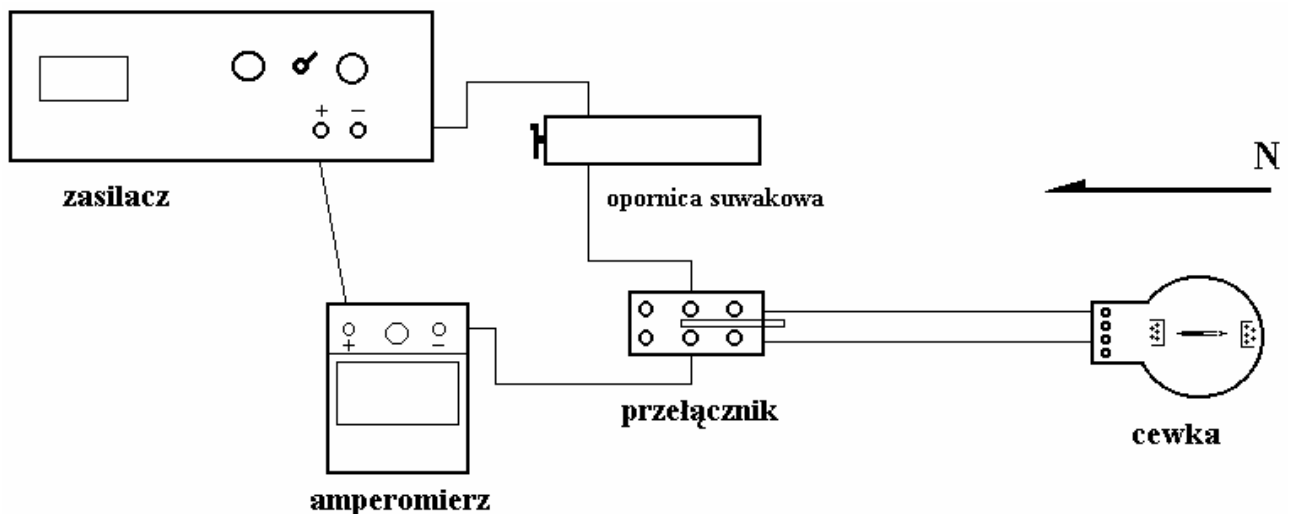
1. Zdefiniuj pojęcia: indukcji magnetycznej, natężenia pola magnetycznego.
3. Zdefiniuj następujące jednostki: amper, tesla.
4. Podaj prawo Biota-Savarta oraz oblicz indukcję pola magnetycznego w środku kołowego przewodnika o promieniu R , w którym płynie prąd o natężeniu I .
5. Jak przebiegają linie pola magnetycznego wokół magnesu sztabkowego oraz Ziemi? Co to są bieguny magnetyczne i gdzie one się znajdują?
6. Wyjaśnij, dlaczego przed uruchomieniem ćwiczenia igła magnetyczna busoli winna znajdować się w płaszczyźnie wyznaczonej przez zwoje cewki a nie prostopadle do niej.
7. Podaj różnicę pomiędzy polami wytwarzanymi przez cewkę, w której N zwojów jest ułożonych blisko siebie (zaniedbujemy długość cewki) oraz nieskończenie długi solenoid, w którym na jednostkę jego długości przypada n zwojów.
8. W ćwiczeniu zwoje przewodnika, w którym płynie prąd, nawinięte są na obejmę wykonaną z mosiądzu. Dlaczego użyto tego rodzaju materiału do wykonania obejm?

*Ocena
i podpis*

1. Układ pomiarowy

W skład układu pomiarowego (rys. w1) wchodzi:

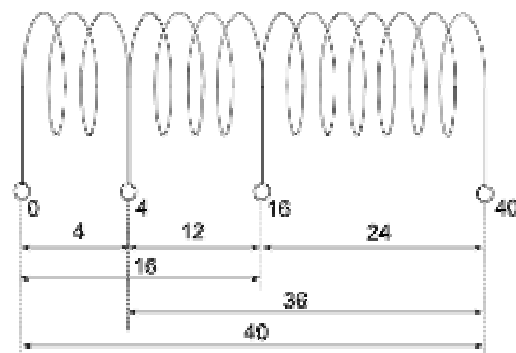
1. busola stycznych
2. zasilacz napięcia stałego
3. amperomierz
4. opornica suwakowa
5. przełącznik kierunku prądu



Rys. w1. Układ elektryczny busoli stycznych.

Sama cewka busoli stycznych ma wyprowadzenia, gdzie cyfry 4, 16, i 40 oznaczają liczbę zwojów między danym zaciskiem i zaciskiem 0. Wariantu $N = 4$ nie należy wykonywać, gdyż dla uzyskania wyraźnego wychylenia kompasu wymagany jest zbyt duży prąd. Przez odpowiednie przyłączenie przewodów można natomiast zrealizować liczby zwojów nie tylko 16 i 40, ale również 12, 24 i 36 (rys. w2).

Rys. w2. Schemat uzwojeń busoli.



Rys.1 Schemat uzwojeń busoli

2. Wykonanie ćwiczenia

1. Zapoznać się z busolą i elementami układu elektrycznego.
2. W celu eliminacji wpływu od innych elektrycznych urządzeń, busolę stycznych osunąć maksymalnie od zasilacza. Za pomocą śrub wypoziomować podstawę busoli.
3. Ustawić płaszczyznę zwojów w płaszczyźnie południka magnetycznego ziemskiego (równoległe do kierunku igły). W tej samej płaszczyźnie ma się znajdować również główna oś kątomierza (kąty $0^\circ/360^\circ$ oraz 180°).
4. Zestawić (lub sprawdzić) obwód elektryczny (rys. w1).
5. Po sprawdzeniu obwodu przez prowadzącego zajęcia można przystąpić do dalszego wykonywania ćwiczenia. Sprawdzić działanie regulacji natężenia prądu i działaniem przełącznika kierunku prądu

Uwaga: znajdująca się w obwodzie opornica suwakowa zabezpiecza przez zbyt dużym prądem (nigdy nie przekraczać 1 A) - nie służy do regulacji prądu i nie należy przesuwając jej suwaka. Do nastawienia zadanej wartości prądu wykorzystać zasilacz, konkretnie pokrętło regulacji napięcia na jego płycie czołowej oznaczone literą U. Nie przekraczać natężenia prądu 500 mA.

6. Nastawić natężenie prądu takie, by kąt wychylenia busoli, po jej uspokojeniu, był w przedziale od ok. 25° do ok. 65° . Zapisać wartość kąta np. w lewo. Następnie zmienić kierunek przepływu prądu i zmierzyć kąt wychylenia w kierunku przeciwnym. Wyniki zapisujemy w tabeli.
7. Pomiarów powtarzamy dla różnych wartości prądu (przy zadanej liczbie zwojów). Następnie analogiczną serię wykonujemy dla innych liczb zwojów (patrz rys. 2w).
8. Wyniki pomiarów i obliczone wartości B_0 zestawić w poniższej tabeli.

3. Wyniki pomiarów

Lp	Liczba zwojów N	Prąd I [mA]	Kąt wychyleńia w lewo α [°]	Kąt wychyleńia w prawo α [°]	Średni kąt wychyleńia $\bar{\alpha}$ [°]	B_0 [μT]

- klasa amperomierza -
- średnica cewki -
- niepewność pomiaru średnicy cewki -

4. Opracowanie wyników pomiarów

1. Dla każdego pomiaru oblicz składową poziomą ziemskiego pola magnetycznego B_i
2. Jako wartość składowej poziomej indukcji ziemskiego pola magnetycznego przyjmij średnią arytmetyczną z wielkości B_i .

$$B_0 \equiv \bar{B} = \dots\dots\dots \mu\text{T}$$

3. Obliczanie niepewności pomiaru pola ziemskiego B_0

Pomiar indukcji pola Ziemi jest pomiarem pośrednim, określonym równaniem

$$B_0 = \mu_0 \frac{N I}{2 R \operatorname{tg} \alpha} . \tag{w1}$$

(a) Wielkości μ_0 i N znamy bezbłędnie. Głównym źródłem błędu przypadkowego jest pomiar kąta α , w wyniku czego kolejne wartości B_0 w tabeli są różne. Jego miarą jest niepewność pomiaru typu A obliczona w zwykły sposób jako odchylenie standardowe średniej

Niepewność typu A $u_A(B_0) = \dots\dots\dots \mu\text{T}$

Niepewność względna $\frac{u_A(B_0)}{B_0} = \dots\dots\dots \%$

(ii) Źródła błędu systematycznego są dwa. Niepewność amperomierza, którą można obliczyć z jego klasy dokładności wynosi:

niepewność graniczna $\Delta I = \frac{\text{zakres} \times \text{klasa}}{100\%} = \dots\dots\dots$

Zamiana na niepewność standardową $u_B(I) = \frac{\Delta I}{\sqrt{3}} = \dots\dots\dots$

Niepewność względna: $\frac{u_B(I)}{I} = \dots\dots\dots \%$

Problem z przedstawionym obliczeniem jest taki, że pomiar wykonywany jest na różnych zakresach i z różną wartością prądu. Dla uproszczenia przyjmijmy do powyższych wzorów jeden wybrany zakres i wartość prądu równą połowie zakresu.

(ii) Drugim źródłem jest systematyczny błąd pomiaru promienia, uwzględniający również odchyłki od idealnej geometrii. Tę wartość można tylko grubo oszacować, przyjmując np. $u(R) = 1 \text{ mm}$ (lub inną wynikającą z własnej oceny). Niepewność względna wynosi:

$$\frac{u_B(R)}{R} = \dots\dots\dots \%$$

Analiza oparta na obliczaniu niepewności względnej jest możliwa, gdyż we wzorze (w1) mamy tylko operacje mnożenia i dzielenia. Umożliwia ona:

- łatwe ustalenie, która niepewność: pomiaru kąta, pomiaru prądu i znajomości promienia ma największy wpływ na niepewność złożoną. Własną odpowiedź przedstaw we wnioskach.
- obliczenie względnej niepewności złożonej jako sumy geometrycznej trzech obliczonych wyżej przyczynków,

$$\frac{u_c(B_0)}{B_0} = \sqrt{\left[\frac{u_A(B_0)}{B_0}\right]^2 + \left[\frac{u_B(I)}{I}\right]^2 + \left[\frac{u_B(R)}{R}\right]^2} = \dots\dots\dots\%$$

Z wartości tej można obliczyć

$$u_c(B_0) = B_0 \cdot \frac{u_c(B_0)}{B_0} = \dots\dots\dots \mu\text{T}$$

4. Porównaj otrzymany wynik z wartością tabelaryczną pola dla Krakowa. Analizę wykonać w zwykły sposób, poprzez obliczenie niepewności rozszerzonej.

Pozostałe obliczenia i wnioski