

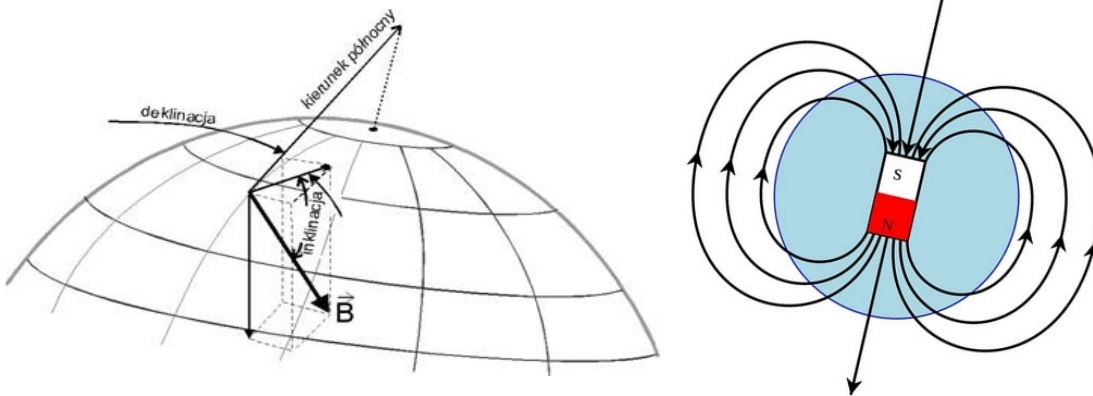
Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „KOMPAŚ”

Pole magnetyczne stanowi przestrzeń o takiej właściwości, że na poruszający się w niej ładunek elektryczny działa siła skierowana prostopadłe do kierunku ruchu ładunku i do kierunku pola magnetycznego (siła Lorentza). Pole to scharakteryzowane jest rozkładem indukcji magnetycznej. Indukcja magnetyczna \vec{B} to wielkość pozwalająca określić wektor siły \vec{F} działającej na ładunek elektryczny o określonej wartości q , poruszający się z określoną prędkością \vec{v} . Definicja bezpośrednia indukcji nie istnieje – istnieje natomiast definicja operacyjna, czyli związek siły, ładunku, indukcji i prędkości:

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$

Wektor indukcji ziemskiego pola magnetycznego na szerokości geograficznej Gdyni jest skierowany w głąb ziemi.



Deklinacja: Kąt pomiędzy kierunkiem północnym a składową poziomą indukcji (około 4°).

Inklinacja: Kąt pomiędzy indukcją a jej składową poziomą (około 69°).

Wartość indukcji: między 30 a 60 μT (mikrotesli) w zależności od odległości od biegunów magnetycznych (w Gdyni około 51 μT). Składowa pozioma indukcji w Polsce: około 19 μT .

Igła kompasu z powodu działania pola grawitacyjnego obraca się w płaszczyźnie poziomej i przyjmuje kierunek zgodny z kierunkiem składowej poziomej indukcji. Igła magnetyczna jest przedmiotem o określonym momencie magnetycznym \vec{M}_m . Po umieszczeniu jej w polu magnetycznym o indukcji \vec{B} działa na nią moment siły \vec{M} :

$$\vec{M} = \vec{M}_m \times \vec{B}$$

W przypadku pola ziemskiego moment siły kierujący igłą ku biegunowi magnetycznemu wywołany jest działaniem składowej poziomej indukcji pola magnetycznego.

Pytania do przygotowania:

„K O M P A S”

1. Omów wielkości charakteryzujące pola magnetyczne i elektryczne (tj.: wektor indukcji magnetycznej B , wektor natężenia pola magnetycznego H), jednostki.
2. Ładunek w polu magnetycznym.
3. Pole magnetyczne Ziemi.
4. Co to jest inklinacja?
5. Co to jest deklinacja?
6. Pole magnetyczne cewki.
7. Omów metodę pomiaru składowej poziomej ziemskiej indukcji magnetycznej za pomocą busoli tangensów (inaczej: busoli stycznych).
8. Prawo Ampère'a.
9. Pole magnetyczne wokół przewodnika prostoliniowego, w którym płynie prąd.
10. Prawo Biota-Savarta.
11. Omów podział ciał stałych ze względu na właściwości magnetyczne.
12. Omów właściwości pola magnetycznego od przewodnika kołowego.
13. Wyprowadź wyrażenie na indukcję pola magnetycznego w środku kołowego obwodu z prądem.
14. Jak graficznie można przedstawić pole magnetyczne?
15. Ile wynosi wartość i jednostka składowej poziomej ziemskiej indukcji magnetycznej w Polsce?

Wskazówki do wykonania pomiarów

1. Zmierzyć średnicę cewki, w tym celu można użyć przymiar taśmowy zwijany, a na czas pomiaru zdjąć część konstrukcji zawierającej kompas i jego podstawę.
2. Ustawić kompas w takiej pozycji, aby wskazówka igły kompasu wskazywała na tarczy kątomierza kąt odchylenia 0° .
3. Spowodować odchylenie wskazówki kompasu o kilka stopni, poprzez włączenie prądu. Zapisać wartość natężenia prądu I oraz kąta odchylenia wskazówki kompasu φ .
4. Zwiększając prąd wykonać serię 10 pomiarów wartości prądu i kąta odchylenia w zakresie kątów do 70° . Nie przekraczać natężenia 200 mA .
5. Wykonać obliczenia zgodnie z instrukcją i sporządzić wykres próbny w arkuszu kalkulacyjnym.
6. W obliczeniach pamiętać o używaniu jednostek podstawowych układu SI dla wszystkich kątów.
7. Sporządzić protokół z pomiarów i niepewności pomiarowych.

UWAGA:

W trakcie ćwiczenia nie zbliżać do kompasu żadnych urządzeń wytwarzających pole magnetyczne, tj.: magnesy trwałe, silniki, głośniki itp.

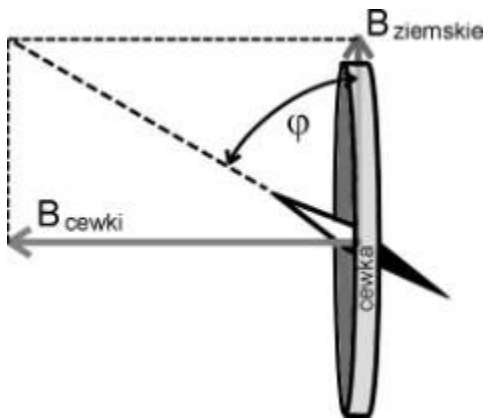
„K O M P A S”

Student 1: Wyznaczanie składowej poziomej indukcji pola ziemskiego za pomocą busoli tangensów.

Student 2: Sprawdzanie prawa tangensów busoli tangensów.

Baza teoretyczna

Igła magnetyczna naturalnie ustawia się na kierunku składowej poziomej pola magnetycznego. Po umieszczeniu jej w dodatkowym polu magnetycznym, igła ustawi się wzdłuż pola wypadkowego. Dodatkowe pole wytwarzamy prądem elektrycznym w cewce. Odpowiednie ustawienie początkowe igły cewki pozwala na zastosowanie prostego prawa tangensów do wyznaczenia składowej poziomej ziemskiego pola magnetycznego.



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{B_{\text{cewki}}}{B_{\text{ziemskie}}}$$

B_{cewki} jest proporcjonalne do natężenia prądu w cewce:

$$B_{\text{cewki}} = \mu_0 \frac{nI}{2r}$$

gdzie: μ_0 - przenikalność magnetyczna ośrodka (powietrza),

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ [V} \cdot \text{s} \cdot \text{A}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}\text{]}$$

n - ilość zwojów w cewce,

I - natężenie prądu w cewce,

r - promień cewki.

$$\frac{\mu_0 n I}{2r} = B_{\text{ziemskie}} \operatorname{tg} \varphi$$



<p>Zatem aby wyznaczyć składową poziomą indukcji pola ziemskiego należy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykonać pomiary zależności kąta wychylenia igły busoli φ od natężenia prądu cewki I, - sporządzić wykres zależności: $\frac{\mu_0 n I}{2r}$ od $\operatorname{tg} \varphi$ - odczytać na nim wartość B_{ziemskie} 	<p>Zatem aby sprawdzić prawo tangensów busoli tangensów należy:</p> <ul style="list-style-type: none"> - wykonać pomiary zależności kąta wychylenia igły busoli φ od natężenia prądu cewki I, - sporządzić wykres zależności: I od $\operatorname{tg} \varphi$, - zanalizować jego liniowość.

„K O M P A S”

Student 1: Wyznaczanie składowej poziomej indukcji pola ziemskiego za pomocą busoli tangensów.

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	[...]										
φ	[°]										

$\Delta I = \dots$

$n = \dots$

$r = \dots$

$\Delta\varphi = \dots$

$\Delta r = \dots$

III.2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 4)

UWAGA: Każdy arkusz kalkulacyjny wymaga podania kątów w radianach do obliczenia wartości funkcji trygonometrycznych

$$\frac{\mu_0 n I}{2r} = \dots$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \dots$$

$$\Delta \frac{\mu_0 n I}{2r} = \frac{\mu_0 n}{2r} \Delta I + \frac{\mu_0 n I}{2r^2} \Delta r = \dots$$

$$\Delta \operatorname{tg} \varphi = |\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg}(\varphi + \Delta \varphi)| = \dots$$

III.3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{\mu_0 n I}{2r}$	[...]										
$\operatorname{tg} \varphi$	[...]										
$\Delta \frac{\mu_0 n I}{2r}$	[...]										
$\Delta \operatorname{tg} \varphi$	[...]										

III.4. Wykres

+ obliczenie B_{ziemi} (nachylenia prostej „najlepszego dopasowania”)

+ obliczenie B'_{ziemi} (nachylenia prostej odchylonej)

+ obliczenie $\Delta B_{\text{ziemi}} = |B_{\text{ziemi}} - B'_{\text{ziemi}}|$

IV. Podsumowanie

Wyznaczona wartość składowej poziomej indukcji pola ziemskiego wynosi ...

Dokładność metody wynosi ...

W granicach wynik \pm dokładność metody mieści / nie mieści* się tablicowa wartość składowej poziomej indukcji ziemskiego pola magnetycznego wynosząca 19 μT . (*wybierz właściwe)

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.

„K O M P A S”

Student 2: Sprawdzanie prawa tangensów busoli tangensów.

I. Metodyka (ideowy plan ćwiczenia)

II. Przebieg ćwiczenia

II.1. Przebieg czynności

II.2. Szkic układu pomiarowego

III. Wyniki

III.1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l	[...]										
φ	[°]										

$$\Delta l = \dots$$

$$\Delta \varphi = \dots$$

III.2. Obliczenia (przykładowe – odnoszą się np. do pomiaru nr 5)

UWAGA: Każdy arkusz kalkulacyjny wymaga podania kątów w radianach do obliczenia wartości funkcji trygonometrycznych

$$\operatorname{tg} \varphi = \dots$$

$$\Delta \operatorname{tg} \varphi = |\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg}(\varphi + \Delta \varphi)| = \dots$$

III.3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l	[...]										
$\operatorname{tg} \varphi$	[...]										
$\Delta \operatorname{tg} \varphi$	[...]										

$$\Delta l = \dots$$

III.4. Wykres

IV. Podsumowanie

Ponieważ na wykresie ... można poprowadzić prostą przechodzącą przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych, nie ma podstaw do stwierdzenia odstępstwa od ...

Ewentualnie: Odstępstwo od liniowości w zakresie ... może wynikać z

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.