

XLIX OLIMPIADA FIZYCZNA (1999/2000). Stopień II, zadanie doświadczalne – D

Źródło: Komitet Główny Olimpiady Fizycznej;
Paweł Janiszewski – kierownik organizacyjny KGOF;
Włodzimierz Ungier, Krzysztof Karpierz: *Fizyka w Szkole* nr 4, 2000.

Nazwa zadania: Wyznaczanie poziomej składowej wektora indukcji ziemskiego pola magnetycznego.

Działy: Magnetyzm

Słowa kluczowe: pole magnetyczne, wektor indukcji, napięcie, natężenie, prąd elektryczny, opór, obwód, woltomierz, zasilacz, amperomierz, igła magnetyczna, pole, opornica, kątomierz.

Zadanie doświadczalne – D, zawody II stopnia, XLIX OF.¹

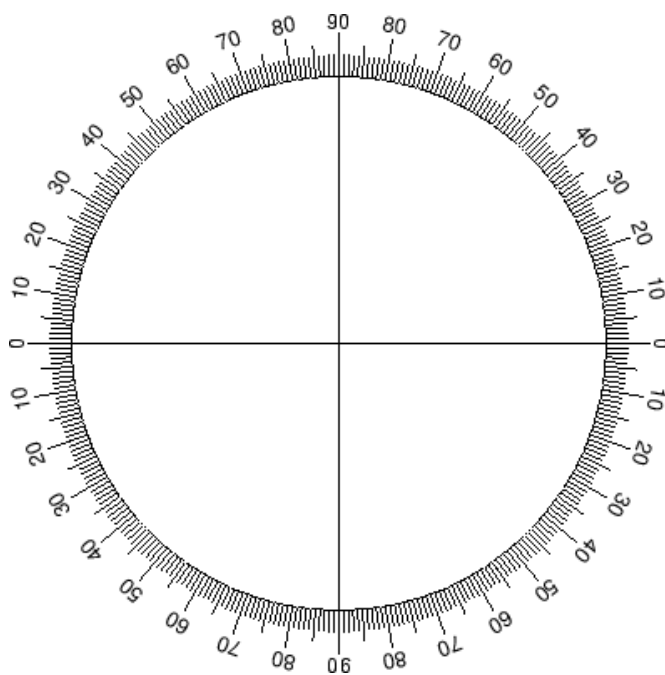
Masz do dyspozycji:

- igłę magnetyczną na podstawce niemagnetycznej,
- kawałki drutu miedzianego, pręt drewniany, taśmę samoprzylepną, plastelinę,
- linijkę i papier milimetrowy,
- statyw,
- zasilacz prądu stałego do 5 A, amperomierz, opornicę suwakową, przewody i krokodyłki,
- kątomierz zamieszczony poniżej treści zadania.

Wyznacz wielkość poziomej składowej wektora indukcji ziemskiego pola magnetycznego. Wskaż źródła niepewności pomiarowych, zaproponuj sposoby jego zmniejszenia i zastosuj je w rozwiązaniu.

Oceń wielkość niepewności pomiarowej otrzymanego wyniku.

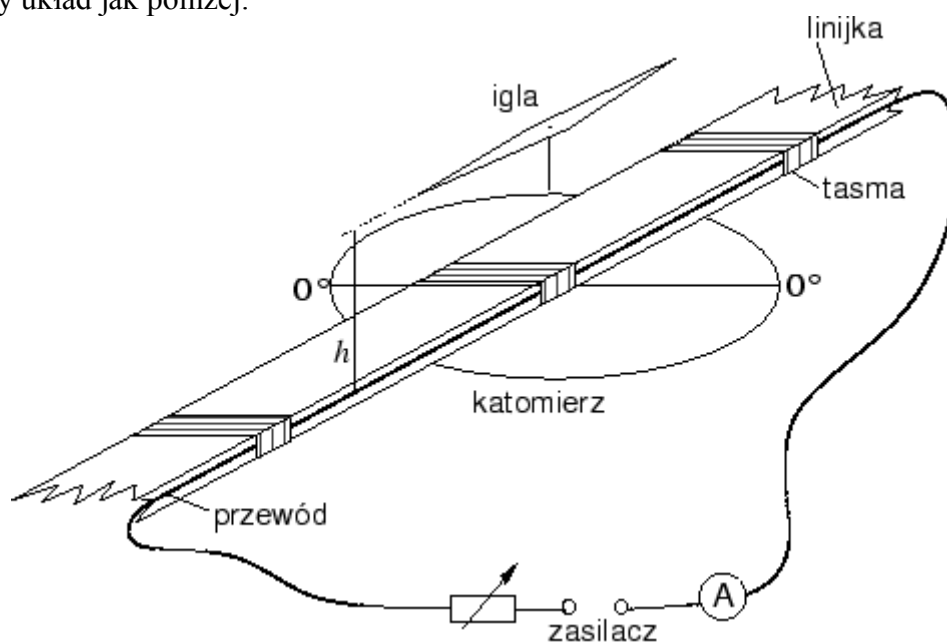
Wyjaśnij przyczyny dlaczego otrzymany wynik może się różnić od rzeczywistej wartości poziomej składowej wektora indukcji ziemskiego pola magnetycznego.



¹ Porównaj z zad. 29OF_I_D1: Wyznaczanie składowej poziomej natężenia ziemskiego pola magnetycznego.

Rozwiązanie

Budujemy układ jak poniżej:



Ideą pomiaru jest wytworzenie znanego pola magnetycznego pochodzącego od prostoliniowego odcinka przewodu i wykorzystanie igły magnetycznej jako próbnika w jakim stopniu pole to zmieniło kierunek i wartość całkowitego wektora indukcji magnetycznej pochodzącego od naturalnego pola magnetycznego Ziemi.

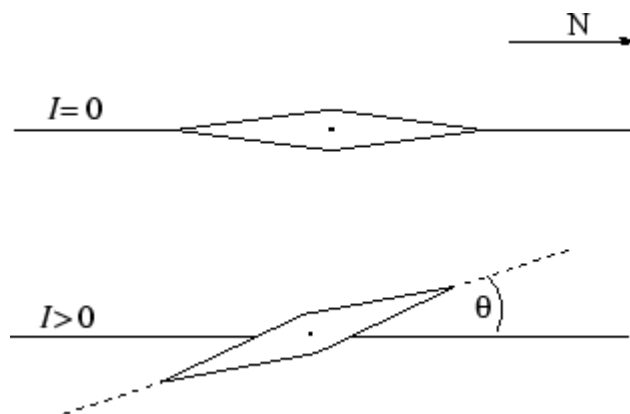
Ustawiamy odcinek prostoliniowego przewodu elektrycznego (gruby kawałek drutu z zestawu dostępnych akcesoriów) na linii północ-południe, a nad nim igłę magnetyczną na wysokości h . Igłę magnetyczną można umieścić na podstawce przyklepionej plasteliną do pręta drewnianego umieszczonego w uchwycie statywu. Przewód, przez który będzie płynął prąd można przyklepić taśmą do brzegu linijki zapewniając tym samym jego prostoliniowość jak również ułatwiając sobie manewrowanie całym przewodem. Ważną rzeczą jest zwrócenie uwagi, aby przewody doprowadzające prąd umieszczone były w taki sposób, by wносиły minimalny wkład do wielkości pola magnetycznego w miejscu pomiaru. Wielkość wysokości h należy dobrać tak, by była ona co najmniej niewiele mniejsza od rozmiarów liniowych igły magnetycznej zapewniając w maksymalnym stopniu w miejscu pomiaru jednorodność pola magnetycznego pochodzącego od przepływającego prądu I . Zbyt wysokie umieszczenie igły spowoduje natomiast to, że będzie mierzone bardzo słabe pole magnetyczne pochodzące od drutu.

Następnym krokiem jest przepuszczenie prądu I przez ten przewód i wytworzenie pole magnetycznego prostopadłego do ziemskiego pola magnetycznego w punkcie gdzie umieszczony jest igła magnetyczna. Mierzmy kąt odchylenia igły od kierunku północ-południe. Powtarzając pomiary dla dwóch kierunków przepływu prądu otrzymujemy średni kąt odchylenia θ_m .

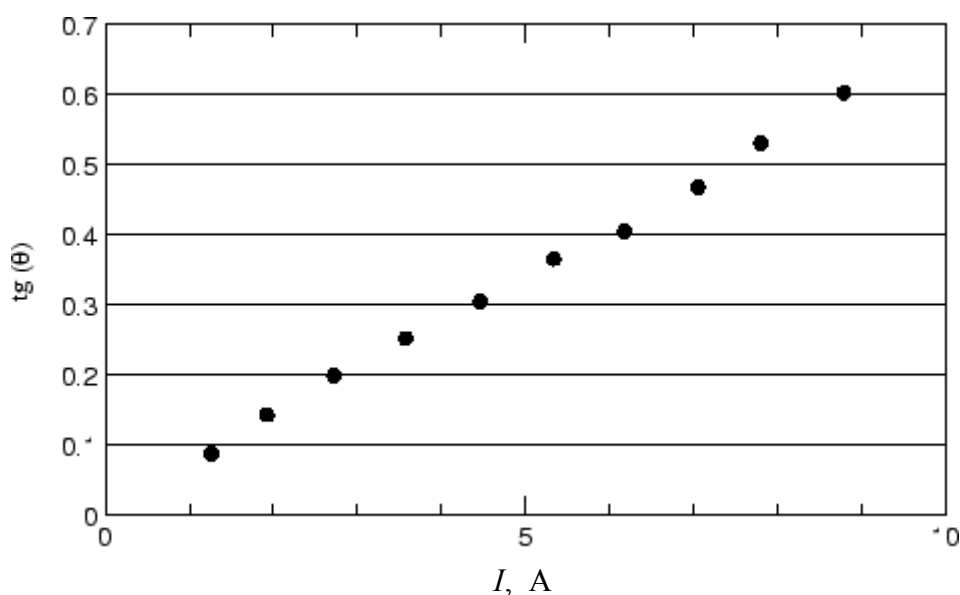
Zależność wielkości kąta odchylenia od wielkości płynącego przez przewód prądu I i wielkości składowej poziomej wektora indukcji ziemskiego pola magnetycznego B_z wyraża się następująco:

$$\operatorname{tg} \theta_m = \frac{\mu_0}{2\pi h B_z} I.$$

Wykonując pomiary dla różnych I możemy narysować wykres $\operatorname{tg} \theta_m$ jako funkcję płynącego prądu I , a następnie z nachylenia prostej dopasowującej punkty doświadczalne otrzymać B_z .



Wyniki przykładowych pomiarów przedstawione są na poniższym rysunku. Do pomiarów użyto igły magnetycznej o długości ok. 5 cm umieszczonej na wysokości $h = 8,5$ cm nad przewodem, którym w tym przypadku była cienka rurka o średnicy 2 mm.



Z nachylenia powyższej prostej, dopasowywanej najprostszą metodą tzn. za pomocą liniiki, dostaje się wartość $3,5 \cdot 10^{-5}$ T. Niepewność pomiarowa otrzymanego wyniku jest na poziomie kilku procent i szacowana był poprzez dopasowanie prostej o minimalnym i maksymalnym „rozsądnym” nachyleniu. Powtarzając powyższą procedurę dla różnych h polepszyć możemy dokładność otrzymanego wyniku.

Dla porównania tablicowa wartość wektora indukcji ziemskiego pola magnetycznego w Polsce jest równa około $4,7 \cdot 10^{-5}$ T. Trzeba pamiętać, że jest to wartość średnia i lokalnie możemy mieć do czynienia z innym polem magnetycznym. Dodatkowo rozbieżności otrzymanego wyniku mogą się brać z oczywistego faktu, iż pomiar dokonywany jest w laboratorium, gdzie istnieją rozmaite szcztkowe pola magnetyczne od namagnesowanych urządzeń, mebli, elementów konstrukcyjnych budowli itp. Istnieją wreszcie sąsiedzi wykonujący takie same pomiary (może tuż za ścianą) co też wpływa na wielkość wyniku.