Zadanie 14.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	5.1) (G) Zdający nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi. 5.4) (G) Zdający opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną. 5.5) (G) Zdający opisuje działanie elektromagnesu […]. 9.1) Zdający szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu […] przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica).

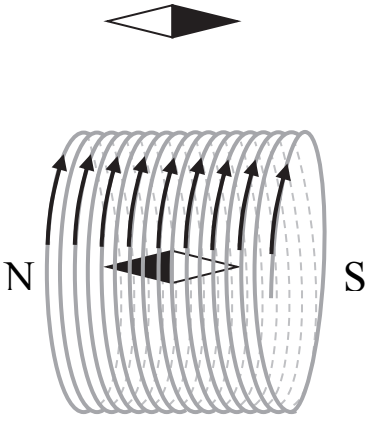
Schemat punktowania

2 p. – prawidłowe oznaczenie zwrotu prądu oraz prawidłowe zamalowanie biegunów obu igiełek.

1 p. – prawidłowe oznaczenie zwrotu prądu
lub
– prawidłowe zamalowanie biegunów obu igiełek.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Poprawne rozwiązanie



Zadanie 14.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	9.2) Zdający oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem ([…] pętla, zwojnica). 12.7) Zdający szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku.

Schemat punktowania

2 p. – prawidłowa metoda szacowania i prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

1 p. – prawidłowa metoda szacowania z wykorzystaniem wzoru na wartość indukcji magnetycznej wewnątrz idealnej zwojnicy
lub
– prawidłowa metoda szacowania z wykorzystaniem wzoru na wartość indukcji magnetycznej w środku pojedynczej pętli, łącznie z identyfikacją liczby pętli.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązania

Sposób1

Wartość indukcji pola magnetycznego wewnątrz zwojnicy (B_{wew}) użytej przez uczniów można szacować ze wzoru na wartość indukcji pola magnetycznego wewnątrz długiej i gęsto nawiniętej zwojnicy:

$$B_{wew} = \frac{\mu_0 NI}{L} = \frac{12{,}57 \cdot 10^{-7}\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2} \cdot 100 \cdot 13 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{A}}{0{,}05\ \mathrm{m}} = 3{,}27 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{T} \approx 33\ \mu\mathrm{T}$$

Sposób 2

Wartość indukcji pola magnetycznego wewnątrz zwojnicy użytej przez uczniów można szacować ze wzoru na wartość indukcji pola magnetycznego w środku pętli kołowej (B_p), traktując zwojnicę jak 100 pętli kołowych i stosując zasadę superpozycji pól od każdej pętli. Jeżeli przez *N* oznaczymy liczbę pętli, to:

$$B_{wew} = NB_p = N\frac{\mu_0 I}{2r} = 100 \cdot \frac{12{,}57 \cdot 10^{-7}\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}^2} \cdot 13 \cdot 10^{-3}\mathrm{A}}{0{,}1\ \mathrm{m}} = 1{,}63 \cdot 10^{-5}\ \mathrm{T} \approx 16\ \mu\mathrm{T}$$

Zadanie 14.3. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	12.7) Zdający […] krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku.

Schemat punktowania

1 p. – odwołanie się do niepełnej stosowalności wzoru.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe odpowiedzi

Sposób 1 (gdy korzystano ze wzoru $B_{wew} = \frac{\mu_0 NI}{L}$)

Przyczyną niezgodności pomiaru z rzeczywistą wartością poziomej składowej indukcji pola magnetycznego jest niepełna stosowalność użytego do szacowania wzoru na wartość indukcji pola magnetycznego wewnątrz zwojnicy użytej przez uczniów.

Wzór $B_{wew} = \frac{\mu_0 NI}{L}$ wykorzystuje się do obliczeń, gdy zwojnica jest gęsto nawinięta oraz stosunek długości zwojnicy do promienia zwoju jest bardzo duży. W doświadczeniu użyto zwojnicy, dla której stosunek ten jest równy 1.

Sposób 2 (gdy korzystano ze wzoru $B_{wew} = N\frac{\mu_0 I}{2r}$)

Przyczyną niezgodności pomiaru z rzeczywistą wartością poziomej składowej indukcji pola magnetycznego jest niepełna stosowalność przyjętego do szacowania wzoru. Wzór $B_{petli} = \frac{\mu_0 I}{2r}$ stosuje się do obliczania wartości indukcji pola magnetycznego pochodzącego od pojedynczej pętli kołowej (np. jednego zwoju) w jej środku. Środki kolejnych zwojów nie pokrywają się, zatem pole wewnątrz zwojnicy – potraktowanej jak 100 pętli umieszczonych obok siebie – nie będzie 100-krotnością pola w środku zwoju.

Zadanie 14.4. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	12.6) Zdający opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru ([…] obliczanie niepewności względnej […]).

Schemat punktowania
1 p. – prawidłowa metoda i wynik liczbowy.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Przykładowe rozwiązanie
Ponieważ wartość indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez dowolny przewodnik z prądem jest proporcjonalna do natężenia prądu w nim płynącego: $B \sim I$, a rozmiary zwojnicy przyjmujemy za dokładne, to niepewności indukcji pola magnetycznego oraz natężenia prądu, są w tej samej proporcji:

$$\frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{B}{I}$$

Z powyższego wnioskujemy, że niepewność względna indukcji pola magnetycznego jest równa niepewności względnej natężenia prądu:

$$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\Delta I}{I} \quad \rightarrow \quad \frac{\Delta B}{B} = \frac{1\ \text{mA}}{13\ \text{mA}} \approx 7{,}7\% \quad \rightarrow \quad \frac{\Delta B}{B} \approx 8\%$$

Zadanie 14.5. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	9.2) Zdający oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem ([…] pętla, zwojnica). 12.7) Zdający […] krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku.

Schemat punktowania
1 p. – zaznaczenie poprawnej odpowiedzi.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Poprawna odpowiedź
A 3