

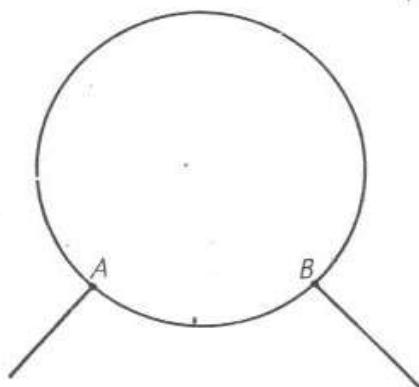
XXI OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP WSTĘPNY

Zadania teoretyczne

ZADANIE T1

Nazwa zadania: „Pole magnetyczne”

Dwa dowolne punkty A i B pierścienia wykonanego z cienkiego, jednorodnego drutu połączonego ze źródłem prądu stałego (rys.1). Oblicz natężenie pola magnetycznego w środku pierścienia, pochodzące od prądów płynących w samym pierścieniu.
(Przewody doprowadzające prąd, ze względu na symetryczne położenie, nie wpływają, na wartość natężenia pola w środku pierścienia).

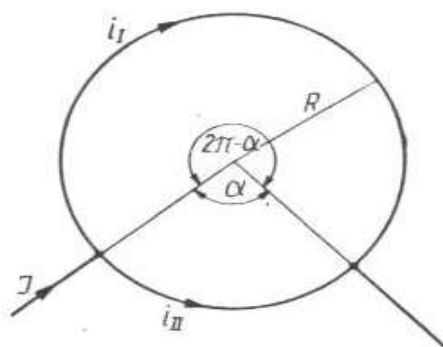


Rys. 1

ROZWIĄZANIE ZADANIA T1

Ponieważ w treści zadania nie podano żadnych wartości liczbowych parametrów, które mogły być istotne dla rozwiązania, można więc domyślać się, że wartość pola magnetycznego w środku pierścienia będzie od nich niezależna. Jedyną taką wartością jest liczba zero. Udowodnimy, że istotnie w rozpatrywanym przypadku natężenie pola w środku pierścienia znika. Wprowadźmy następujące oznaczenia (rys.2):

- Natężenie prądu w łuku I- i_I
- Natężenie prądu w łuku II- i_{II}
- Promień pierścienia – R
- Kąt, pod jakim widać ze środka okręgu łuk II- α
- Napięcie przyłożone między punktami A i B – U
- Opór jednostki długości drutu - ρ



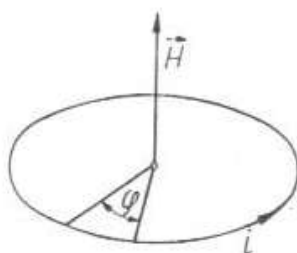
Rys. 2

Korzystamy z prawa Ohma i wyrażamy i_I i i_{II} przez przyłożone napięcie i inne parametry charakteryzujące układ:

$$i_I = \frac{U}{\rho R(2\pi - \alpha)}$$

$$i_{II} = \frac{U}{\rho R\alpha}$$

Rozpatrzmy teraz pole magnetyczne w środku pierścienia, w którym płynie prąd i (rys.3). Jasne jest, że pole to będzie skierowane prostopadle do płaszczyzny pierścienia i proporcjonalne do wartości natężenia prądu i . Wreszcie, jeżeli chcielibyśmy traktować całkowite natężenie pola w środku jako sumę wkładów do poszczególnych fragmentów, na które w myśli możemy podzielić pierścień, to ze względu na „równouprawnienie” wszystkich fragmentów musielibyśmy przyjąć, że wkład taki jest wprost proporcjonalny do kąta φ określającego rozmiary danego fragmentu. Oznaczając taki wkład literą H_φ możemy napisać:



Rys. 3

$$H_\varphi = Ci\varphi$$

gdzie C jest dla danego promienia pierścienia wielkością stałą.

Wprowadzamy teraz do naszego zadania i obliczamy pole pochodzące od prądów płynących w łuku I i II

$$H_I = Ci_I(2\pi - \alpha) = C \frac{U}{R\rho(2\pi - \alpha)} = C \frac{U}{\rho R}$$

$$H_{II} = Ci_{II}\alpha = C \frac{U}{\rho R\alpha}\alpha = C \frac{U}{\rho R}$$

Natężenia te są równe co do wartości, a ich zwroty- jak łatwo przekonać się stosując regułę śruby prawoskrętnej- są przeciwne. Pola te znoszą się więc w środku pierścienia, co właśnie mieliśmy wykazać.

Źródło:
Zadanie pochodzi z „Olimpiada fizyczna XXI-XXII
autor: Andrzej Szymacha, WSiP rok wyd.1975”

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szc.pl