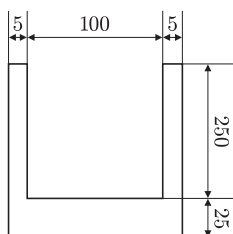


## Badamy siłę elektrodynamiczną

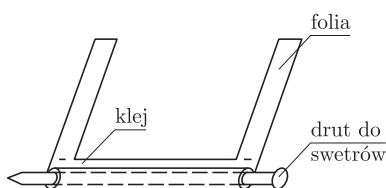
Stanisław BEDNAREK

Siła elektrodynamiczna działa na przewodnik, przez który przepływa prąd elektryczny po umieszczeniu tego przewodnika w polu magnetycznym, gdy wektor indukcji pola nie jest równoległy do przewodnika. Siła elektrodynamiczna działa również na cząstki mające ładunek elektryczny i poruszające się poza przewodnikami, np. na wiązkę elektronów w lampie obrazowej odbiornika telewizyjnego lub monitora komputerowego, kiedy wektory prędkości i indukcji pola nie są równoległe.

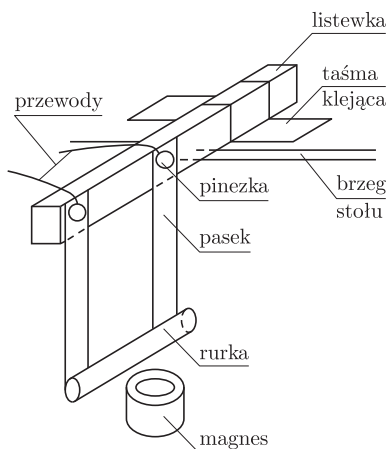
W naszych doświadczeniach postaramy się zbadać siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem. Do tego celu potrzebne będą: cienka folia aluminiowa używana do pakowania produktów spożywczych, dwa kawałki listewki, pinezki, przewód lub drut miedziany, magnes, taśma klejąca, klej w rodzaju super glue, drut do robienia swetrów, dwie baterie płaskie, linijka, ołówek, nożyczki i żyłtka. Na folii rysujemy dwa razy figurę przedstawioną na rysunku 1 i wycinamy ją nożyczkami. Na pasku o szerokości 25 mm kładziemy drut do robienia swetrów, nawijamy na niego folię, tak żeby utworzyć rurkę z dwoma paskami o szerokości 5 mm i długości około 100 mm (rys. 2). Brzeg zawijanego paska smarujemy klejem i dociskamy, po czym otrzymaną rurkę ostrożnie zsuwamy z drutu. Taką samą rurkę wykonujemy z drugiej figury.



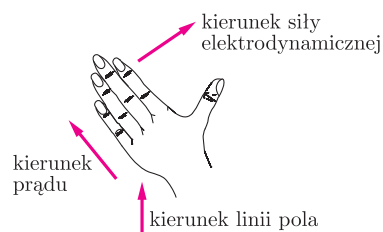
Rys. 1. Kształt wycinka z folii aluminiowej.



Rys. 2. Sposób zwijania rurki z folii aluminiowej.



Rys. 3. Zawieszenie pojedynczej rurki.



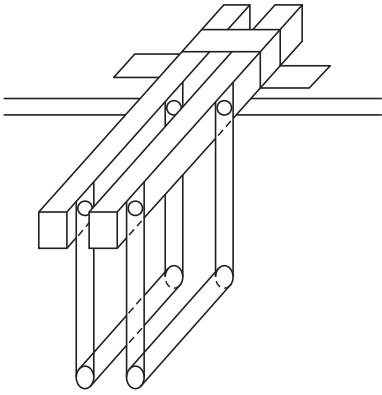
Rys. 4. Zastosowanie reguły lewej dłoni.

Odcinamy dwa kawałki przewodu i żyłtką usuwamy z ich końców izolację. Paski folii układamy na boku listewki, a na nich kładziemy odizolowane końce przewodów i przymocowujemy je razem do listewki, wbijając pinezkę (rys. 3). Wolny koniec listewki przymocowujemy taśmą klejącą do blatu stołu w pobliżu jego brzegu, tak żeby rurka zwinięta z folii swobodnie zwiisała na paskach. Pozostałe końce przewodów przyłączamy do biegunów baterii, owijając je wokół blaszek. Pod rurką umieszczamy magnes i obserwujemy zachowanie się rurki. Rurka powinna przesunąć się w bok.

Nieco uwagi należy poświęcić magnesowi, który wraz z baterią i grubością folii ma decydujący wpływ na przesunięcie rurki, czyli efekt doświadczenia. Najbardziej odpowiedni byłby pierścieniowy magnes ferrytowy o średnicy około 60-80 mm lub większej. Magnes taki można wymontować z uszkodzonego głośnika elektrodynamicznego. Jeżeli nie mamy takiego głośnika w domu, to można spróbować otrzymać go w warsztacie zajmującym się naprawą sprzętu radioelektronicznego. Magnes oddzielamy od stalowych elementów stanowiących obwód magnetyczny głośnika.

Jeżeli nie uda się nam zdobyć pierścieniowego magnesu ferrytowego, możemy posłużyć się krążkowym magnesem ferrytowym, używanym do przytrzymywania kartek na drzwiach lodówki lub tablicy magnetycznej. Magnesy takie można czasami kupić w sklepach z artykułami papierniczymi. Innym źródłem magnesu są zatrzaski meblowe, z których łatwo można wyjąć magnes w kształcie prostopadłościanu. Zatrzaski takie można nabyć w sklepie z artykułami elektronicznymi bardzo silne magnesy neodymowe w kształcie krążków. Ich cena jest jednak dość wysoka. Być może uda się nam wypożyczyć ze szkolnej pracowni fizycznej magnes podkowiasty (w kształcie litery U), który ustawiamy tak, żeby rurka znalazła się między jego ramionami umieszczonymi poziomo.

Mając już odpowiedni magnes, możemy zbadać zależność kierunku odchylenia rurki od orientacji biegunów magnesu i od kierunku przepływu prądu elektrycznego – powinien on ulec zmianie na przeciwny po odwróceniu magnesu lub odwrotnym przyłączeniu baterii. Kierunek odchylenia jest zgodny z kierunkiem działania siły elektrodynamicznej, możemy wyznaczyć go z reguły lewej dłoni. Reguła ta orzeka, że jeżeli lewą dłoń ustawić tak, żeby linie pola magnetycznego wchodziły do dłoni, a wyprostowane palce wskazywały kierunek



Rys. 5. Zawieszenie dwóch rurek obok siebie.

przepływu prądu, to odchylony kciuk wskaże nam kierunek działania siły elektrodynamicznej (rys. 4). Należy przy tym pamiętać, że linie pola magnetycznego wychodzą z bieguna północnego i wchodzą do południowego, a umowny kierunek przepływu prądu jest od bieguna dodatniego do ujemnego. Korzystając z tej reguły, możemy wyznaczyć bieguny posiadanego magnesu.

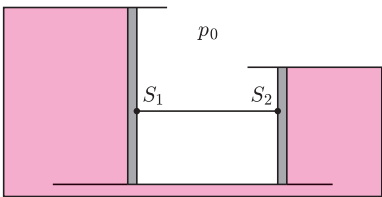
Jeżeli do stołu przykleimy listewkę z drugą rurką tak, żeby rurki były równoległe, a odległość między nimi wynosiła 1–2 cm, to będziemy mogli zbadać wzajemne oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd elektryczny (rys. 5). Powinniśmy przy tym zauważyć, że rurki przyciągają się, kiedy kierunki przepływu prądu w nich są zgodne, a odpychają się, gdy są przeciwnie.

Dysponując większą liczbą baterii płaskich (4–5 sztuk) połączonych szeregowo plus do minusa i zasilających pojedynczą rurkę, możemy zauważyć odchylenie rurki w polu magnetycznym Ziemi. Należy przy tym zwrócić uwagę, żeby w pobliżu rurki nie znalazły się przypadkowo jakieś magnesy lub przedmioty wykonane ze stali. Korzystając z reguły lewej dłoni, będziemy mogli wówczas wyznaczyć kierunek linii składowej ziemskiego pola magnetycznego prostopadłej do rurki.



## Zadania

Redaguje Ewa CZUCHRY



**F 703.** Dwa cylindry o przekrojach  $S_1$  i  $S_2$  zostały połączone małą rurką (rysunek). Cylindry są zamknięte sztywno połączonymi tłokami. Objętość gazu znajdującego się między tłokami była początkowo równa  $V$ , a ciśnienie wewnątrz układu równe atmosferycznemu  $p_0$ . Na jaką odległość trzeba przesunąć tłok, tak aby ciśnienie wewnątrz cylindrów zmieniło się do wartości  $p$ ? Temperaturę gazu uznajemy za stałą, a tarcie zanedbujemy.

Rozwiązanie na str. 4

**F 704.** W stojącym pionowo naczyniu cylindrycznym wypełnionym powietrzem, znajdują się dwa jednakowe masywne tłoki. Odległość między nimi oraz wysokość dolnego tłoka od poziomu dna naczynia wynoszą  $d = 5$  cm. Ciśnienie między tłokami jest dwa razy większe od atmosferycznego  $p_0$ . Dociążamy górny tłok tak, aby znalazł się on na wysokości poprzednio zajmowanej przez ten dolny. Na jakiej wysokości znajdzie się dolny tłok? Temperaturę powietrza uznajemy za stałą, a tarcie zanedbujemy.

Rozwiązanie na str. 8

Redaguje Waldemar POMPE

**M 1186.** Każdy wyraz ciągu  $a_1, a_2, \dots$  jest kwadratem liczby całkowitej dodatniej. Ponadto dla każdej liczby naturalnej  $n$ , różnica  $a_{n+1} - a_n$  jest liczbą pierwszą lub kwadratem liczby pierwszej. Wykazać, że ciąg  $a_1, a_2, \dots$  jest skończony.

Rozwiązanie na str. 5

**M 1187.** Czy istnieje taki ostrosłup o podstawie pięciokąta wypukłego, którego każda ściana boczna jest trójkątem prostokątnym?

Rozwiązanie na str. 24

**M 1188.** Każdy wyraz rosnącego ciągu  $x_1 < x_2 < \dots$  jest liczbą całkowitą dodatnią. Ponadto ciąg ten spełnia nierówności

$$x_{n+1} \leq 2n \quad \text{dla } n = 1, 2, \dots$$

Wykazać, że każdą liczbę całkowitą dodatnią można przedstawić w postaci różnicy pewnych dwóch wyrazów tego ciągu.

Rozwiązanie na str. 18

