



Działanie silnika prądu stałego

Wstęp do tematu: Działanie silnika elektrycznego prądu stałego. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię silnika elektrycznego, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

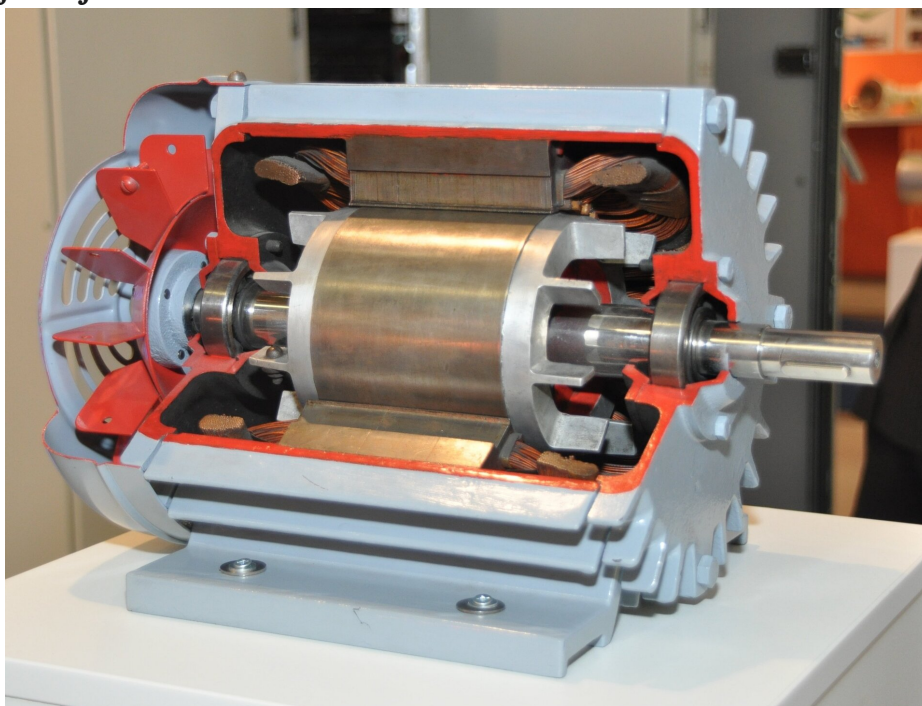
Zasób zawiera: opis doświadczenia, którego celem jest wykazanie, że na przewodnik, w którym płynie prąd elektryczny działa siła; określenie siły elektrodynamicznej; regułę trzech palców zobrazowaną rysunkiem; dwa ćwiczenia interaktywne wyboru odpowiedzi.

Zasób zawiera: rysunek przedstawiający wirnik silnika wraz z opisem; opis działania silnika; główne elementy silnika.

Zasób zawiera: cztery sformułowania podsumowujące; polecenie dla ucznia związane z obrotem wirnika silnika.

Działanie silnika prądu stałego

Silniki elektryczne są stale obecne w naszym życiu. Znajdują się w wielu urządzeniach, takich jak: elektryczna szczoteczka do zębów, suszarka do włosów, mikser, winda, tramwaj i samochód. Kiedy jest gorąco, używamy wentylatora. Przykłady można by mnożyć. Jak działa to użyteczne urządzenie? Jeżeli chcesz poznać odpowiedź na to pytanie, czytaj dalej.



Silnik elektryczny to jedno z tych urządzeń, bez których bardzo trudno byłoby wyobrazić sobie życie takim, jakim znamy je obecnie. Bardzo istotnym elementem jego konstrukcji jest zestaw magnesów lub elektromagnesów.

Źródło: S.J. de Waard, dostępny w internecie: <http://commons.wikimedia.org> [dostęp 15.07.2022 r.], licencja: CC BY-SA 3.0.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- jakie są właściwości magnesów;
- że pole magnetyczne to przestrzeń, w której działa siła magnetyczna;
- co jest źródłem pola magnetycznego;
- jakie właściwości mają ferromagnetyki;
- jaka jest budowa i zasada działania elektromagnesu.

Nauczysz się

- demonstrować, jak siła elektrodynamiczna działa na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym;
- opisywać i prezentować działanie silnika elektrycznego zasilanego prądem stałym.

Siła elektrodynamiczna

Doświadczenie 1

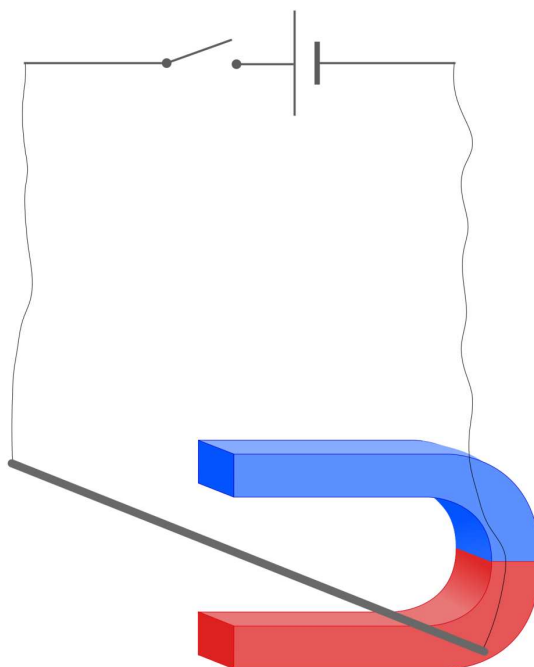
Wykazanie, że na przewodnik, w którym płynie prąd elektryczny działa siła.

Co będzie potrzebne

- magnes w kształcie podkowy;
- giętki miedziany przewód z wyłącznikiem;
- baterie 4, 5 V lub zasilacz prądu stałego.

Instrukcja

1. Ustaw elementy tak jak na poniższym rysunku:



Sposób połączenia elementów zestawu doświadczalnego

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY 3.0.

2. Zamknij obwód i obserwuj odcinek przewodu znajdującego się pomiędzy biegunami magnesu.

3. Zmień kierunek płynącego prądu, i ponownie obserwuj odcinek przewodu znajdujący się między biegunami magnesu.
4. Odwróć magnes tak, aby biegun północny (N) znalazł się na dole, a południowy (S) – na górze. Powtórz obserwacje dla dwóch kierunków przepływu prądu.

Podsumowanie

Podczas przepływu prądu pojawiała się siła, która albo wypychała przewodnik z przestrzeni pomiędzy biegunami, albo wciągała go w głąb podkowy magnesu. Oznacza to, że siła działała prostopadle do przewodu. Zwrot tej siły zależał od tego, w którą stronę płynął prąd i jak były ustawione bieguny magnesu.

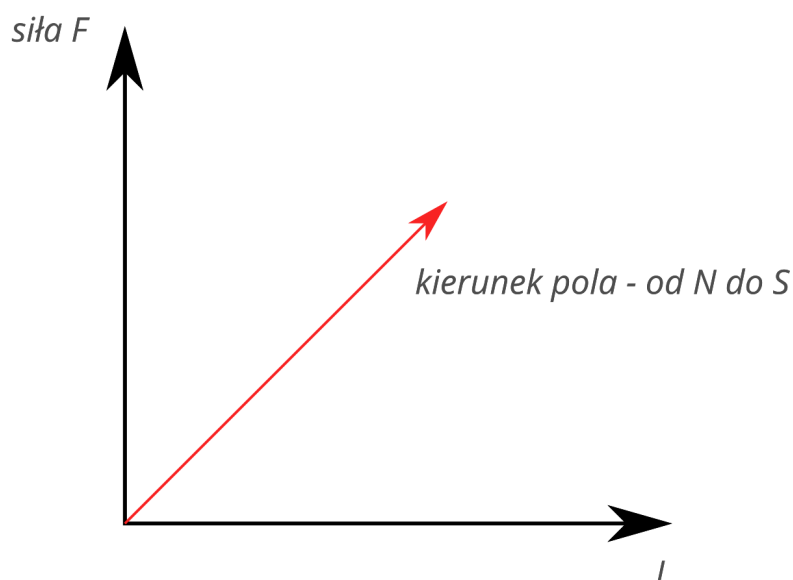
Wniosek: gdy przewodnik, przez który płynie prąd, umieścimy w polu magnetycznym, to na ten przewodnik będzie działała siła o kierunku prostopadłym do przewodu.

siła elektrodynamiczna

siła, jaką pole magnetyczne działa na przewodnik, w którym płynie prąd elektryczny

Czy można przewidzieć, w którą stronę siła elektrodynamiczna będzie działała na przewodnik? Jaki będzie zwrot tej siły?

Dokładna analiza przebiegu doświadczenia pozwala dostrzec pewną regułę, przedstawioną na poniższym rysunku:



Jak wyznaczać kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej?

Źródło: Krzysztof Jaworski.

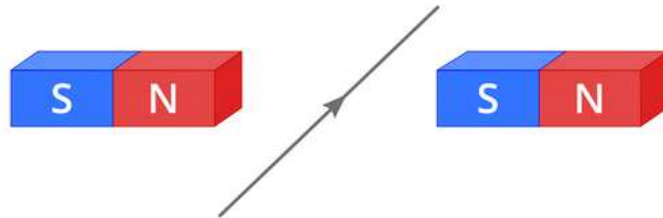
Z tej reguły wynika, że siła elektrodynamiczna jest prostopadła zarówno do przewodnika, jak i do linii pola magnetycznego przebiegających od bieguna północnego do południowego. Tą regułę można dość łatwo zapamiętać i używać jej do określania kierunku oraz zwrotu siły elektrodynamicznej. Wystarczy użyć trzech palców lewej dłoni. Trzeba ustawić kciuk, palec wskazujący i palec środkowy prostopadle do siebie. Palec wskazujący ustawiamy wzdłuż kierunku linii pola magnetycznego, biegnących od bieguna północnego do południowego. Środkowy palec ustawiamy wzdłuż przewodnika, w kierunku przepływu prądu. Gdy ustawimy tak te dwa palce, to kciuk będzie wskazywał kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej.

Zastosuj teraz tę regułę do przeprowadzonego doświadczenia i sprawdź, czy wyniki są zgodne z przewidywaniami.

Ćwiczenie 1



Rysunek przedstawia sytuację, w której przewodnik umieszczony został między biegunami dwóch magnesów. W przewodniku płynie prąd w stronę wskazaną strzałką. W którą stronę będzie działała siła elektrodynamiczna w tej sytuacji? Zaznacz poprawną odpowiedź.



☐ w prawo

☐ w dół

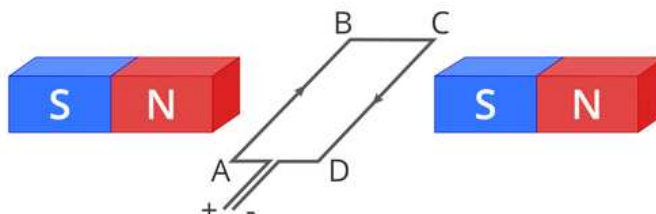
☐ w górę

☐ w lewo

Ćwiczenie 2



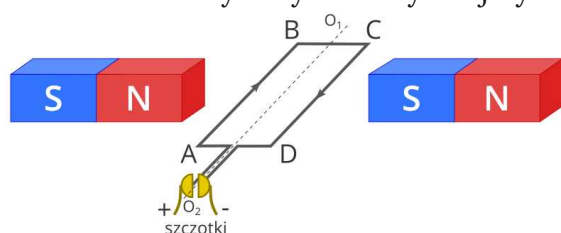
Rysunek przedstawia sytuację, w której przewodnik w kształcie ramki został umieszczony między biegunami dwóch magnesów. W przewodniku płynie prąd w stronę wskazaną strzałką. W którą stronę będzie działała siła elektrodynamiczna w sytuacji przedstawionej na rysunku? Zaznacz poprawną odpowiedź:



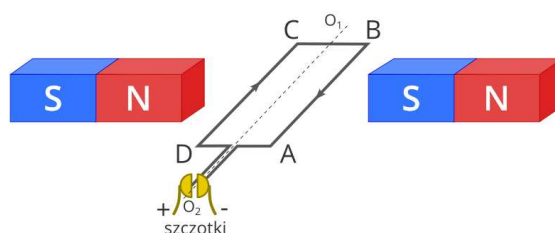
- ☐ na oba boki w górę
- ☐ na oba boki w dół
- ☐ na bok AB w górę, a na bok CD w dół
- ☐ na bok AB w dół, a na bok CD w górę

Silnik elektryczny

Jeżeli udało ci się rozwiązać prawidłowo dwa ostatnie zadania, to na pewno zrozumiesz, jak działa silnik elektryczny. Zmodyfikujmy nieco rysunek z zadania 2.



rys. 1



rys. 2

Budowa i zasada działania silnika elektrycznego

W którą stronę obraca się wirnik silnika?

Jak widać, końce ramki są teraz przymocowane do dwóch półpierścieni. Do nich z kolei przylegają tzw. **szczotki** – są to sprężyste blaszki. Do szczotek przyłożone jest napięcie elektryczne. Dwa półpierścienie tworzą tzw. **komutator**, czyli przełącznik. Ramka wraz z komutatorem tworzy tzw. **wirnik**, który może obracać się wokół osi O_1O_2 .

Przeanalizujmy teraz działanie silnika. Zgodnie z powyższym rysunkiem, na bok AB tzw. ramki działa siła elektrodynamiczna mająca zwrot w dół, a na bok CD – siła działająca w górę. Pod wpływem obu sił ramka zacznie obracać się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara i po obrocie o kąt większy niż 90 stopni miejsce boku AB zajmie bok DC – jest to pokazane na rysunku 2. Teraz prąd będzie płynął w ramce od punktu D , przez C i D , aż do A . Oznacza to, że będzie płynął w przeciwną stronę niż przedtem. Jak wpłynie to na siły działające na boki ramki? Popatrzmy jeszcze raz na rysunek 2. Teraz siła elektrodynamiczna działająca na bok DC ma zwrot skierowany w dół (przedtem działała w górę). Podobnie jest w przypadku boku AB – siła działała wcześniej w dół, a teraz działa w górę. W którą zatem stronę będzie obracał się wirnik?

Część z was już znalazła odpowiedź – wirnik nadal będzie obracał się przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Dlaczego? Bo siła elektrodynamiczna zawsze jest skierowana w dół, jeśli działa na ten bok ramki, który znajduje się bliżej bieguna północnego. Natomiast jeśli siła elektrodynamiczna działa na bok, który znajduje się bliżej bieguna południowego, zawsze jest skierowana w górę. Znamy więc zasadę działania silnika elektrycznego zasilanego napięciem stałym.

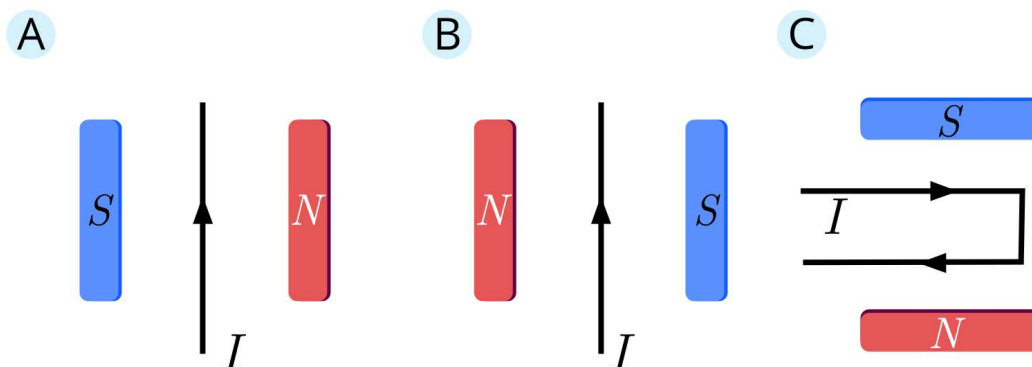
Głównymi elementami silnika są **wirnik** i **magnesy**. Stanowią one tzw. **stojan**. Często zamiast magnesów stałych używa się elektromagnesów (choć budowa takiego silnika jest bardziej skomplikowana, zasada działania pozostaje niezmienna).

Podsumowanie

- Gdy przewodnik, w którym płynie prąd elektryczny, umieścimy w polu magnetycznym, zacznie na niego działać siła elektrodynamiczna.
- Siła elektrodynamiczna ma kierunek prostopadły do przewodnika. Jej zwrot zależy od tego, w którą stronę płynie prąd elektryczny, oraz od tego, jak ustawiony jest przewodnik względem biegunów magnesu.
- Do przewidywania kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej stosujemy regułę trzech palców lewej dłoni.
- Silnik zbudowany jest ze stojana i wirnika. Stojan składa się z minimum dwóch magnesów trwałych lub elektromagnesów. Ruch wirnika spowodowany jest oddziaływaniem magnesów (lub elektromagnesów) na przewodnik z prądem (wirnik).
- Silnik elektryczny zamienia energię elektryczną na pracę mechaniczną.

Ćwiczenie 3

Na ilustracji przedstawiono trzy sytuacje w których w polu magnetycznym umieszczony sztywny przewodnik przez który płynie prąd elektryczny. Wybierz prawidłowe dokończenie zdań.



Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

- A. Wypadkowa siła elektrodynamiczna
- B. Wypadkowa siła elektrodynamiczna
- C. Wypadkowa siła elektrodynamiczna

ma wartość zero, ponieważ nie działa żadna siła

działa przed ekran

działa w górę

działa za ekran

działa w prawo

działa w lewo

działa w dół

ma wartość zero, ponieważ działające siły się równoważą