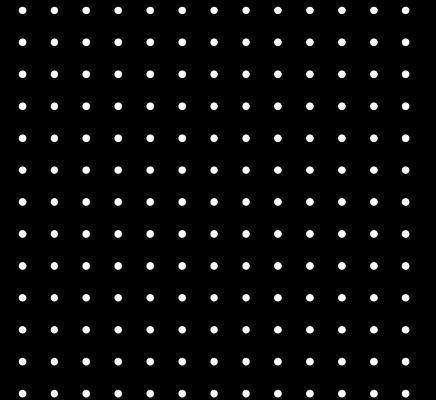


**Prąd i magnetyzm – jak
wykorzystujemy to połączenie**

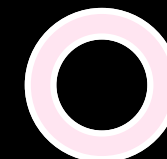


Źródła pola magnetycznego

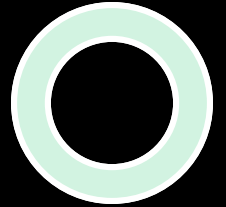
Dwoma podstawowymi źródłami pola magnetycznego są **magnes trwały** oraz **poruszające się ładunki elektryczne**. Każdy magnes ma dwa bieguny nazywane umownie północnym (N) i południowym (S). Nawet po przecięciu na pół, magnes nadal ma dwa bieguny. Nie da się rozdzielić biegunów magnesu. Magnes może oddziaływać z różnymi substancjami, które dzielimy na:

- **Ferromagnetyki** (np. żelazo, nikiel, kobalt) to substancje silnie przyciągane przez magnes
- **Paramagnetyki** (np. aluminium, cyna, wapń, tlen) to substancje słabo przyciągane przez magnes
- **Diamagnetyki** (np. woda, węgiel, srebro, miedź) to substancje słabo odpychane przez magnes

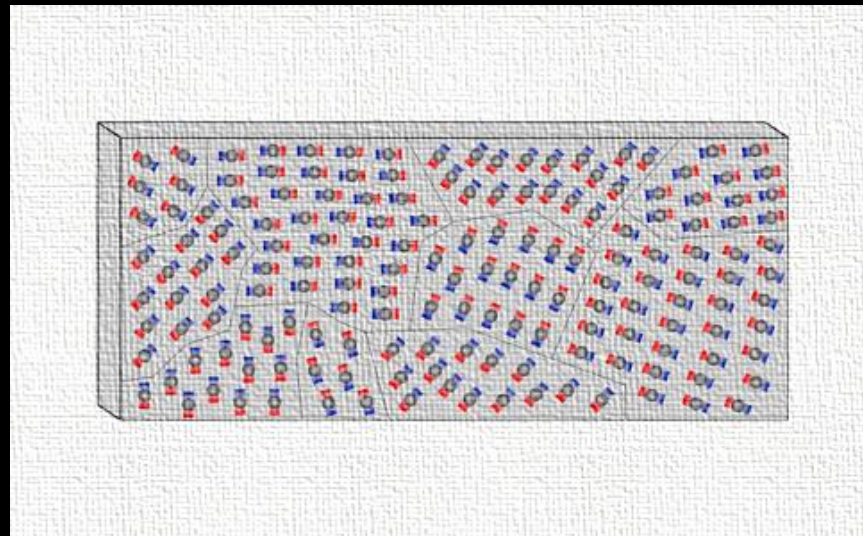
Ferromagnetyki zawdzięczają swoje właściwości **domenom magnetycznym**, czyli namagnesowanym obszarom o różnym kierunku namagnesowania. Domeny magnetyczne istnieją do pewnej temperatury, zwanej temperaturą Curie.



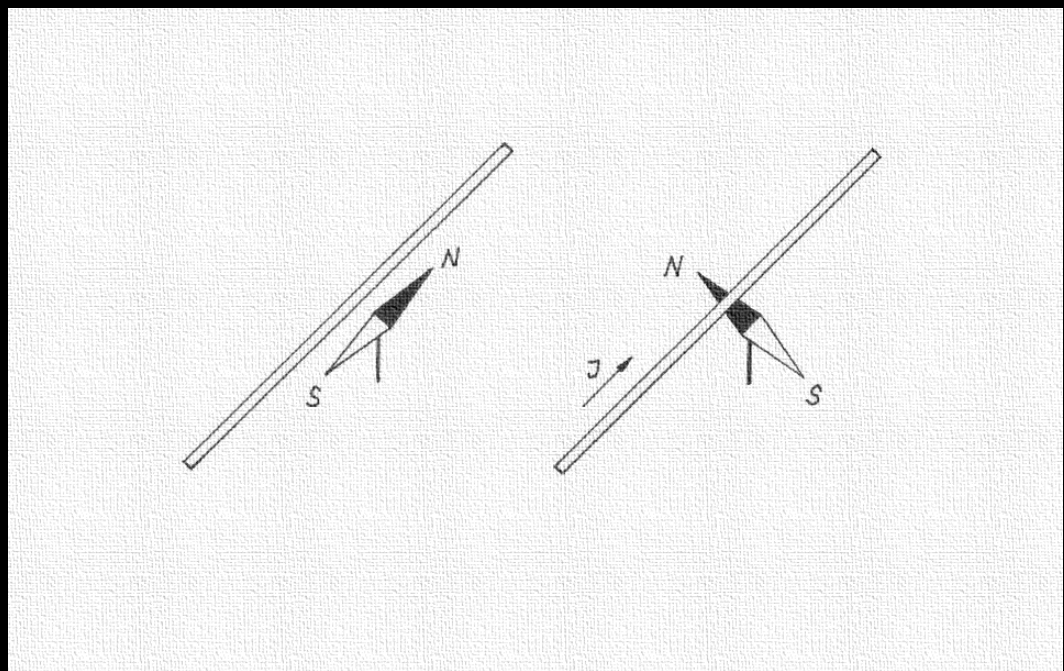
Źródła pola magnetycznego



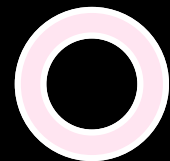
Domeny magnetyczne można uporządkować umieszczając je w zewnętrznym polu magnetycznym. Wystarczy obok kawałka żelaza położyć magnes. Chaotycznie skierowane domeny magnetyczne w żelazie zostają uporządkowane i żelazo staje się magnesem. Następnie magnes i namagnesowane żelazo zaczynają się przyciągać.



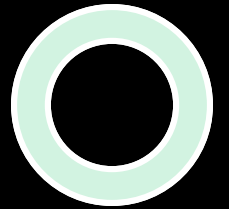
Źródła pola magnetycznego



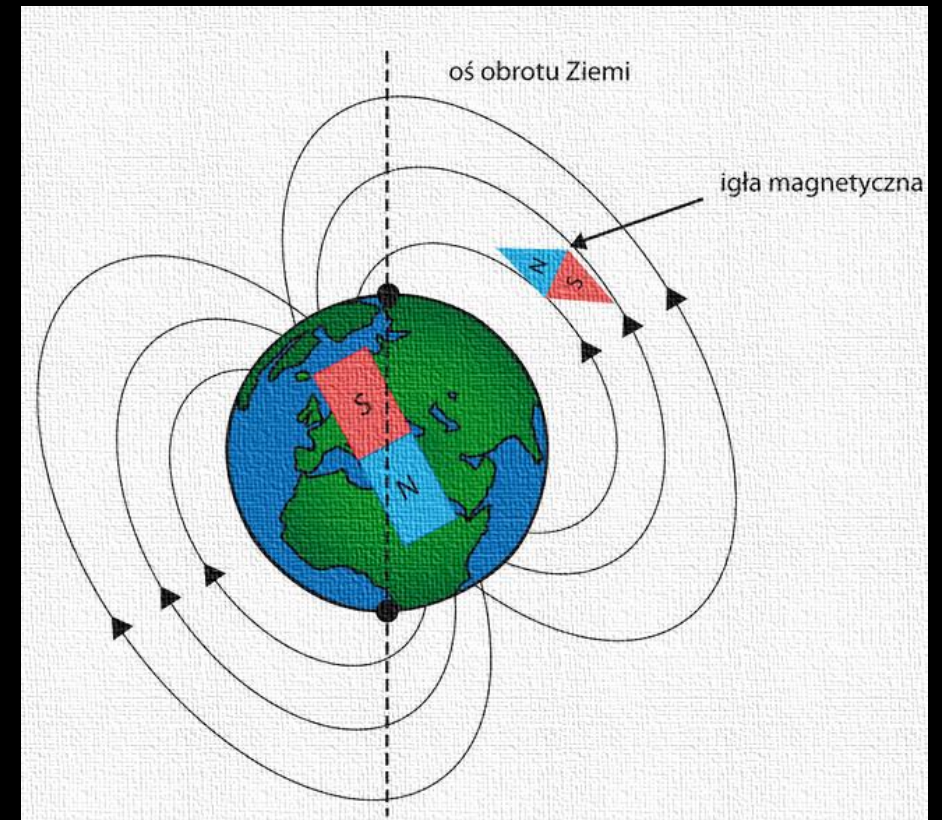
Źródłem pola magnetycznego jest też **przewodnik z prądem**. Ładunki elektryczne w spoczynku nie wytwarzają pola magnetycznego, ale jeśli się poruszają, stają się źródłem pola magnetycznego, dlatego igła magnetyczna odchyła się, jeśli przez przewodnik płynie prąd. Fakt, że poruszające się ładunki elektryczne są źródłem pola magnetycznego, ma wiele zastosowań, np. w silnikach elektrycznych. Oprócz tego, wykorzystując te właściwości, można kontrolować tor lotu cząstek, co znajduje zastosowanie w radioterapii protonowej oraz przy prowadzeniu badań nad elektronami, protonami oraz innymi cząsteczkami posiadającymi ładunek elektryczny.



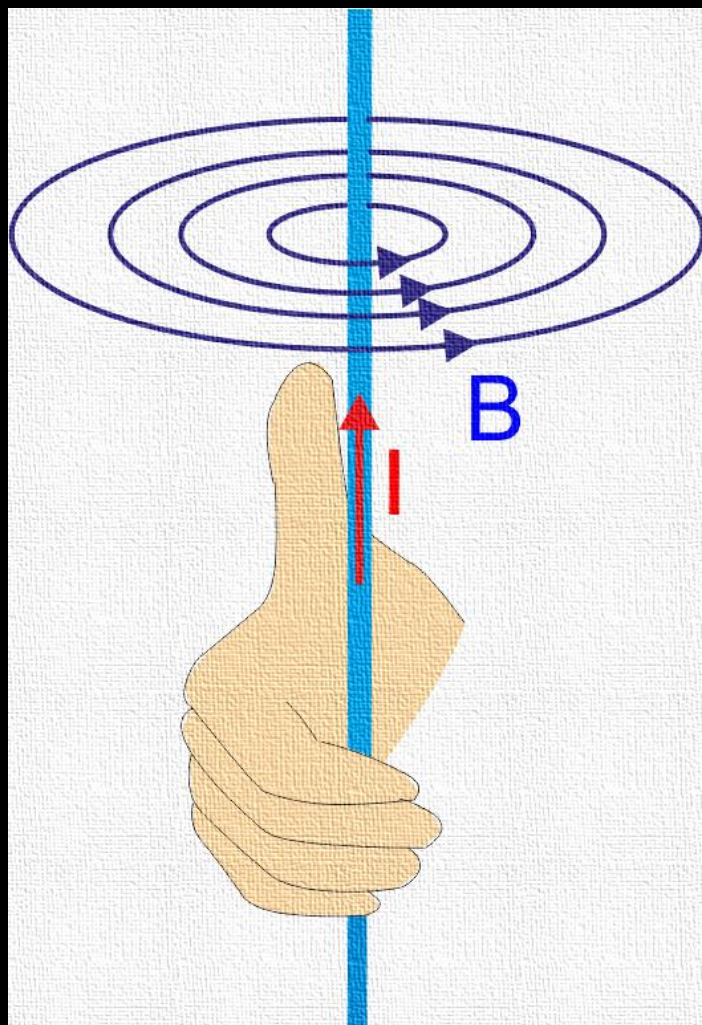
Źródła pola magnetycznego



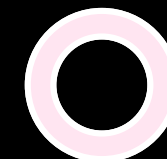
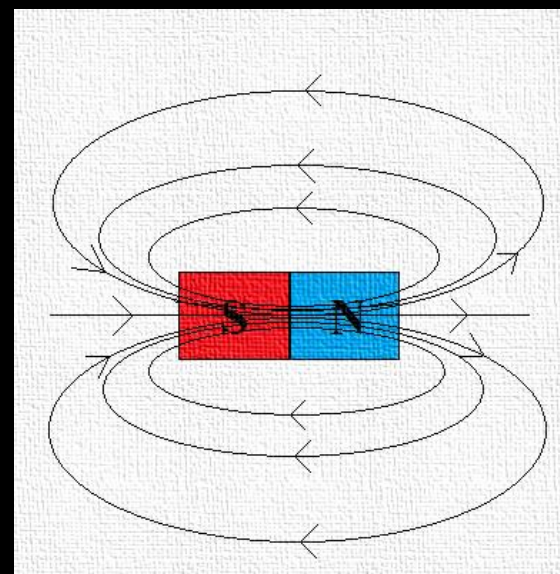
Warto wspomnieć, że **Ziemia** też jest źródłem pola magnetycznego. Pole magnetyczne Ziemi powstaje na skutek ruchów płynnego żelaza w jej jądrze. Bieguny magnetyczne Ziemi są położone w pobliżu jej geograficznych biegunów, jednak się z nimi nie pokrywają. W okolicy północnego bieguna geograficznego Ziemi znajduje się południowy biegun magnetyczny, a w okolicy południowego bieguna geograficznego mieści się północny biegun magnetyczny. Co ciekawe, dokładne położenie biegunów magnetycznych ciągle się zmienia, dlatego ważne jest aktualizowanie tych danych, ponieważ pole magnetyczne Ziemi jest wykorzystywane w nawigacji. Z tego powodu trzeba zmieniać oznakowania pasów na lotniskach.



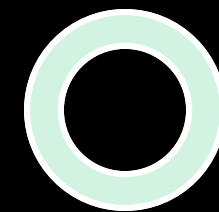
Linie pola magnetycznego



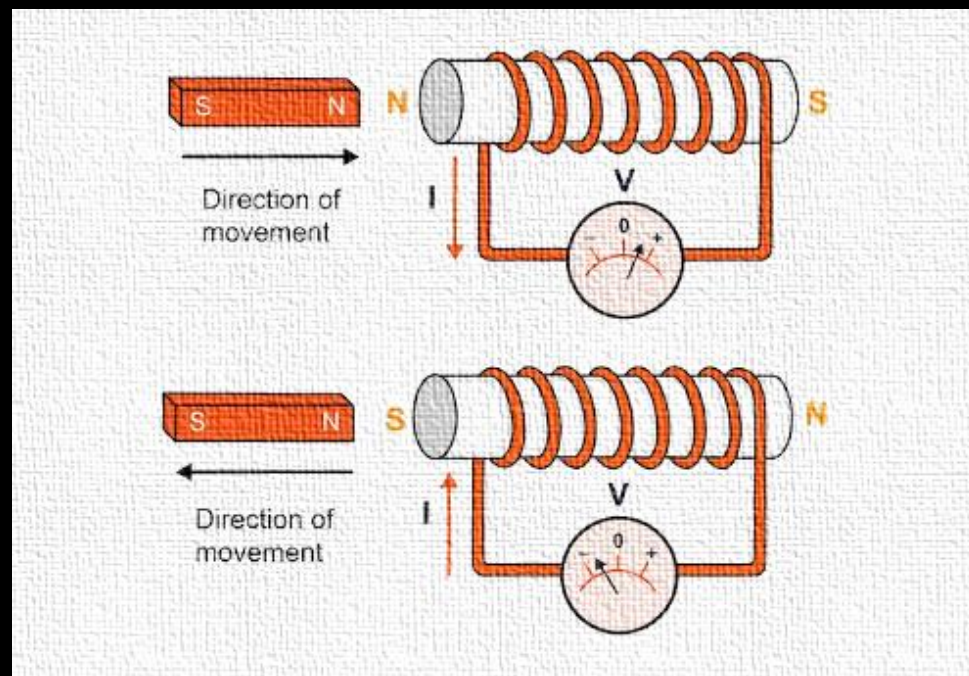
Pole magnetyczne można zilustrować za pomocą **linii pola magnetycznego**. Linie pola magnetycznego są zawsze zamknięte. Pole magnetyczne występuje także we wnętrzu magnesu, dlatego tam też biegną linie. Zwrot linii pola magnetycznego skierowany jest od bieguna północnego do bieguna południowego. Zwrot linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem wyznacza się za pomocą reguły prawej ręki. Wystarczy skierować kciuk w kierunku przepływu prądu, a reszta palców będzie wskazywać zwrot linii pola.



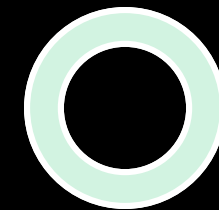
Zjawisko indukcji elektromagnetycznej



Indukcja elektromagnetyczna to zjawisko polegające na powstawaniu napięcia w przewodniku na skutek zmian pola magnetycznego. Zjawisko to odkrył **Michael Faraday**. Kierunek przepływu indukcyjnego prądu opisuje **reguła Lenza**, która mówi, że kierunek przepływu indukcyjnego prądu jest taki, że wytwarza on pole magnetyczne, które przeciwdziała temu, co ten prąd wywołuje.



Zjawisko indukcji elektromagnetycznej



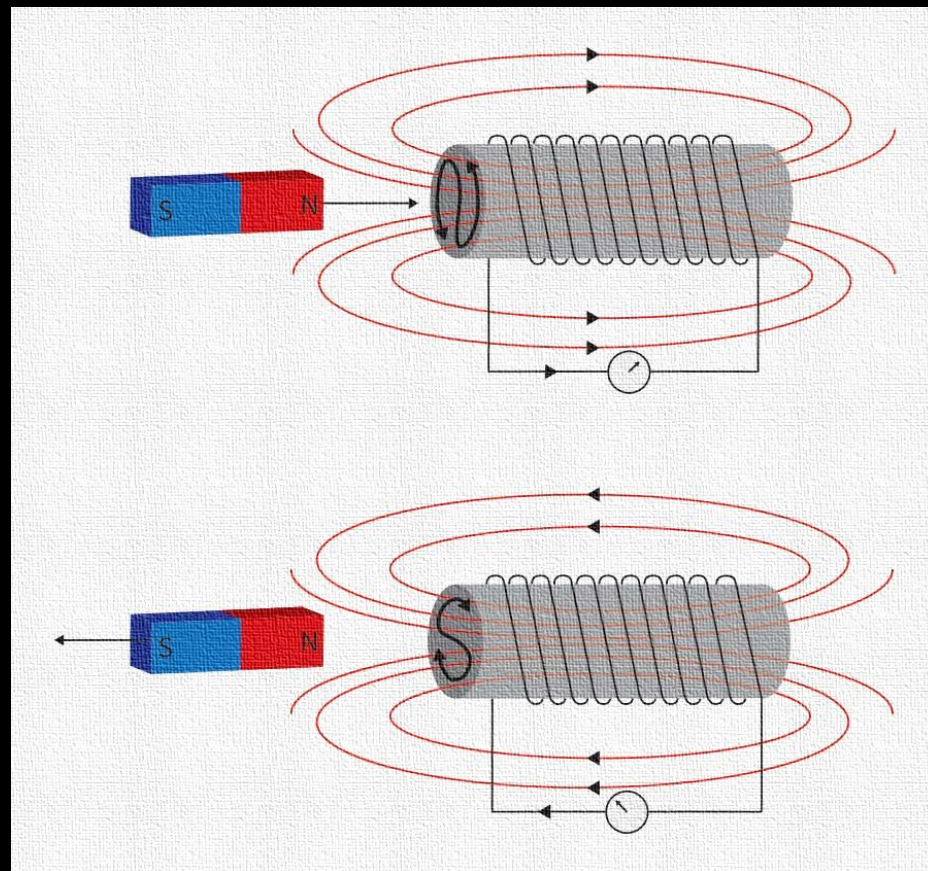
Zjawisko to opisuje **prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya** mówiące, że siła elektromotoryczna (SEM) indukująca się w pętli jest równa szybkości zmian strumienia indukcji magnetycznej przechodzącego przez powierzchnię ograniczoną tą pętlą.

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

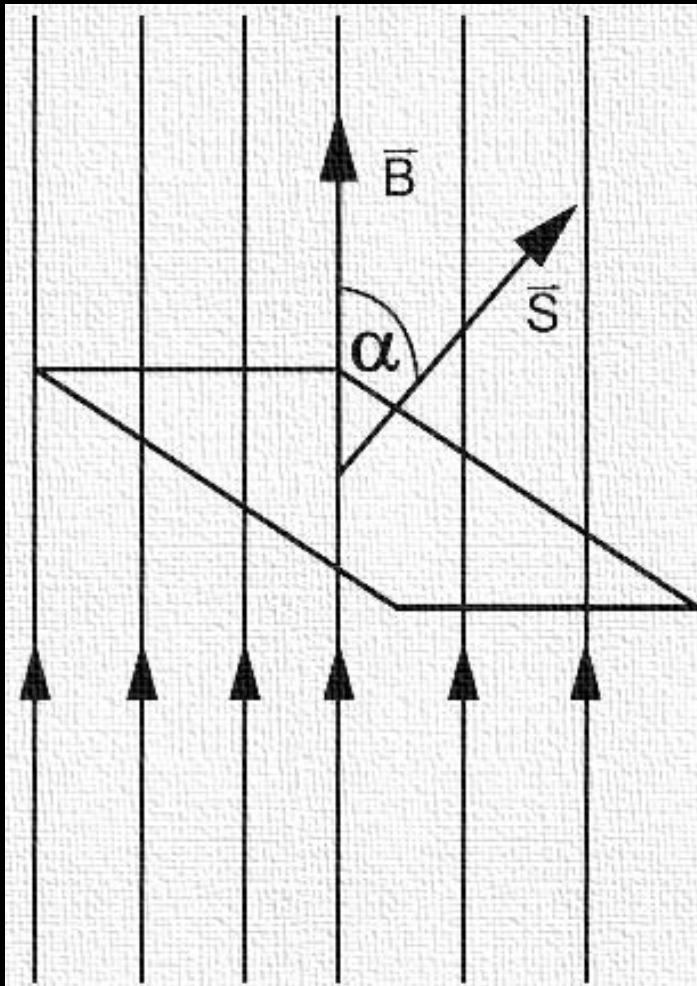
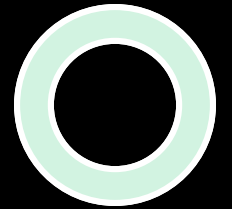
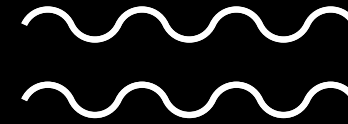
\mathcal{E} – siła elektromotoryczna (SEM)

ϕ – strumień indukcji magnetycznej

Jednostką siły elektromotorycznej jest **volt** [V].



Zjawisko indukcji elektromagnetycznej



Do obliczenia wartości siły elektromotorycznej trzeba znać wartość **strumienia indukcji magnetycznej**. Jest on miarą całkowitego pola magnetycznego przechodzącego przez powierzchnię.

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{S} = BS \cos \alpha$$

ϕ – strumień indukcji magnetycznej

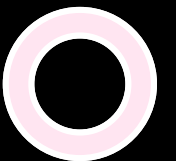
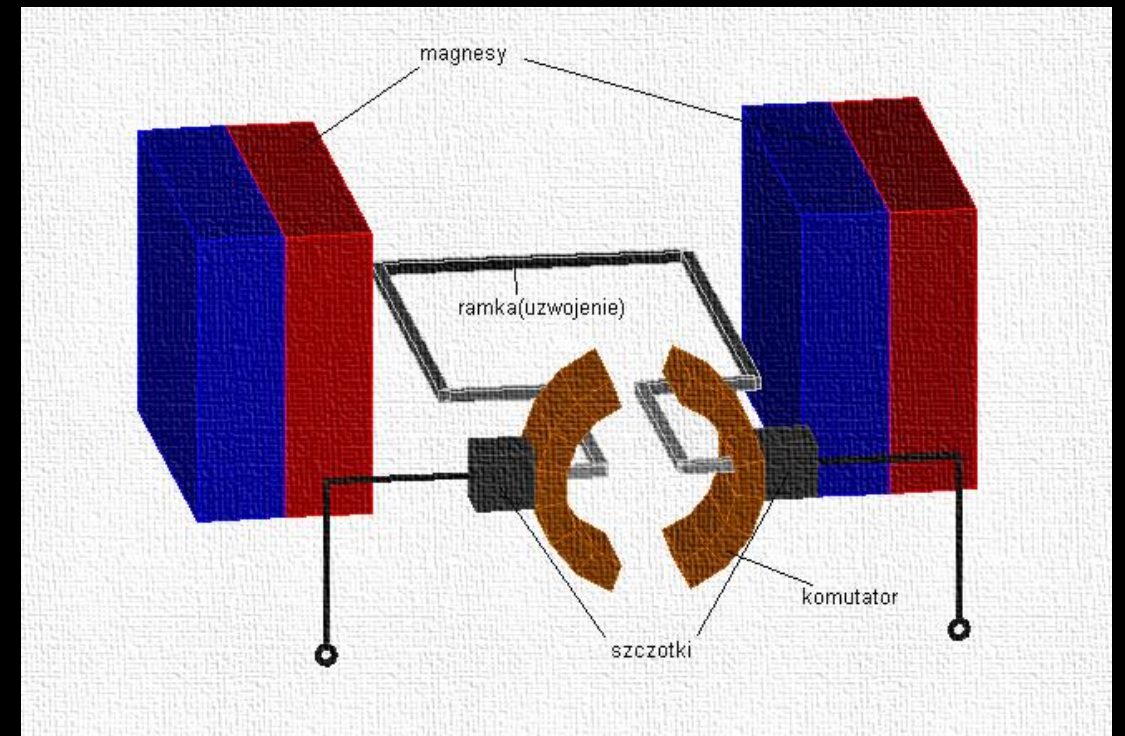
\vec{B} – wektor indukcji magnetycznej

\vec{S} – wektor powierzchni S

Jednostką strumienia indukcji magnetycznej jest **weber** [Wb].

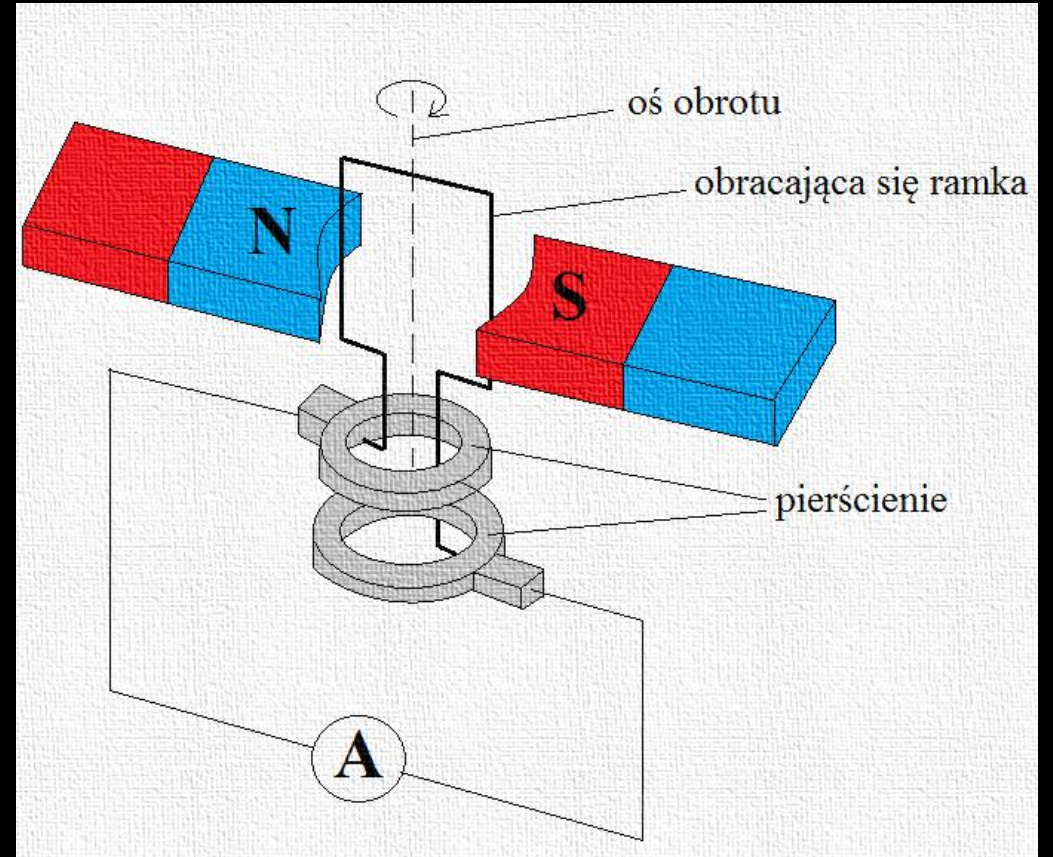
Działanie prądnicy

Prądnica prądu stałego działa dzięki zjawisku indukcji elektromagnetycznej. Przetwarza energię mechaniczną ruchu obrotowego na energię elektryczną prądu stałego. Prądnica składa się z części nieruchomej zwanej **stojanem** i z części ruchomej, zwanej **wirnikiem**. Wirnik służy do wytwarzania prądu elektrycznego. Wiruje on w polu magnetycznym wytwarzanym przez magnes stały lub elektromagnes zasilany zewnętrznym źródłem prądu stałego. Prąd elektryczny jest odbierany z **komutatora** znajdującego się na osi wirnika przy pomocy szczotek grafitowych, umieszczonych na stojanie. Dzięki takiemu mechanizmowi poprzez obracanie ramki powstaje prąd stały.



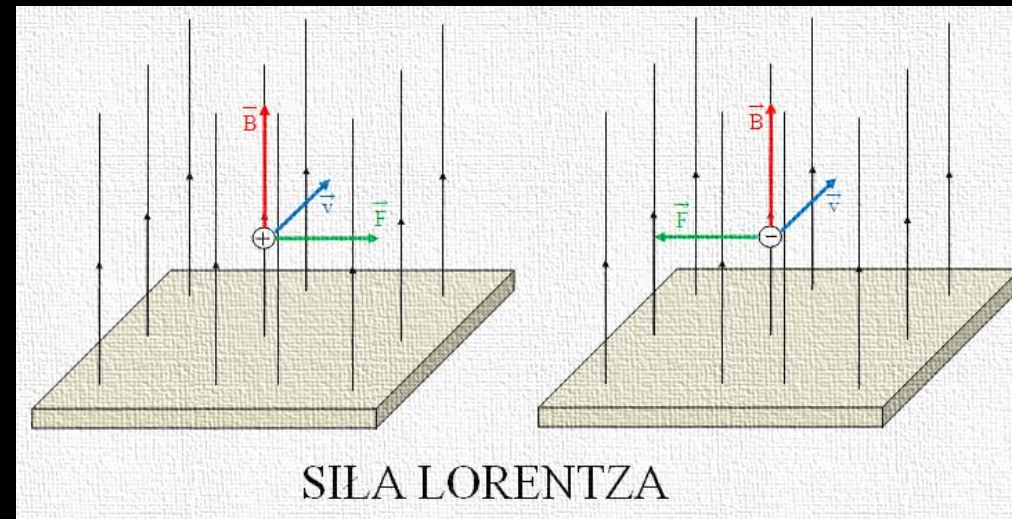
Działanie prądnicy

Budowa **prądnicy prądu przemiennego** jest podobna do budowy prądnicy prądu stałego. Różnica polega na tym, że w prądnicy prądu przemiennego nie ma komutatora, który odpowiadał za utrzymanie stałego kierunku prądu. Dzięki takiemu rozwiązaniu otrzymujemy prąd przemienny, a straty energii są mniejsze niż w przypadku prądnicy prądu stałego. Warto dodać, że zamiast ramki może obracać się magnes znajdujący się wewnątrz nieruchomej ramki. Prądnice prądu przemiennego nazywane są **alternatorami**.

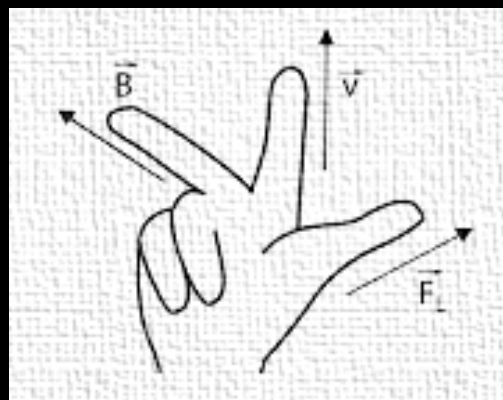


Działanie silnika elektrycznego

Żeby wytłumaczyć działanie silnika elektrycznego, trzeba zacząć od siły Lorentza i siły elektrodynamicznej. **Siła Lorentza** to siła magnetyczna działająca na ładunek elektryczny poruszający się w polu magnetycznym. Jest ona prostopadła do kierunku ruchu ładunków oraz do linii pola magnetycznego.



Zwrot siły Lorentza można wyznaczyć regułą prawej dłoni

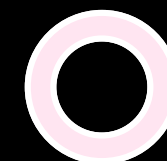


$$\mathbf{F}_L = |q| \cdot \mathbf{v} \cdot \mathbf{B} \cdot \sin \alpha$$

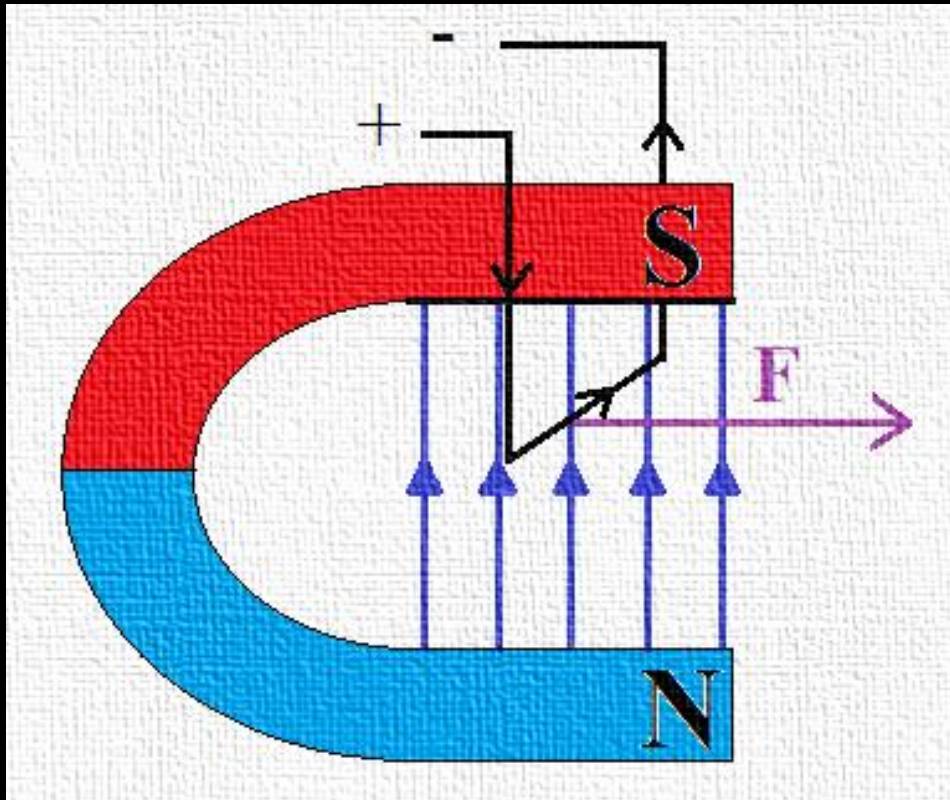
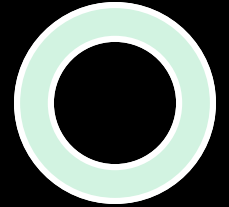
q – ładunek elektryczny cząstki

v – prędkość cząstki

B – indukcja magnetyczna



Działanie silnika elektrycznego



Siła elektrodynamiczna to siła, która działa na przewodnik w polu magnetycznym. Siła elektrodynamiczna równa jest sumie sił Lorentza działających na poszczególne elektrony w przewodniku. Po przekształceniu wzoru na siłę Lorentza otrzymujemy:

$$F_{ed} = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$$

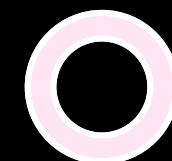
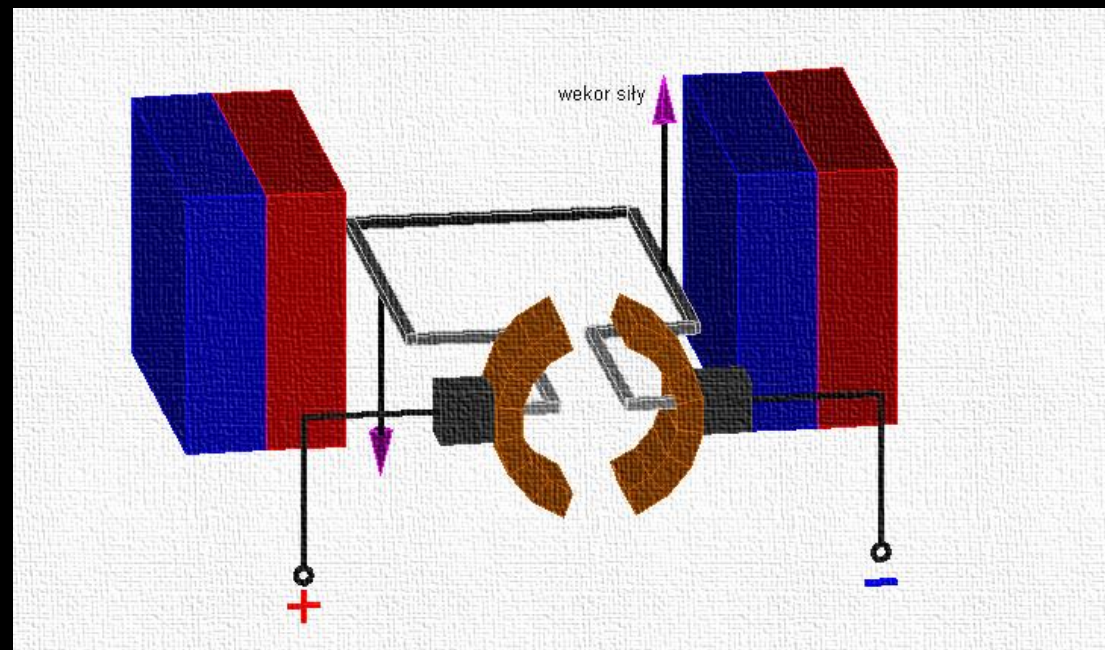
B – indukcja magnetyczna

I – natężenie prądu płynącego przez przewód

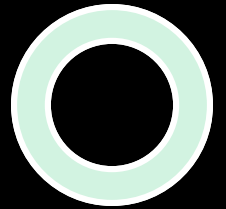
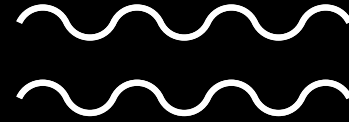
l – długość odcinka przewodu znajdującego się w polu magnetycznym

Działanie silnika elektrycznego

Silniki elektryczne prądu stałego zamieniają energię elektryczną na energię mechaniczną. Silnik składa się z części nieruchomej zwanej **stojanem** i z części ruchomej, zwanej **wirnikiem**. Wirnik zaczyna się obracać pod wpływem siły elektrodynamicznej po przyłączeniu napięcia. Prąd elektryczny jest dostarczany do ramki przez **komutator** znajdujący się na osi wirnika przy pomocy szczotek grafitowych, umieszczonych na stojanie. Dzięki takiemu rozwiązaniu ramka obraca się ciągle w jedną stronę. Co ciekawe, silnik elektryczny prądu stałego może pełnić funkcję prądnicy. Nie trzeba nic zmieniać w jego budowie.



Samochody elektryczne i hybrydowe



Silniki elektryczne znajdują obecnie zastosowanie głównie w maszynach przemysłowych, jednak zaczyna się to powoli zmieniać. Na ulicach miast pojawia się coraz więcej samochodów elektrycznych, a infrastruktura związana z ładowaniem takich samochodów ciągle się polepsza. Samochody elektryczne różnią się oczywiście rodzajem napędu. „Zwykłe” samochody używają silników spalinowych, a samochody elektryczne elektrycznych. Użycie silnika elektrycznego niesie za sobą wiele zalet, ale ma także wady.





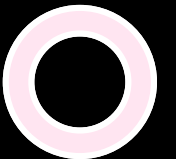
Samochody elektryczne i hybrydowe

Zalety samochodów elektrycznych:

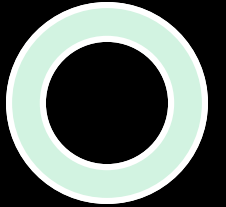
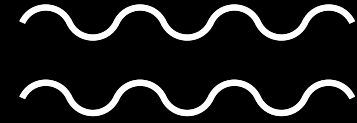
- Silniki elektryczne są prawie bezdźwięczne
- Silniki elektryczne są bardziej ekologiczne dla środowiska, pod warunkiem, że energia, którą jest ładowany akumulator, pochodzi z odnawialnych źródeł energii
- Samochody elektryczne są tańsze w eksploatacji i utrzymaniu
- Jazda samochodem elektrycznym jest płynniejsza niż samochodem spalinowym, a poza tym samochody elektryczne mają większe przyspieszenie

Wady samochodów elektrycznych:

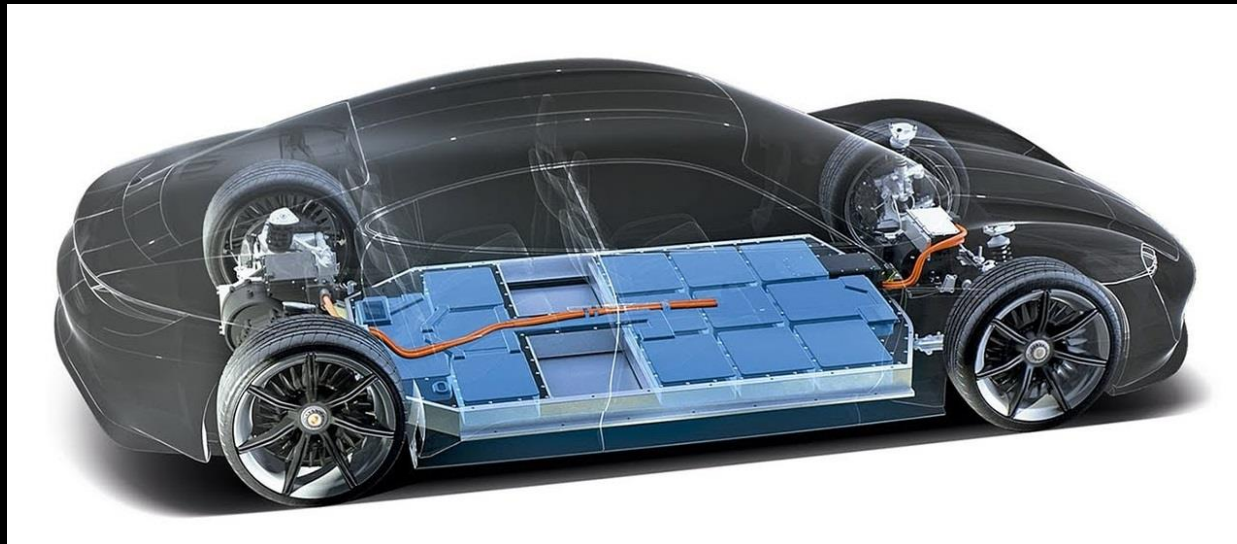
- Niewielki zasięg pojazdów elektrycznych w porównaniu do pojazdów spalinowych
- Długie i częste ładowanie
- Mała liczba stacji ładujących



Samochody elektryczne i hybrydowe

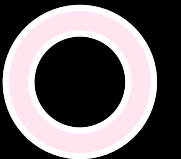
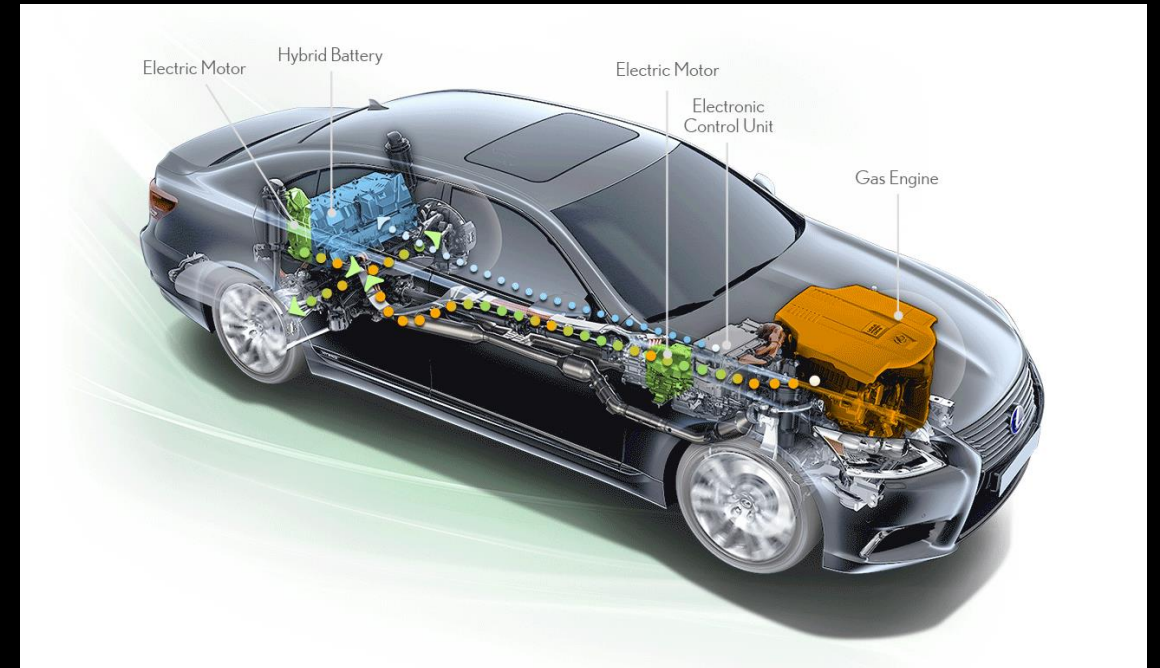


Fakt, że silnik elektryczny może pełnić funkcję prądnicy znajduje także zastosowanie w samochodach elektrycznych. Taka właściwość pozwala na odzyskanie części energii elektrycznej wykorzystanej do rozpędzenia pojazdu podczas hamowania, podczas gdy samochód spalinowy hamując, zamienia całą swoją energię kinetyczną na energię cieplną poprzez tarcie tarcz hamulcowych o klocki hamulcowe. Ta cecha samochodów elektrycznych znajduje głównie zastosowanie w jeździe po mieście, gdzie kierowcy muszą nieustannie zwalniać i znowu ruszać.

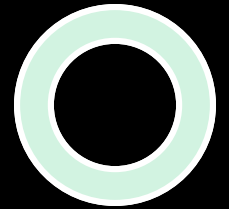


Samochody elektryczne i hybrydowe

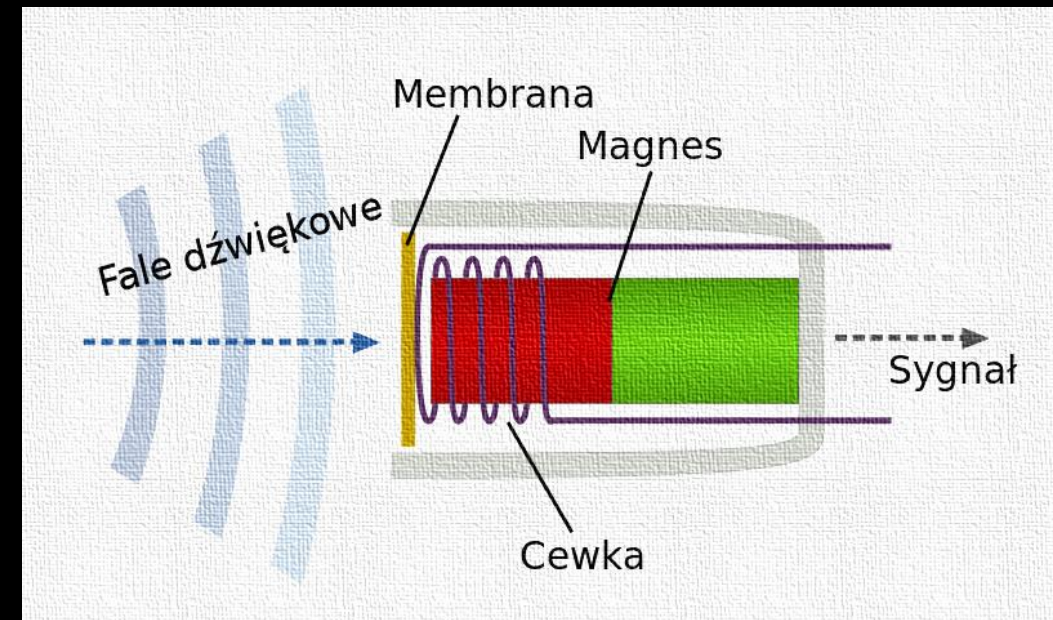
Ciekawą alternatywą dla pojazdów elektrycznych są pojazdy hybrydowe, które dysponują dwoma źródłami. Samochody hybrydowe posiadają silnik spalinowy, który gra pierwsze skrzypce jeśli chodzi o jazdę pojazdem, jednak jest wspierany przez silnik elektryczny, który świetnie sprawdza się podczas przyspieszania pojazdu i może odzyskiwać energię podczas hamowania. Takie rozwiązanie umożliwia płynną i ekonomiczną jazdę w mieście, a jednocześnie pozwala na długodystansowe trasy, które stanowią problem dla samochodów elektrycznych. Samochody hybrydowe są świetnym rozwiązaniem dla osób, które myślą o zakupie samochodu elektrycznego, ale nie są w 100% do niego przekonane.



Zjawisko indukcji elektromagnetycznej w życiu codziennym

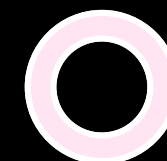


Zjawisko indukcji elektromagnetycznej wykorzystywane jest w budowie mikrofonów dynamicznych oraz głośników. Oba urządzenia składają się z membrany, cewki i magnesu trwałego. Drgania powietrza sprawiają, że membrana mikrofonu oraz przyczepiona do niej cewka porusza się w polu magnetycznym, które jest wytwarzane przez magnes trwały. Ruch cewki powoduje indukcję napięcia na jej końcach. Napięcie zmienia się w czasie zgodnie z drganiami powietrza. Głośnik jest zbudowany podobnie. Gdy podłączymy do cewki napięcie, zaczyna ona drgać w wyniku oddziaływania z magnesem trwałym i sprawia, że membrana porusza się. Tak powstaje dźwięk wytwarzany przez głośnik.

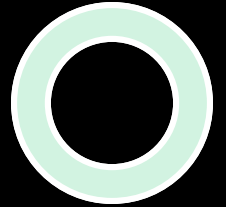


Zjawisko indukcji elektromagnetycznej w życiu codziennym

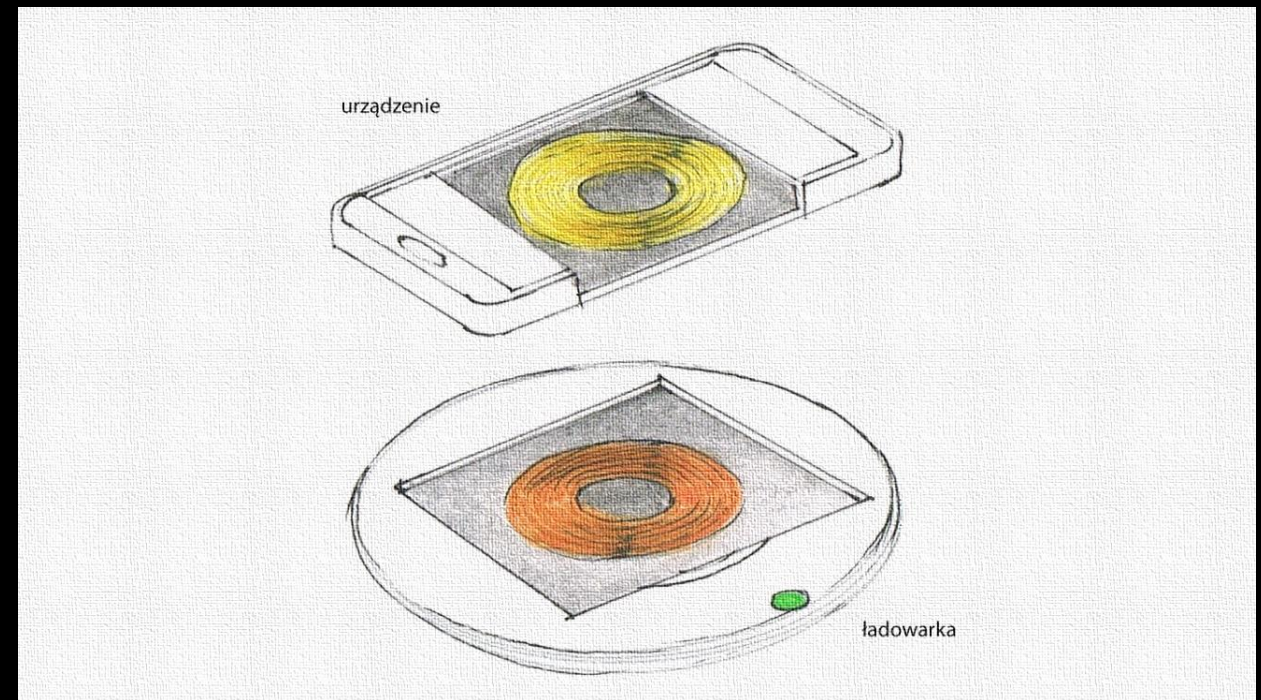
Kuchenki indukcyjne są kolejnym przykładem zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Pod płytą grzewczą znajdują się cewki, przez które płynie prąd przemienny, którego obecność sprawia, że powstaje zmienne pole magnetyczne. Gdy stawiamy na płycie indukcyjnej przystosowany do tego garnek, na skutek obecności zmiennego pola magnetycznego w garnku indukują się prądy wirowe, które sprawiają, że naczynie rozgrzewa się.



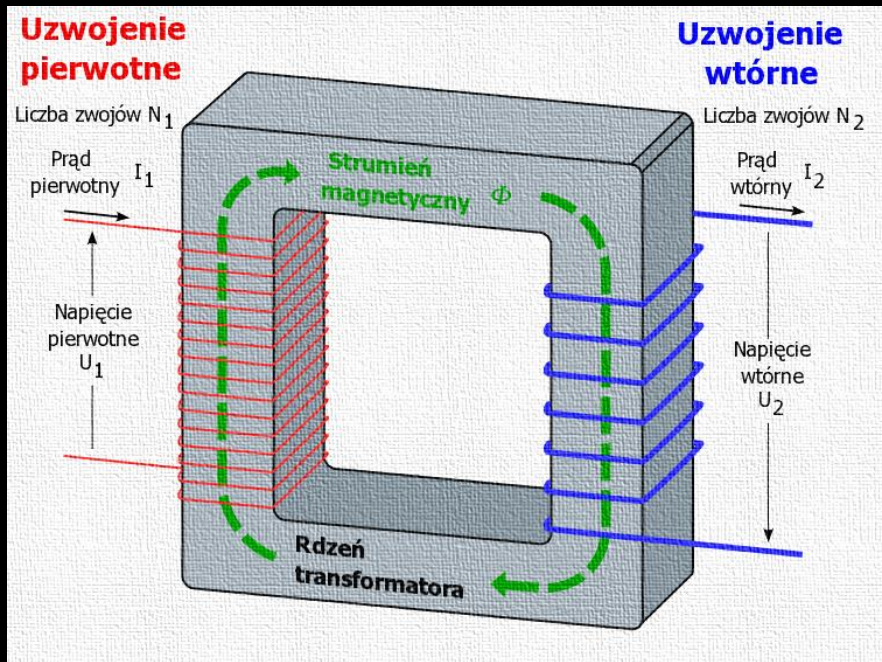
Zjawisko indukcji elektromagnetycznej w życiu codziennym



Ładowarki indukcyjne są kolejnym przykładem wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Zasada ich działania jest prosta. Cewka w ładowarce zasilana jest prądem przemiennym, co skutkuje powstawaniem zmiennego pola magnetycznego. Odbiornik (np. telefon) wyposażony jest w podobną cewkę, w której na skutek obecności zmiennego pola magnetycznego indukuje się prąd przemienny, będący następnie prostowany i wykorzystany do ładowania baterii.



Zjawisko indukcji elektromagnetycznej w życiu codziennym



$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Bardzo ważnym urządzeniem wykorzystującym zjawisko indukcji elektromagnetycznej jest transformator. To dzięki temu urządzeniu możliwe jest przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości ograniczając straty energii. Napięcie prądu powstałego w elektrowniach jest podwyższane do 400 kV i przesyłane liniami najwyższego napięcia. Takie podwyższenie napięcia powoduje, że natężenie prądu zmienia się odwrotnie proporcjonalnie do zmiany napięcia. Mniejsze natężenie prądu zgodnie ze wzorem $P = I^2 R$ oznacza mniejsze straty energii. Następnie napięcie prądu jest obniżane do 110 kV w stacjach transformatorowych NN/WN i energia jest przesyłana liniami wysokiego napięcia. Stacja transformatorowa WN/SN obniża napięcie do 10 kV, 15 kV, 20 kV lub 30 kV, a energia jest przesyłana liniami średniego napięcia. Transformatory osiedlowe obniżają napięcie do 230 V. Dzięki takiemu sposobowi przesyłania ograniczane są straty energii, a w naszych gniazdkach płynie prąd o napięciu 230V.



Dziękuję za uwagę



Prezentację wykonał:
Mateusz Gniadkowski

