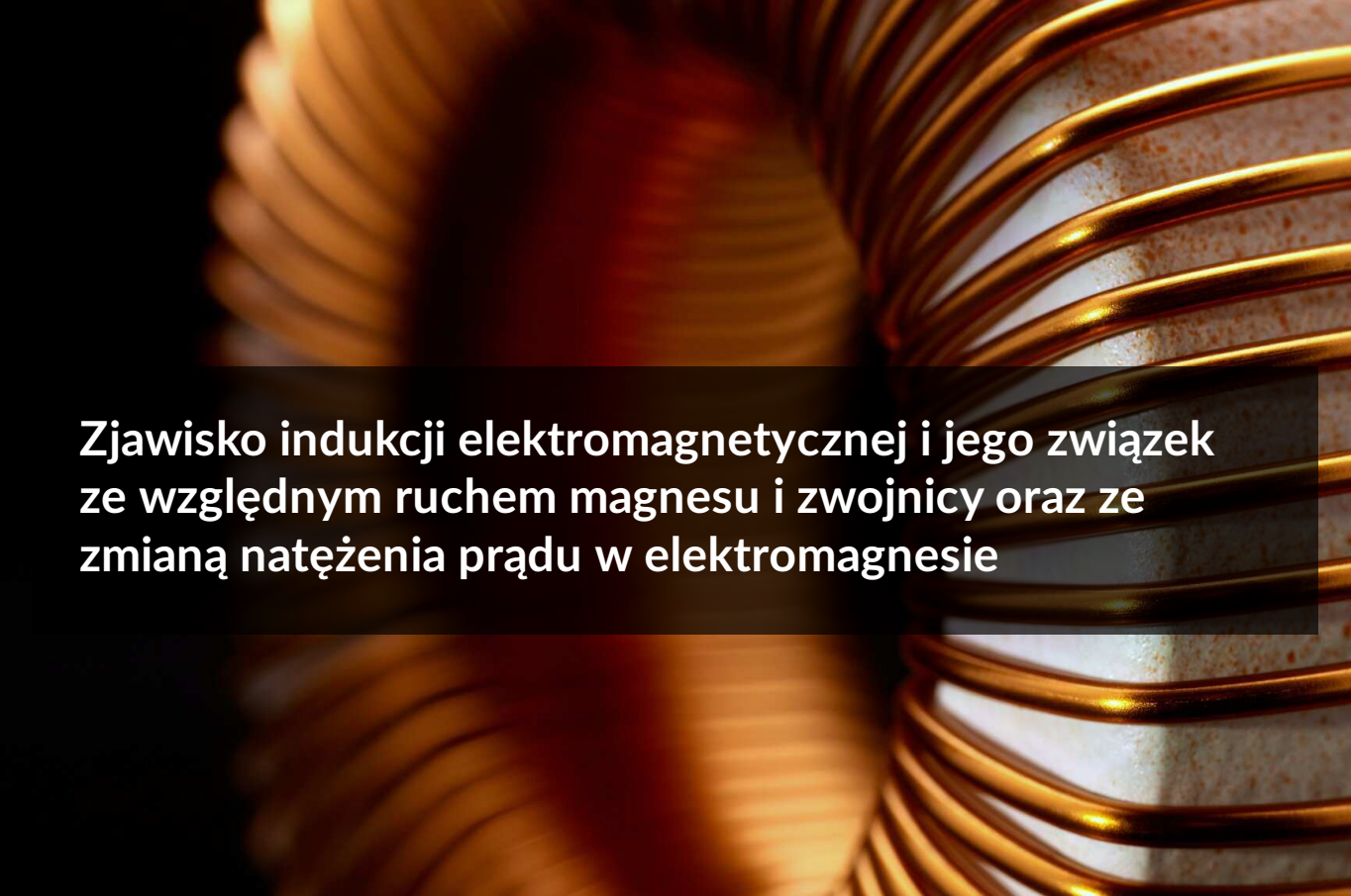




Zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względny ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium WL-I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

A close-up photograph of a glowing copper coil, likely a component of an electromagnetic device. The coil is made of many turns of wire, and the lighting is dramatic, highlighting the metallic texture and the heat of the glowing sections. The background is dark, making the bright copper stand out.

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.shutterstock.com/pl/image-photo/detail-electronic-conductor-dark-back-171568955> [dostęp 10.02.2020], Shutterstock, tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Czy to nie ciekawe?

Indukcja elektromagnetyczna jest zjawiskiem fizycznym szeroko wykorzystywanym w technice i życiu codziennym. Wspomnijmy chociażby generator prądu elektrycznego, transformator, odczyt zapisu magnetycznego (karty magnetyczne, dysk twardy komputera), działanie kuchenki indukcyjnej i pieca hutniczego. To dość szeroki zestaw - warto więc zdać sobie sprawę z tego, na czym to zjawisko polega.



Rys. a. W mikrofonie dynamicznym też zastosowano zjawisko indukcji elektromagnetycznej

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.pexels.com/photo/selective-focus-photography-of-microphone-on-microphone-stand-1745762/> [dostęp 12.10.2022], domena publiczna.

Najprostsza definicja zjawiska charakteryzuje je ogólnie: indukcja elektromagnetyczna polega na wytwarzaniu prądu elektrycznego za pomocą pola magnetycznego. Ale sprawa wcale nie jest prosta i oczywista. Jeśli na przykład zamknięty obwód przewodzący położymy w pobliżu magnesu, to prąd w tym obwodzie nie będzie płynął, mimo że znajduje się w polu magnetycznym. Jaki jest zatem warunek pojawienia się prądu indukcyjnego?

Twoje cele

W tym e-materiale:

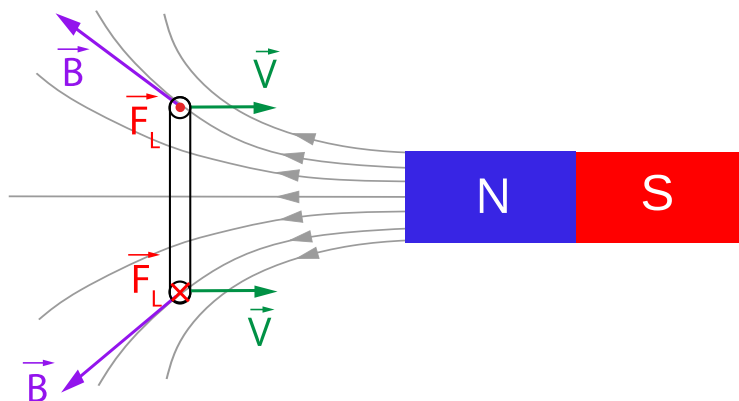
- Poznasz, jaki warunek musi być spełniony, aby wystąpiło zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- podasz dwie przyczyny zachodzenia zjawiska indukcji elektromagnetycznej,
- zbadasz w wirtualnym laboratorium, w jakich szczególnych przypadkach zachodzi zjawisko indukcji elektromagnetycznej i przekonasz się, że za każdym razem, mimo różnych przyczyn fizycznych, spełniony jest ten sam warunek, gdy wytwarzamy w obwodzie ten sam prąd;
- przedstawisz argumenty przemawiające za określeniem odkrycia Faradaya mianem „rewolucyjne”.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Siła Lorentza

Czasem można usłyszeć, że prąd indukcyjny popłynie w obwodzie zamkniętym wtedy, gdy będziemy poruszać nim w [polu magnetycznym](#). Przyjrzyjmy się temu dokładnie. Rozpatrzmy typową sytuację, zobrazowaną na Rys. 1.

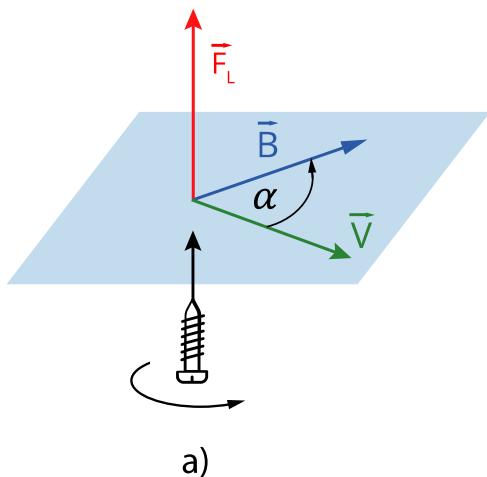


Rys. 1. Kołowy przewodnik zbliża się do bieguna N magnesu w niejednorodnym polu magnetycznym
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Wyobraź sobie przewodnik kołowy, który będziemy przysuwać do bieguna północnego magnesu (Rys. 1.). Przewodnik, ustawiony w płaszczyźnie prostopadłej do rysunku, przedstawiony jest tu w przekroju poprzecznym. Zielone wektory prędkości pokazują kierunek ruchu przewodnika. Wraz z samym przewodnikiem poruszają się hipotetyczne dodatnie ładunki, znajdujące się w przewodniku, które w tym rozumowaniu uznamy za nośniki prądu (przyjmiemy, że mają swobodę ruchu). Jak wiesz, na poruszające się ładunki znajdujące się w polu magnetycznym działa [siła Lorentza](#) \vec{F}_L .

Już wiesz

Przypomnijmy, że kierunek i zwrot siły Lorentza można wyznaczyć stosując regułę śruby prawoskrętnej (Rys. 2a.) lub regułę trzech palców Fleminga (Rys. 2b.).

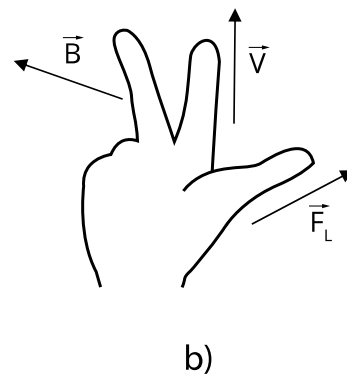


a)

Rys. 2a.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki,
licencja: CC BY 4.0.

lub



b)

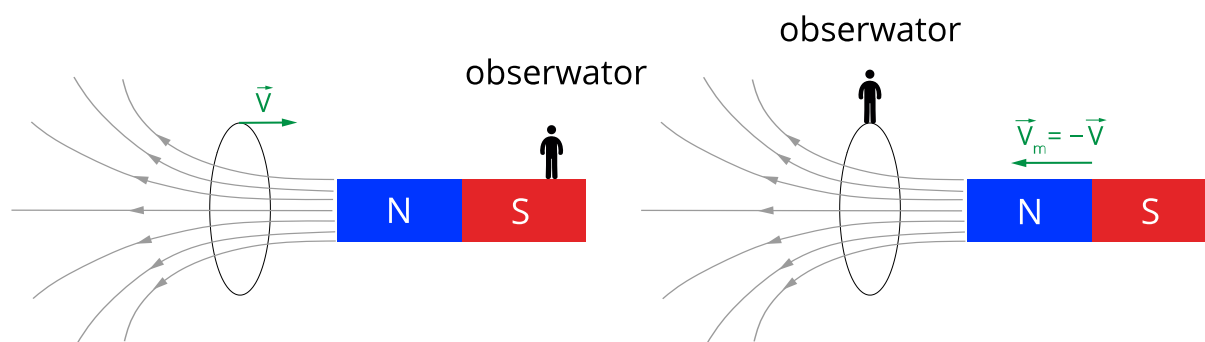
Rys. 2b.

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki,
licencja: CC BY 4.0.

Tak wyznaczony kierunek i zwrot **siły Lorentza** \vec{F}_L (zaznaczony na Rys. 1.) daje na przekroju górnym obwodu siłę na dodatni nośnik prądu skierowaną w naszą stronę, na przekroju dolnym siła działa „od nas”. Tak więc siła Lorentza działająca na ładunki w przewodniku spowoduje przepływ w nim prądu. Przekonaliśmy się o słuszności podanego na początku stwierdzenia i nawet umiemy wyjaśnić, skąd „bierze się” prąd, co jest jego przyczyną.

Zasada względności...

...podpowiada nam, co zaobserwujemy w sytuacji symetrycznej (Rys. 3.). Obserwator związany z przewodnikiem jest nieruchomy, ale zbliżany jest do niego magnes z taką samą co do wartości i kierunku prędkością, co poprzednio przewodnik do magnesu. Obie te prędkości mają jednak przeciwne zwroty.



Rys. 3. Obserwator związany z magnesem widzi kołowy obwód poruszający się w niejednorodnym polu magnetycznym. Obserwator związany z tym obwodem widzi zbliżający się do niego magnes

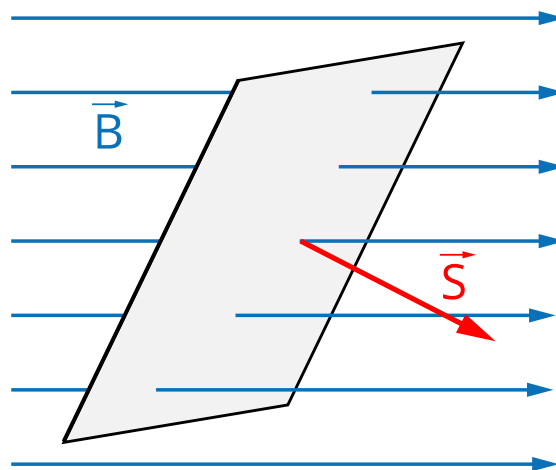
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Jesteśmy przekonani, że w drugim przypadku również wywołamy prąd indukcyjny. Przecież to jest to samo doświadczenie co poprzednio, oglądane tylko z innego punktu widzenia (układu odniesienia); przedtem układ odniesienia (obserwator) związany był z magnesem, a teraz obserwator „siedzi” na przewodniku i widzi, że to magnes się do niego przybliża. Mamy silne podstawy fizyczne, żeby twierdzić, że oba układy odniesienia są równoważne i zjawiska przebiegają w nich identycznie. I tak rzeczywiście będzie.

Linie pola magnetycznego przebijają zamknięty obwód.

Są jednak takie przypadki, że poruszamy obwodem w polu magnetycznym, ale nie wzbudzamy w nim prądu. Czy istnieje jakaś prawidłowość, która będzie określała, kiedy prąd indukcyjny popłynie, przy ruchu względnym przewodnika i magnesu, a kiedy nie?

Tak, prawidłowość tę odkrył Faraday, wykonując bardzo wiele pomysłowych eksperymentów i uogólniając ich wyniki. Stwierdził, że żeby w obwodzie popłynął prąd indukcyjny, musimy tak działać, **aby zmieniła się liczba linii pola magnetycznego przebijających powierzchnię obwodu** (Rys. 4.).



Rys. 4. Powierzchnia reprezentowana przez prostopadły do niej wektor \vec{S} jest przebijana przez linie pola magnetycznego \vec{B}

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Otwierają się tutaj różne możliwości wzbudzania prądu indukcyjnego. Możemy na przykład w **polu jednorodnym** obracać obwód, zmieniając jego ustawienie względem **linii pola magnetycznego**. Możemy też zmniejszać pole obwodu, na przykład ściskając go. Wtedy mniej linii będzie przechodziło przez obwód.

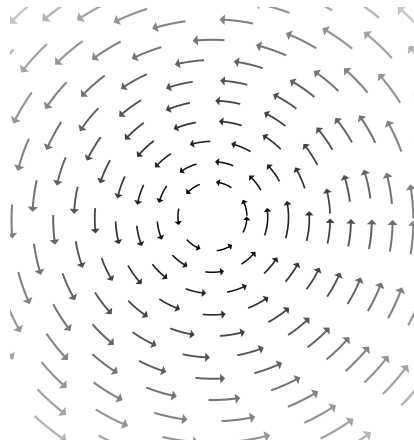
Ale jeszcze ciekawsza, bo prowadząca do odkrycia nowego prawa fizycznego, jest konstatacja następująca. Jeśli reguła Faradaya jest słuszna, to powinniśmy uzyskać prąd w obwodzie nie poruszając niczym, ani obwodem, ani źródłem pola magnetycznego. Aby uzyskać zmianę liczby linii, wystarczy przecież **zmienić wartość indukcji magnetycznej B** .

Wróćmy do naszego pierwszego układu i zastosujmy zamiast magnesu elektromagnes. Jeśli zmienimy natężenie prądu w elektromagnesie, to proporcjonalnie zmienimy wartość indukcji B , a więc i liczbę linii pola przechodzących przez obwód. W tym momencie popłynie prąd. Tak jest – eksperymenty to potwierdzają.

Dla zainteresowanych

Pójdźmy jeszcze dalej i zadajmy sobie pytanie: dlaczego? Jaka jest przyczyna fizyczna przepływu prądu? Co powoduje ruch ładunków wzdłuż obwodu? Ładunki nie przesuwają się teraz wraz z obwodem, więc z pewnością nie działa na nie siła magnetyczna Lorentza, tak jak było poprzednio.

Wyjaśnienie jest jedno – to **siła elektryczna** popycha ładunki wzdłuż obwodu, powodując przepływ prądu. Zauważamy w ten sposób nowe zjawisko – **wytwarzanie pola elektrycznego za pomocą zmieniającego się pola magnetycznego**. Przy czym to pole elektryczne musi mieć charakter pola wirowego (zobacz Rys. 5.), tak aby ładunki swobodne znajdujące się w obwodzie były popychane przez siły elektryczne w przewodniku w jedną stronę tworząc prąd elektryczny.



Rys. 5. Obraz wirowego pola elektrycznego. Zwróć uwagę na to, że wektory natężenia pola elektrycznego ustawione są jeden za drugim tworząc „kółka”; nie zaczynają się ani nie kończą na ładunkach, jak to jest dla pola elektrostatycznego

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Słowniczek

Pole magnetyczne

(ang. *magnetic field*) – stan przestrzeni charakteryzujący się działaniem siły, zwanej siłą magnetyczną (Lorentza) na poruszający się ładunek umieszczony w tej przestrzeni bądź

na obiekt obdarzony momentem magnetycznym; wielkością charakteryzującą pole magnetyczne jest wektor indukcji magnetycznej \vec{B} .

Linie pola magnetycznego

(ang. *magnetic line of induction*) – poglądowy obraz pola magnetycznego. Przebieg linii odzwierciedla układ wektorów indukcji magnetycznej \vec{B} w przestrzeni. W dowolnym punkcie linii pola zaczepiony jest wektor \vec{B} , styczny do tej linii.

Siła magnetyczna

(ang. *magnetic force*) – inaczej zwana siłą **Lorentza** (ściślej jej częścią magnetyczną) jest siłą działającą na poruszający się ładunek w polu magnetycznym; opisana jest równaniem $\vec{F}_{mag} = q \cdot \left(\vec{v} \times \vec{B} \right)$, gdzie q jest ładunkiem (z uwzględnieniem znaku), \vec{v} -

wektorem prędkości ładunku, a \vec{B} - wektorem indukcji magnetycznej w punkcie, w którym znajduje się ładunek.

Wartość tej siły obliczana jest w następujący sposób: $F_{mag} = \left| q \right| v B \sin \angle \left(\vec{v}, \vec{B} \right)$,

a kierunek wyznacza się stosując regułę śruby prawoskrętnej lub inną, równoważną.

Pole jednorodne

(ang. *uniform field*) – pole elektryczne, magnetyczne bądź grawitacyjne o liniach równoległych; w każdym punkcie przestrzeni wektory opisujące pole są takie same – o tej samej wartości kierunku i zwrocie.

Wirtualne laboratorium WL-I

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem elektromagnesu i cewki.

Trzyczęściowy eksperyment w wirtualnym laboratorium.

Zapoznaj się z zestawem doświadczalnym i z instrukcją wykonania eksperymentu, którego ogólnym celem jest zbadanie wpływu różnych czynników na przepływ prądu w zjawisku indukcji elektromagnetycznej.

Zapoznaj się także ze strukturą Dziennika badań, wspólnego dla całego eksperymentu. Znajdziesz go w części poświęconej doświadczeniu 1.

Przeprowadź kolejno trzy doświadczenia, zwracając uwagę na szczegółowe cele zapisane dla każdego z nich. Możesz wykorzystać postępowanie zaproponowane w instrukcji laboratorium lub w poleceniach.

Przebieg każdego eksperymentu i wyniki obserwacji zapisz w Dzienniku badań w formie dostosowanej do każdego z sześciu poleceń.

Problem dodatkowy - alternatywne wyposażenie laboratorium.

Źródłem pola magnetycznego w laboratorium jest elektromagnes, w którym prąd może być wyłączony albo włączany w każdym z dwóch kierunków.

Prowadząc obserwacje miej na uwadze, czy można każdą z nich przeprowadzić z wykorzystaniem zwyczajnego magnesu sztabkowego zamiast elektromagnesu. Swoje rozstrzygnięcia przedstaw poprzez wykonanie ćwiczeń. Uzasadnienia rozstrzygnięć zapisz w odpowiedniej sekcji Dziennika badawczego.

Doświadczenie 1

Problem badawczy

Od czego zależą kierunek oraz natężenie prądu wyindukowanego w cewce pod wpływem poruszającego się elektromagnesu?

Hipoteza

1. Natężenie prądu indukcyjnego zależy od prędkości ruchu elektromagnesu względem cewki.
2. Kierunek prądu indukcyjnego ulega zmianie po zmianie kierunku przepływu prądu zasilającego elektromagnes.

Instrukcja

Polecenie 1

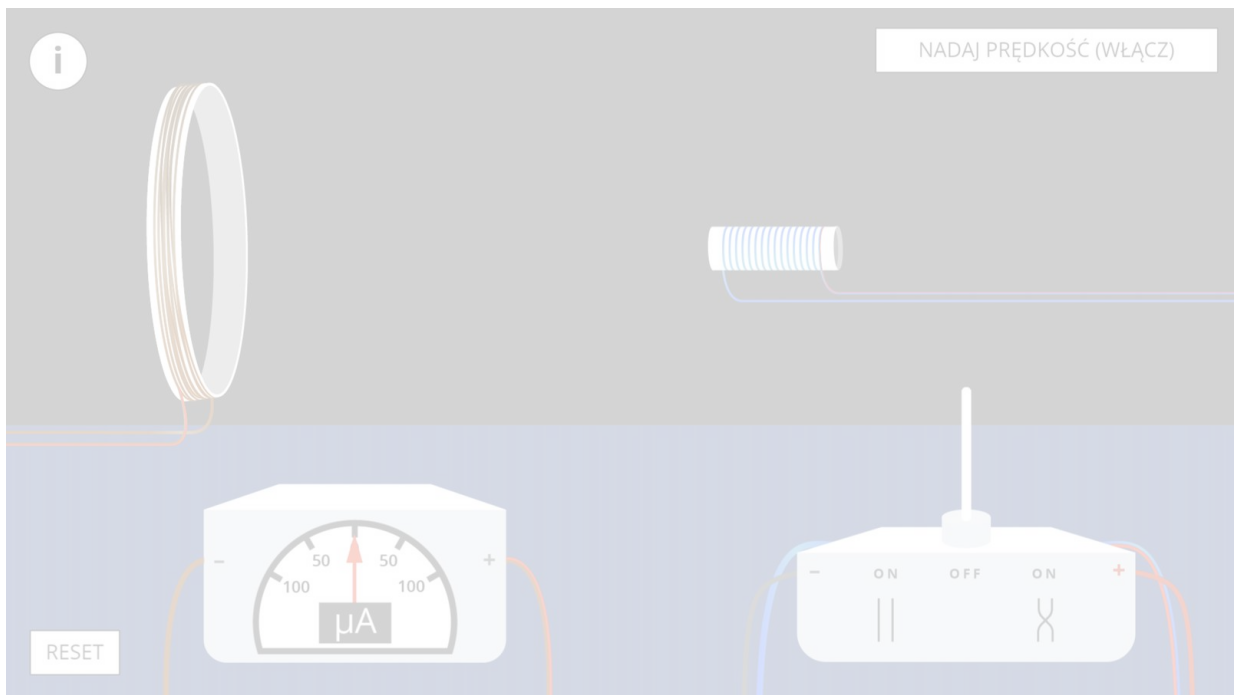
Na początek ustaw cewkę indukcyjną na środku ekranu i włącz elektromagnes w pozycję ON, w lewą stronę. Chwyć elektromagnes i przesunij go powoli przez cewkę. Następnie wykonaj to samo szybszym ruchem. Obserwuj zachowanie wskazówki amperomierza.

Polecenie 2

Następnie ustaw włączony elektromagnes w środku cewki. Wypróbuj kilka innych pozycji nieruchomego elektromagnesu i obserwuj zachowanie wskazówki amperomierza.

Polecenie 3

Ustaw przełącznik w pozycję ON, po prawej stronie. Przeprowadź ponownie obserwacje z poleceń 1 i 2.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DJjilEEoV>

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Podsumowanie

Ćwiczenie 1

Zapisz uzasadnienie swojego poglądu oraz, ewentualnie, właściwego rozstrzygnięcia, w odpowiedniej sekcji Dziennika badawczego.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Jak zmienia się natężenie wyindukowanego prądu w zależności od tego, czy porusza się cewka czy elektromagnes?

Hipoteza

Natężenie i kierunek prądu pozostają jednakowe, niezależnie, czy w układzie laboratoryjnym porusza się elektromagnes czy cewka.

Instrukcja

Polecenie 4

4.1. Ustaw cewkę w środku ekranu, a elektromagnes z jego prawej strony. Włącz elektromagnes i kliknij przycisk „Nadaj prędkość”. Nadaj elektromagnesowi wybraną prędkość i pozwól mu „przelecieć” przez cewkę. Obserwuj wskazówkę amperomierza i odnotuj maksymalne natężenie prądu przez niego pokazane.

4.2. Ustaw cewkę po lewej stronie ekranu, a włączony elektromagnes w środku. (pozostaw przełącznik w tej samej pozycji, co w 4.1). Kliknij przycisk „Nadaj prędkość”. Nadaj cewce tę samą szybkość, którą wcześniej miał elektromagnes. Pozwól cewce „przelecieć” dookoła elektromagnesu. Obserwuj wskazówkę amperomierza i odnotuj maksymalne natężenie prądu przez niego pokazane.

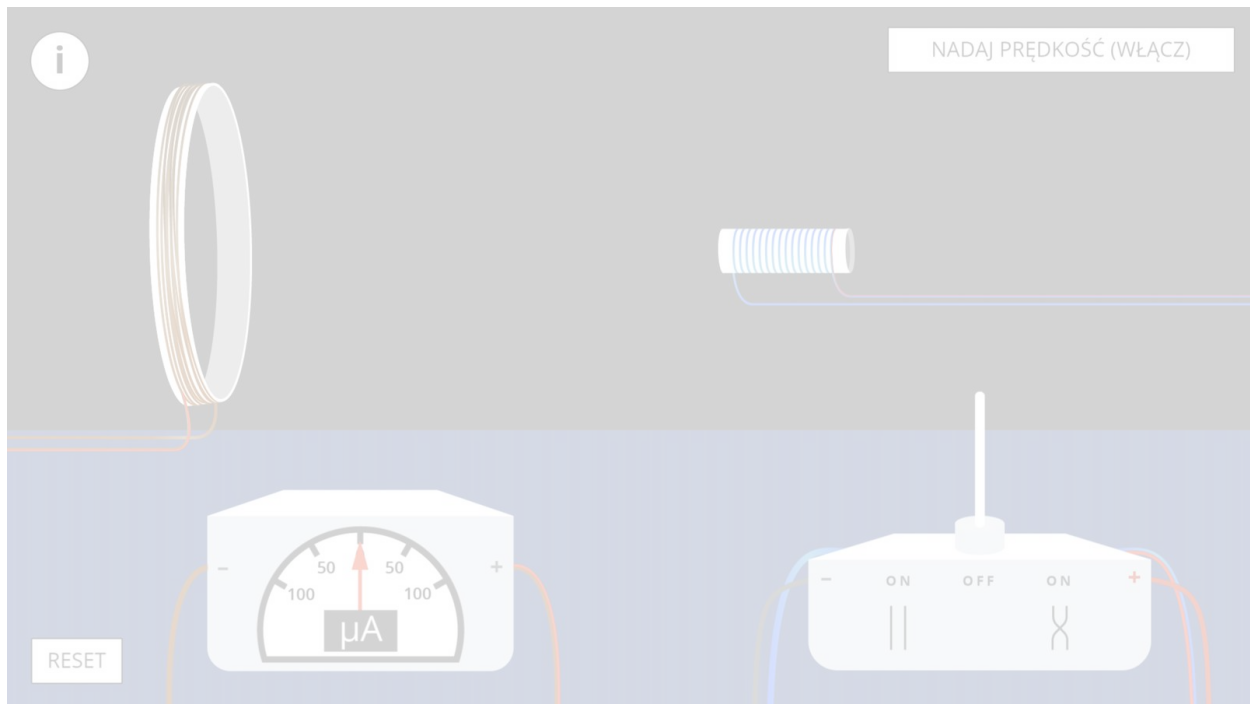
Porównaj wyniki tych obserwacji i zapisz w Dzienniku badań, w postaci wniosku, interpretację tego porównania.

Przedstaw rozstrzygnięcie hipotezy badawczej.

Polecenie 5

Powtórz obie obserwacje 4.1 i 4.2 z inną szybkością nadaną cewce i elektromagnesowi. Oczywiście także tym razem szybkości te powinny być jednakowe.

Sformułuj pomocniczą hipotezę badawczą i zapisz, czy Twoja obserwacja ją potwierdziła czy obaliła.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DJjilEEoV>

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Podsumowanie

Ćwiczenie 2

Zapisz uzasadnienie swojego poglądu oraz, ewentualnie, właściwego rozstrzygnięcia, w odpowiedniej sekcji Dziennika badawczego.

Doświadczenie 3

Problem badawczy

Czy można uzyskać przepływ prądu indukcyjnego w cewce gdy jest ona nieruchoma względem elektromagnesu?

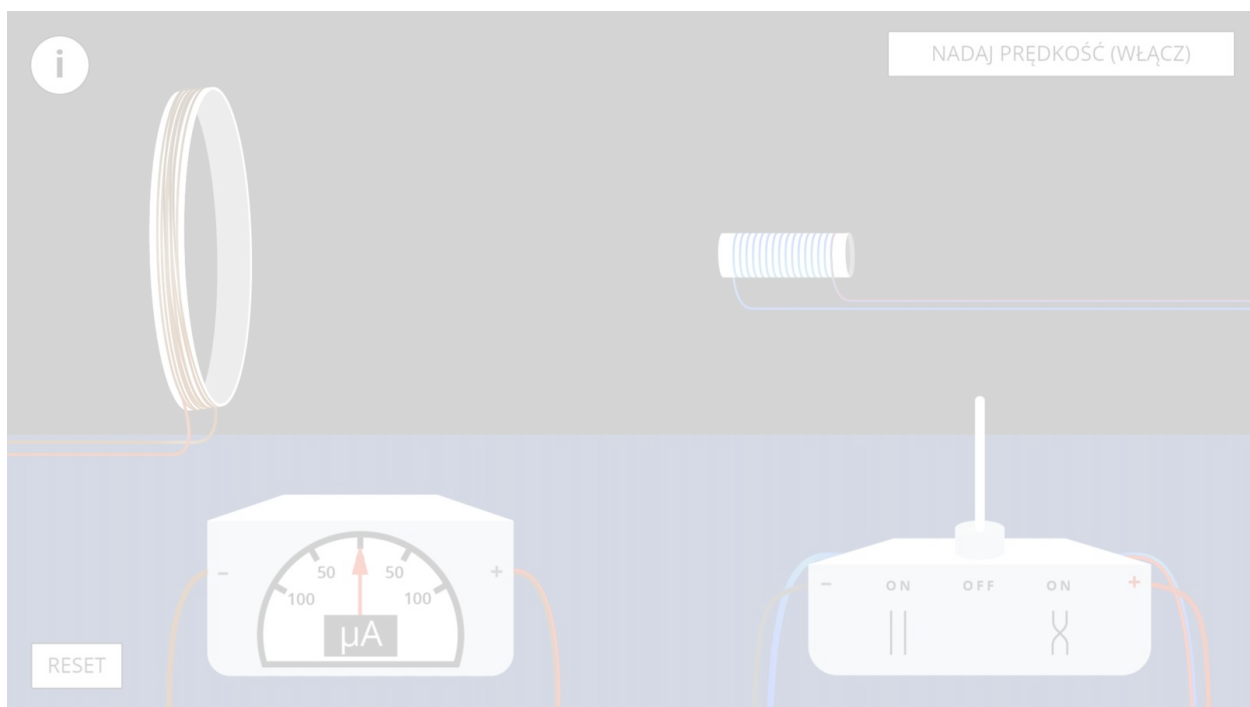
Hipoteza

Sformułuj samodzielnie hipotezę powiązaną z celem badania. Uwzględnij przy tym wyniki poprzednich dwóch doświadczeń.

Instrukcja

Polecenie 6

Wykorzystaj możliwości wirtualnego laboratorium i zweryfikuj postawioną hipotezę. Wynik obserwacji i rozstrzygnięcie problemu badawczego zapisz w Dzienniku badań.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DJjilEEoV>




Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Podsumowanie

Ćwiczenie 3

Rozstrzygnij, czy obserwację niezbędną do zweryfikowania postawionej przez Ciebie hipotezy można byłoby przeprowadzić z wykorzystaniem magnesu sztabkowego zamiast elektromagnesu. Zapisz swój pogląd, wraz z uzasadnieniem, w odpowiedniej sekcji Dziennika badawczego. Zapoznaj się z wyjaśnieniem i, jeśli jest ono niezgodne z Twoim poglądem, podaj argumenty za jego trafnością.

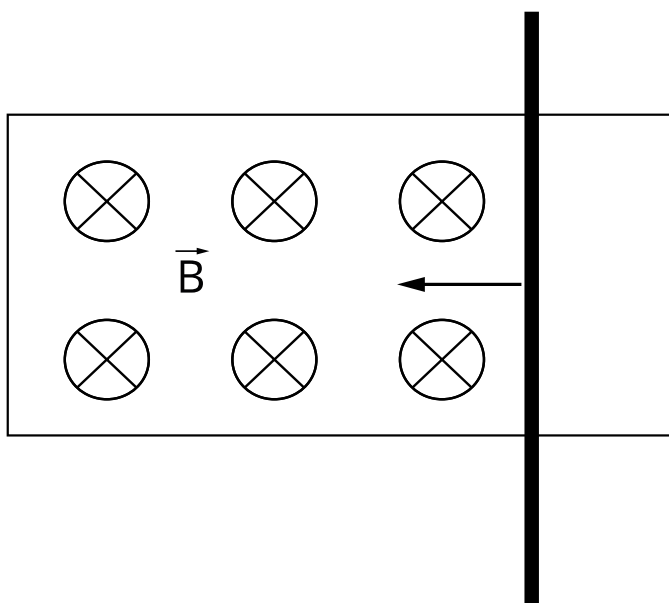
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2

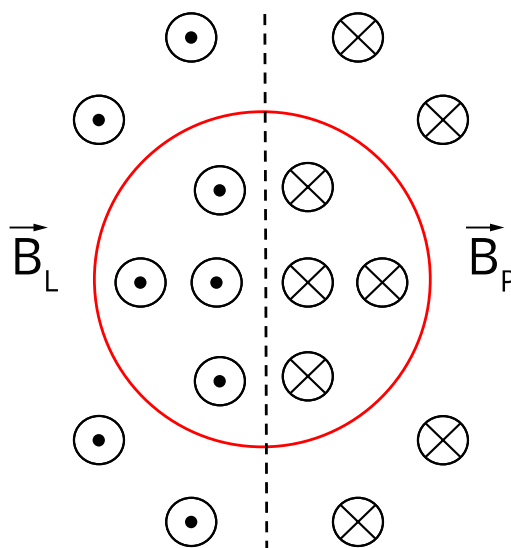


Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 3

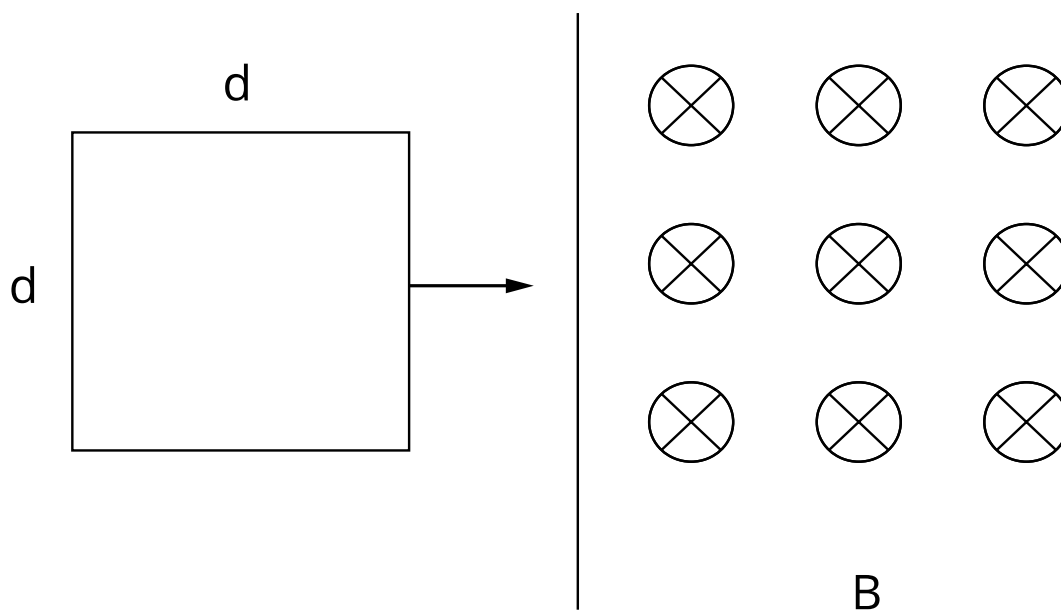


Ćwiczenie 4



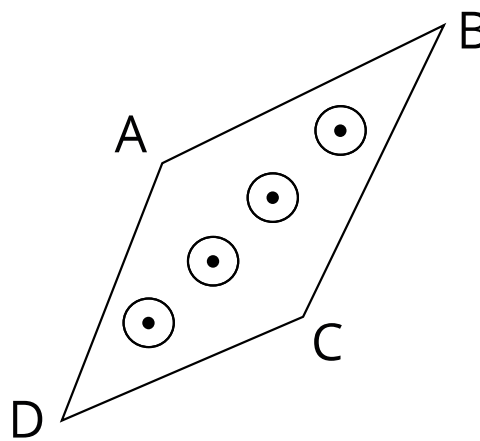
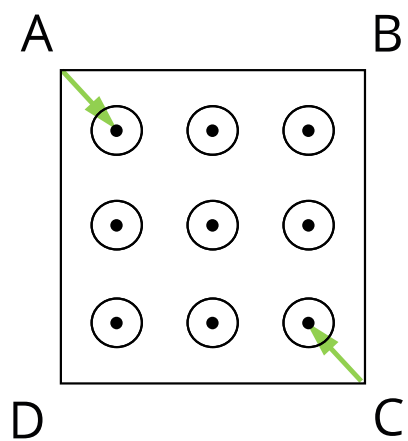
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 5



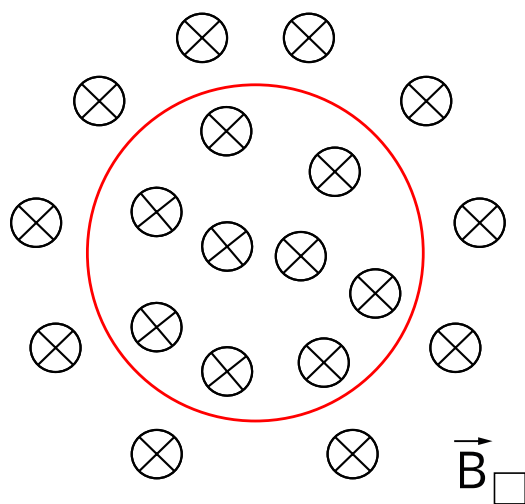
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 6



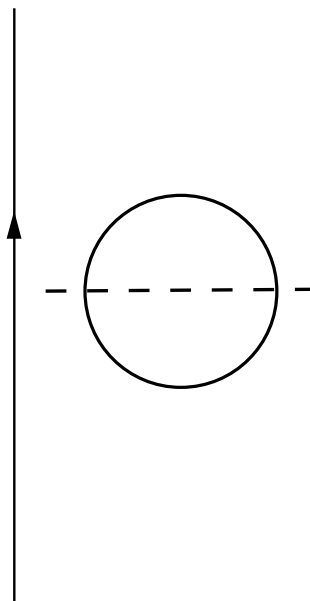
Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 7



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Ćwiczenie 8



Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Nina Tomaszewska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość.</p> <p>VIII. Magnetyzm. Uczeń:</p> <p>3) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jej związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy lub zmianą natężenia prądu w elektromagnesie;</p> <p>6) doświadczalnie:</p> <p>b) demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p>

	<p>7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach;</p> <p>10) przeprowadza wybrane obserwacje, pomiary i doświadczenia korzystając z ich opisów; planuje i modyfikuje ich przebieg; formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji;</p> <p>9) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; stosuje regułę Lenza; opisuje przemiany energii podczas działania prądu;</p> <p>15) doświadczalnie:</p> <p>b) demonstruje zjawisko indukcji elektromagnetycznej i jego związek ze względnym ruchem magnesu i zwojnicy oraz ze zmianą natężenia prądu w elektromagnesie.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.</p> <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. określi istotę zjawiska indukcji elektromagnetycznej, 2. wymieni przyczyny zjawiska indukcji elektromagnetycznej i wyjaśni, dlaczego zjawisko to zachodzi, 3. zbada w wirtualnym laboratorium, w jakich szczególnych przypadkach zachodzi zjawisko indukcji elektromagnetycznej i przekona się, że za każdym razem, mimo różnych przyczyn fizycznych, spełniony jest ten sam warunek, gdy wytwarzamy w obwodzie ten sam prąd; 4. wyjaśni, na czym polega rewolucyjność odkrycia Faradaya.
Strategie nauczania:	blended-learning
Metody nauczania:	wykład informacyjny wspomagany pokazem multimedialnym
Formy zajęć:	praca w zespole klasowym
Środki dydaktyczne:	niniejszy e-materiał + komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia

Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel pyta uczniów, czy możliwe jest, by w zamkniętym obwodzie zawierającym wyłącznie odbiorniki energii elektrycznej płynął prąd elektryczny? Prosi uczniów o podanie wyobrażeń na temat tego, czym jest generator napięcia w elektrowni. Czy i w jakim stopniu jest podobny do typowo spotykanej bateryjki czy akumulatorka. W efekcie wymiany myśli nauczyciel demonstruje indukowanie prądu w zamkniętym obwodzie za pomocą magnesu.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel, podobnie jak jest to zrealizowane w materiale, omawia powstawanie prądu, wtedy gdy zbliżamy bądź oddalamy przewodnik kołowy do/od magnesu. Najlepiej byłoby, jeśli tego jeszcze nauczyciel nie zrobił, wykonać pokaz doświadczalny. Nauczyciel omawia szczególnie przypadek wytwarzania prądu indukcyjnego, polegający na wykorzystaniu jako źródła pola magnetycznego elektromagnesu, w którym włączamy i wyłączamy prąd. Byłoby idealnie, gdyby wykonać ten prosty eksperyment w klasie. Oczywiście, jeśli nie będzie takiej okazji, żeby uczniowie wraz z nauczycielem poeksperymentowali, to mogą to zrobić z pomocą wirtualnego laboratorium. Jeśli zapoznali się przedtem z pokazami eksperymentalnymi w klasie, będzie dla nich bardzo kształcąca samodzielna zabawa w WL.</p>	
Faza podsumowująca:	
<p>Uczniowie, przy pomocy nauczyciela, rozwiązują zadania: 3, 4, 5, 8 z zestawu ćwiczeń. Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa, w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.</p>	
Praca domowa:	
<p>Uczniowie utrwalają wiedzę i zdobyte umiejętności przez rozwiązanie w domu zadań: 1, 2, 6, 7 z zestawu ćwiczeń.</p>	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	<p>Interesującym rozwiązaniem metodycznym będzie zastosowanie nauczania wyprzedzającego i zadanie uczniom do samodzielnego wykonania symulacji w WL przed lekcją. Pod warunkiem jednak, że jakakolwiek lekcja o indukcji magnetycznej wcześniej się odbyła.</p>