



Jak oddziałuje pole magnetyczne na przewodnik z prądem?

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

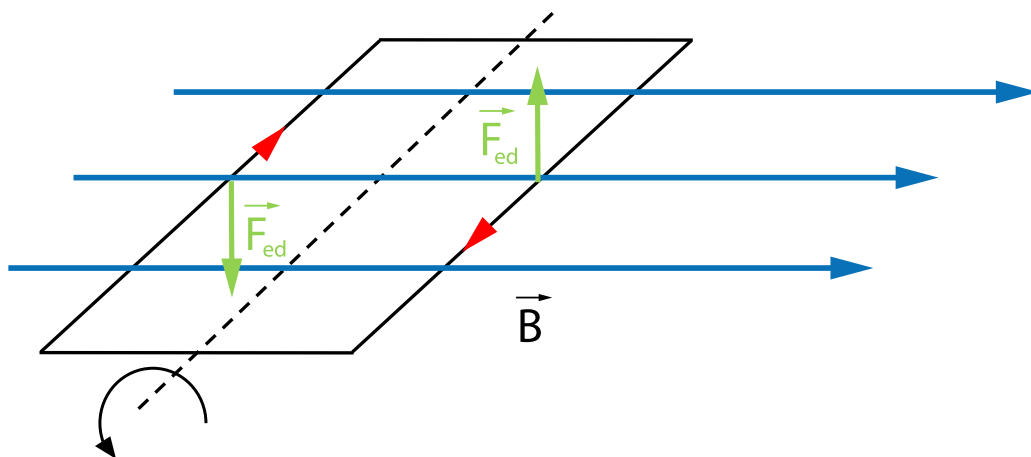


Jak oddziałuje pole magnetyczne na przewodnik z prądem?

Czy to nie ciekawe?

Pewnie wiesz, że silnik elektryczny jest zasadniczą częścią wielu urządzeń, takich jak: odkurzacz, pralka, zmywarka, wiertarka. Nie będziemy w tym miejscu szczegółowo omawiać budowy i działania silnika, ale zajmiemy się tym, co sprawia, że silnik wykonuje swoją pracę. Otóż silnik obraca się dzięki sile, z jaką pole magnetyczne działa na przewodnik z prądem. Ta siła jest nazywana siłą elektrodynamiczną.

Jeśli wyobrazisz sobie obwód z prądem w kształcie ramki osadzonej na osi i umieścisz tę ramkę w polu magnetycznym o liniach zwróconych tak, jak na Rys. a., to ramka obróci się. Ten wymuszony istnieniem pola magnetycznego obrót jest podstawą działania silnika! Więcej o sile elektrodynamicznej dowiesz się, studiując ten e-materiał.



Rys. a. Na ramkę z prądem, która jest umieszczona w polu magnetycznym działa tzw. siła elektrodynamiczna, która sprawia, że ramka obraca się w tym polu.

Twoje cele

- dowiesz się, w jakich warunkach działa siła elektrodynamiczna,
- wyjaśnisz, od czego zależy wartość siły elektrodynamicznej,
- przeanalizujesz kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej za pomocą reguły lewej dłoni,
- zaplanujesz i przeprowadzisz doświadczenie w wirtualnym laboratorium, w którym wyznaczysz wektor indukcji jednorodnego pola magnetycznego.

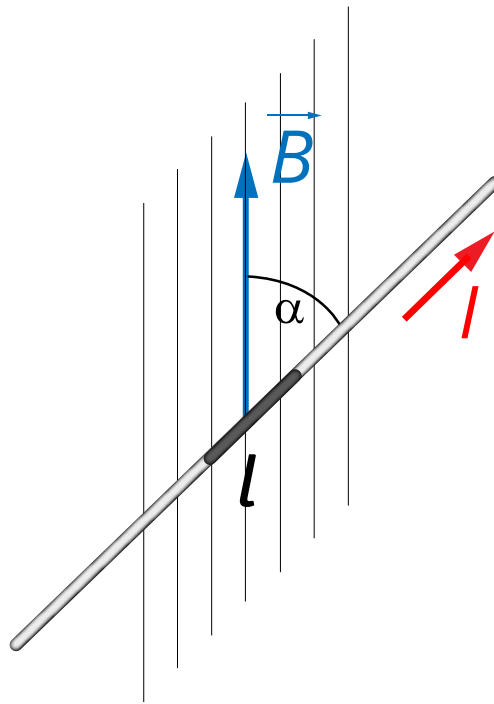
Przeczytaj

Warto przeczytać

Jeśli przewodnik, w którym płynie stały prąd o natężeniu I umieścimy w jednorodnym [polu magnetycznym](#) o wektorze indukcji $\vec{B}$, to na fragment przewodnika o długości l będzie działała **siła elektrodynamiczna** o wartości:

$$F_{\text{ed}} = IlB \sin \alpha,$$

gdzie α jest kątem pomiędzy przewodnikiem i liniami pola magnetycznego (Rys. 1.).



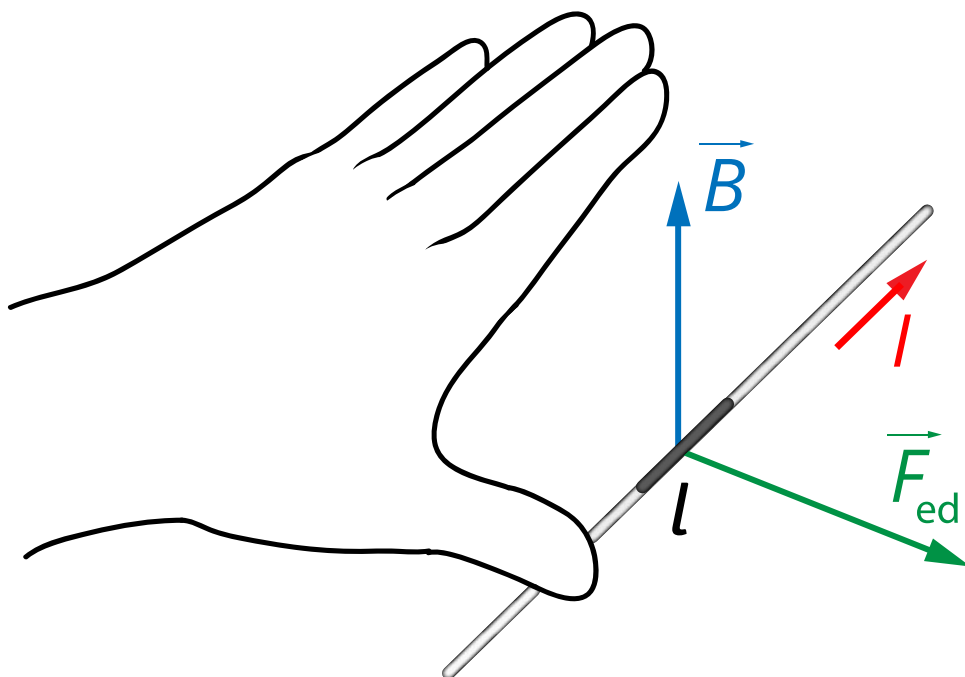
Rys. 1. Zmiana kąta α pomiędzy przewodnikiem z prądem a wektorem indukcji magnetycznej $\vec{B}$ wpływa na zmianę wartości siły elektrodynamicznej.

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

Z podanej zależności wynika, że wartość siły jest wprost proporcjonalna do wartości natężenia prądu I , długości przewodnika l i wartości indukcji magnetycznej B , ale zależy też od wartości sinusa kąta między przewodnikiem i [liniami pola magnetycznego](#). Gdy przewodnik z prądem ustawiony jest równolegle do linii pola, tzn. gdy $\alpha = 0^\circ$ lub 180° , wtedy żadna siła nie działa, bo $\sin 0^\circ = \sin 180^\circ = 0$. Z kolei

siła będzie miała maksymalną wartość, gdy przewodnik będzie ustawiony prostopadle do linii pola, czyli gdy $\sin 90^\circ = \sin 270^\circ = 1$.

Kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej możemy wyznaczyć korzystając z **reguły lewej dłoni**, tak jak zostało to zilustrowane na Rys. 2.: Jeśli lewą dłoń skierujemy czterema palcami wzdłuż przewodnika w kierunku przepływającego prądu, a linie pola magnetycznego będą „wchodziły” w dłoń, to kciuk pokaże kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej.



Rys. 2. Reguła lewej dłoni – opis w tekście.

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

Spróbujemy teraz tę wiedzę zastosować do przykładu z huśtawką przedstawioną na poniższej fotografii (Rys. 3.).

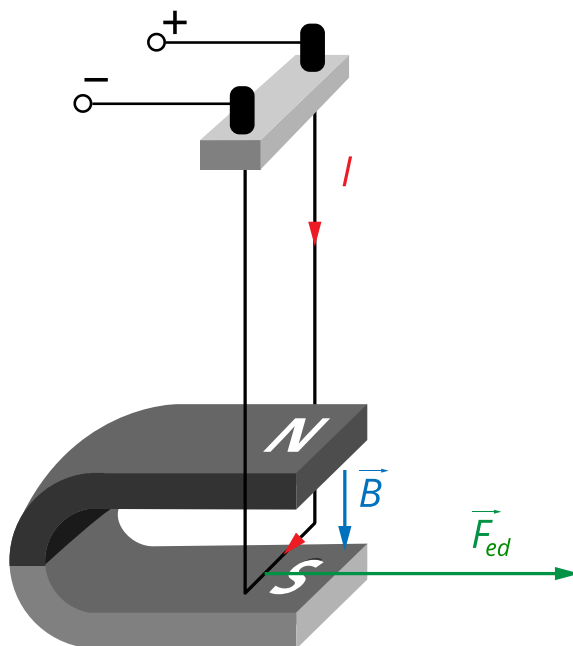


Rys. 3. Wykonana z aluminium huśtawka, którą można wprowadzić w ruch za pomocą siły elektrodynamicznej - opis w tekście.

Źródło: dostępny w internecie: <https://youtu.be/w6-lrGZbArw>, domena publiczna.

Podłączając baterię do zacisków widocznych powyżej białego walcowatego uchwytu, spowodujemy przepływ prądu przez huśtawkę. Na poziomą poprzeczkę huśtawki zacznie działać siła elektrodynamiczna pochodząca od pola wytwarzanego przez magnes podkowiasty. Przyjrzyj się dokładnie sytuacji przedstawionej na Rys. 3. Czy potrafisz odgadnąć, w którą stronę odchyli się huśtawka? A jaki będzie kąt tego odchylenia?

Odpowiedź na pierwsze pytanie - o kierunek siły elektrodynamicznej - znajdziesz na Rys. 4. Aby odpowiedzieć na drugie pytanie uprościmy sobie nieco nasz układ wprowadzając dodatkowe założenia.



Rys. 4. Schematyczny rysunek huśtawki przedstawionej na Rys. 3. z zaznaczonym kierunkiem prądu i wektorami indukcji magnetycznej oraz siły elektrodynamicznej. Zauważ, że wektor indukcji tworzy z kierunkiem prądu kąt prosty.

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

Założmy zatem, że:

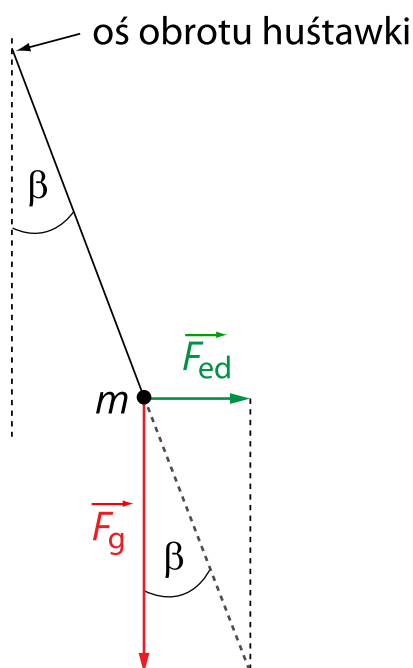
1. Pionowe części przewodnika mają znikomą masę, a cała masa huśtawki jest skupiona w jej poziomej poprzeczce.
2. Pole magnetyczne jest [jednorodne](#) i poprzeczka huśtawki cały czas pozostaje w tym polu.

Gdy poprzeczka jest wychylona (Rys. 5.) działają na nią dwie siły: skierowana poziomo siła grawitacji $\vec{F}_g$ i skierowana poziomo siła elektrodynamiczna $\vec{F}_{ed}$. Kąt β , o jaki huśtawka odchyli się od pionu, zależy od ilorazu wartości tych dwóch sił. Jego tangens jest równy:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_{ed}}{F_g} = \frac{BIl}{mg},$$

gdzie I jest natężeniem prądu przepływającego przez huśtawkę, I - wartością wektora indukcji pola wytwarzanego przez magnes, zaś m oraz l reprezentują

odpowiednio: masę i długość poprzeczki.



Rys. 5. Siły działające na poprzeczkę huśtawki - widok z boku - opis w tekście.

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

W wirtualnym laboratorium czeka Cię świetna zabawa. Możesz w nim poeksperymentować z huśtawką podobną do tej, której zachowanie omówiliśmy powyżej.

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 tego pola. Przebieg linii odzwierciedla układ wektorów indukcji magnetycznej $\vec{B}$ w przestrzeni. W każdym,

dowolnym punkcie linii pola zaczepiony jest wektor $\vec{B}$, styczny do tej linii.

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 i kierunku.

Wirtualne laboratorium WL-S

Wyznaczanie kierunku i wartości wektora indukcji pola magnetycznego na podstawie siły elektrodynamicznej

Przeprowadź dwuczęściowy eksperyment w wirtualnym laboratorium. Wykonaj ćwiczenia i polecenia związane z wyposażeniem laboratorium, przeprowadzeniem pomiarów i opracowaniem ich wyników. Aby obliczyć niepewność pomiarową wyniku końcowego w drugim doświadczeniu, przypomnij sobie e-materiał „Niepewność wielkości mierzonej pośrednio”.

Doświadczenie 1

Wyznaczenie zwrotu wektora indukcji magnetycznej pola na podstawie kierunku wychylenia przewodnika z prądem

Problem badawczy

Jak wyznaczyć zwrot wektora indukcji pola magnetycznego?

Hipoteza

Ćwiczenie 1

Postaw swoją hipotezę badawczą poprzez wybranie jednej z odpowiedzi.

Jednorodne pole magnetyczne w laboratorium ma kierunek prostopadły do podłogi. Prąd elektryczny w poziomo umieszczonym przewodniku kierujemy do siebie.

☐

Wektor indukcji pola magnetycznego skierowany jest ku górze, jeśli przewodnik odchyli się w prawą stronę a w dół, jeśli będzie przeciwnie.

☐

Wektor indukcji pola magnetycznego skierowany jest ku górze, jeśli przewodnik odchyli się w lewą stronę a w dół, jeśli będzie przeciwnie.

Co będzie potrzebne

Ćwiczenie 2

W laboratorium panuje jednorodne pole magnetyczne prostopadłe do podłogi. Twoim zadaniem jest wyznaczyć jego zwrot.

Podziel elementy wyposażenia pracowni na takie, które są **konieczne** do wykonania doświadczenia, **alternatywne** (czyli wystarczy, że wybierzesz jeden z nich) i **niepotrzebne**.

Konieczne

Waga

Zasilacz prądu zmiennego

Uchwyty do zmontowania przewodnika tak, by utworzył wahadło

Przewodnik, w którym może płynąć prąd

Przewody połączeniowe

Szyny, po których może się przemieszczać przewodnik w lewo lub w prawo

Zasilacz prądu stałego

Amperomierz

Linijka

Alternatywne

Niepotrzebne

Instrukcja

Opracuj we własnym zakresie kolejność wykonywania czynności, prowadzących do zweryfikowania hipotezy badawczej. Sporządzony plan pracy wpisz do dziennika badań.

Weź pod uwagę, że nasze wirtualne laboratorium zawiera wiele przykładów zawierających różne zwroty i wartości wektora indukcji magnetycznej. Następny przykład dostępny jest po wybraniu opcji WYŚWIETL ODPOWIEDŹ.

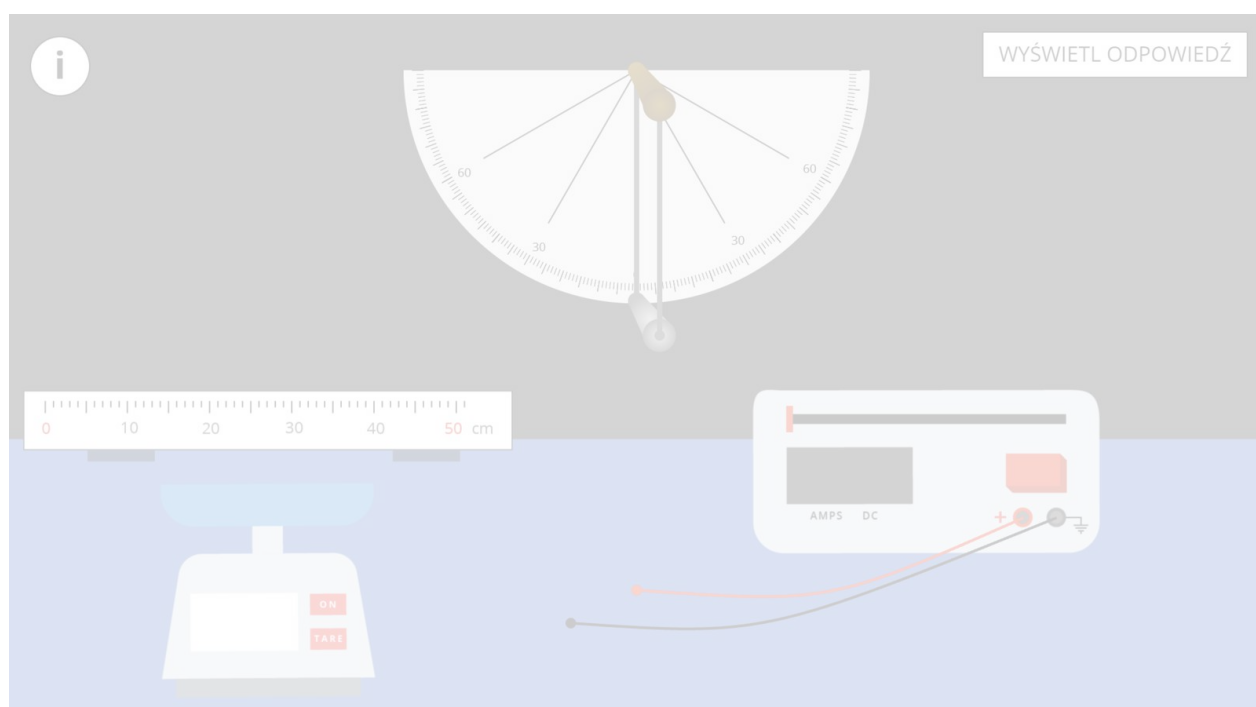
Przystąp do wykonywania eksperymentu. Formułuj obserwacje i zapisuj je w dalszych częściach dziennika.

Dziennik badań – doświadczenie 1

Wyznaczenie zwrotu pola magnetycznego

Plan pracy

Obserwacje



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DYN58zhWY>

Podsumowanie

Polecenie 1

Podsumuj wyniki swojego doświadczenia. Czy Twoja hipoteza badawcza potwierdziła się?

Doświadczenie 2

Wyznaczenie wartości indukcji pola magnetycznego na podstawie siły elektrodynamicznej

Problem badawczy

Jak wyznaczyć wartość indukcji jednorodnego pola magnetycznego na podstawie wychylenia wahadła wykonanego z przewodnika, w którym płynie prąd?

Hipoteza

Polecenie 2

Wpisz do formularza swoją własną hipotezę, będącą odpowiedzią na pytanie postawione w problemie badawczym. Pamiętaj, że celem jest wyznaczenie wartości szukanej z jak największą dokładnością.

Co będzie potrzebne

Ćwiczenie 3

W laboratorium panuje jednorodne pole magnetyczne prostopadłe do podłogi. Twoim zadaniem jest wyznaczyć wartość indukcji magnetycznej tego pola.

Podziel elementy wyposażenia pracowni na takie, które są **konieczne** do wykonania doświadczenia, **alternatywne** (czyli wystarczy, że wybierzesz jeden z nich) i **niepotrzebne**.

Konieczne

Przewody połączeniowe

Waga

Alternatywne

Uchwyty do zmontowania przewodnika tak, by utworzył wahadło

Zasilacz prądu zmiennego

Zasilacz prądu stałego

Niepotrzebne

Szyny, po których może się przemieszczać przewodnik w lewo lub w prawo

Amperomierz

Przewodnik, w którym może płynąć prąd

Linijka

Instrukcja

Zanim przystąpisz do wykonywania doświadczenia, sporządź plan pracy i wpisz go do dziennika. Podpowiedź dotyczącą teorii zjawiska znajdziesz w instrukcji wirtualnego laboratorium.

Doradzamy, by najpierw wykonać kilka pomiarów próbnych, by rozstrzygnąć między innymi następujące kwestie:

- Jakie czynniki wpływają na dokładność pomiaru każdej z wielkości fizycznych?

- Czy lepiej wykorzystywać duże natężenia prądu i duże wychylenia wahadła, czy małe?
- Czy warto dokonać kilkakrotnych pomiarów dla tego samego przykładu przy różnych natężeniach prądu?
- Jaki jest wkład niepewności poszczególnych pomiarów do niepewności wyniku końcowego? Na co wobec tego należy zwrócić szczególną uwagę wykonując eksperyment?

Wirtualne laboratorium oferuje różne przykłady do zbadania, różniące się wartością indukcji pola magnetycznego (następny przykład dostępny jest po kliknięciu WYŚWIETL ODPOWIEDŹ). Niektóre wielkości fizyczne mierzone podczas eksperymentu są jednak zawsze takie same. Konstrukcja dziennika badań uwzględnia to: górna tabela zawiera tylko dwa wiersze (jeden przeznaczony na nagłówki kolumn, a drugi na wartości pomiarów lub ich niepewności. W dolnej tabeli możesz natomiast dodawać wiersze, w miarę dokonywania następnych pomiarów. W każdej tabeli musisz jednak samodzielnie wpisać jej nagłówki (pamiętając o podaniu jednostek wielkości fizycznych). Nie musisz wykorzystywać wszystkich kolumn tabeli.

Dziennik doświadczenia 2.

Wyznaczenie wartości pola magnetycznego

Plan pracy

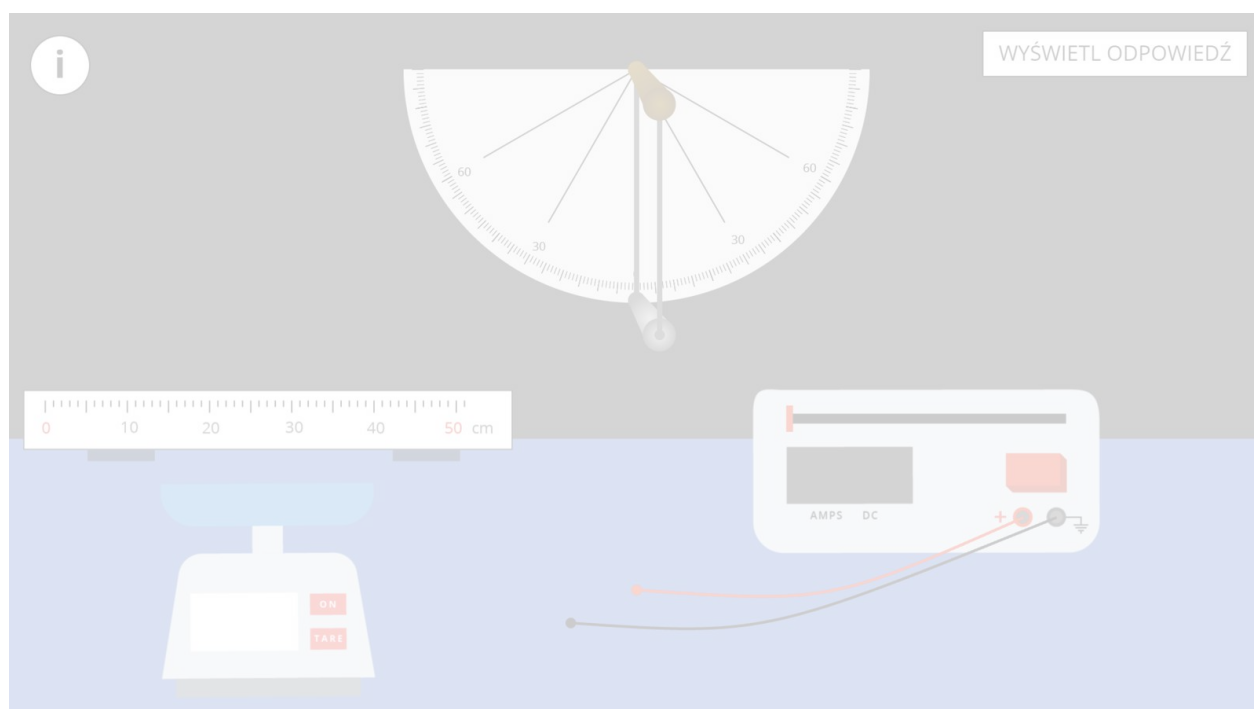
Tabela pomiarów (wielkości takie same za każdym razem)

--	--	--	--	--

--	--	--	--	--

Tabela pomiarów (wielkości inne za każdym razem)

--	--	--	--	--	--	--	--



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DYN58zhWY>

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

Podsumowanie

Polecenie 3

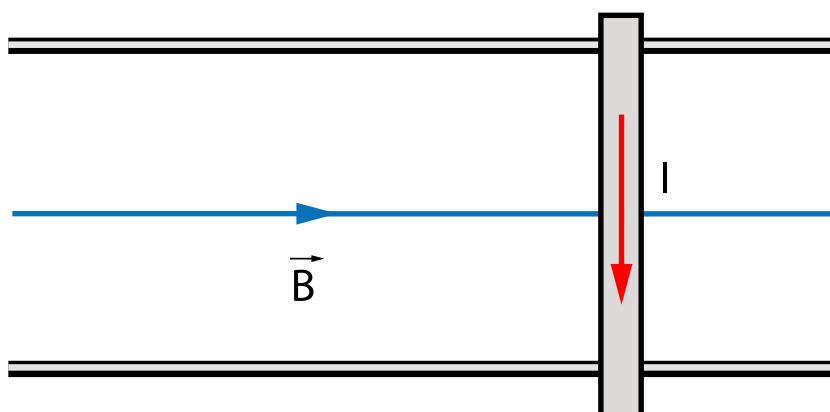
Do poniższego formularza wpisz podsumowanie wykonanego doświadczenia.

- Czy Twoja hipoteza badawcza potwierdziła się?
- Z jaką dokładnością udało Ci się wyznaczyć wartość indukcji pola magnetycznego?
- Podaj przykładowy wynik Twoich pomiarów indukcji, zapisując go we właściwy sposób (wartość, jej niepewność, jednostki).
- Jakie wnioski wypływają z przeprowadzonego przez Ciebie doświadczenia?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdanie, w taki sposób, aby było prawdziwe:

Metalowy pręt leży na poziomych szynach. Cały układ znajduje się w jednorodnym polu magnetycznym o liniach prostopadłych do pręta i równoległych do płaszczyzny wyznaczonej przez szyny (zobacz rysunek, na którym przedstawiono widok z góry). Gdy prąd płynie w kierunku pokazanym na rysunku, to aby poruszyć pręt należy użyć poziomo skierowanej siły o wartości / niż, gdy prąd nie płynie.

Ćwiczenie 2



Przewodnik, w którym płynie prąd umieszczony jest w płaszczyźnie ekranu (zob. rysunek poniżej). Jak powinien być skierowany wektor indukcji magnetycznej, o którym wiemy, że również jest położony w płaszczyźnie ekranu, aby na przewodnik działała maksymalna siła elektrodynamiczna skierowana w głąb ekranu?



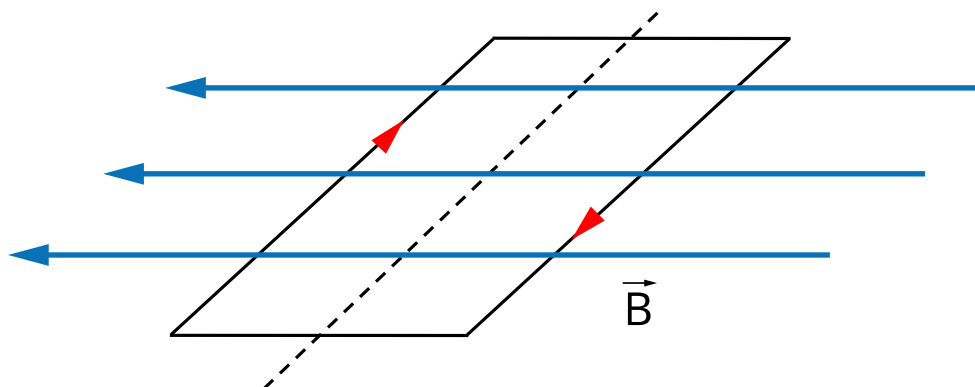
Ćwiczenie 3



Przewodnik, w którym płynie prąd umieszczony jest w płaszczyźnie ekranu (zob. rysunek). Jak powinien być skierowany wektor indukcji magnetycznej, o którym wiemy, że jest on również położony w płaszczyźnie ekranu, by na przewodnik nie działała żadna siła. Zaznacz prawidłową odpowiedź.

- ☐ linie pola magnetycznego powinny być prostopadłe do przewodu z prądem
- ☐ kierunek wektora indukcji nie ma znaczenia
- ☐ linie pola magnetycznego powinny być równoległe do przewodu z prądem

Ćwiczenie 4



Uzupełnij zdanie:

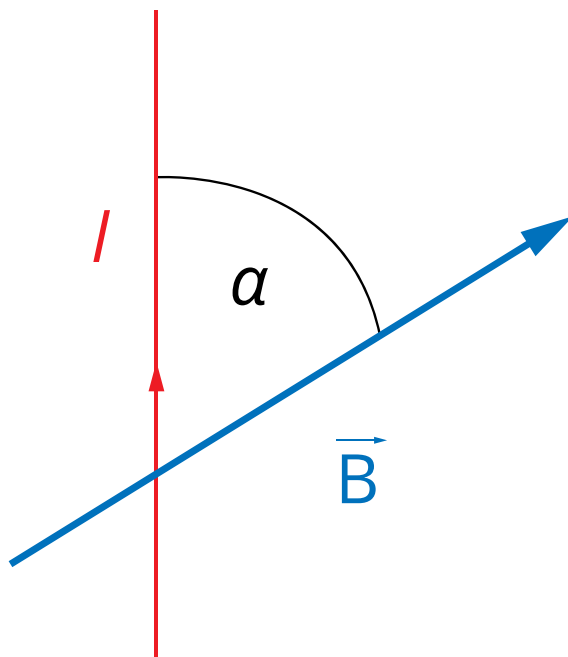
Na rysunku przedstawiono osadzoną na osi obrotu (przerywana linia) ramkę z prądem, która została umieszczona w polu magnetycznym. Pod wpływem sił elektrodynamicznych ramka będzie obracała się zgodnie z kierunkiem ☐ / przeciwnie do ☐ ruchu wskazówek zegara. Przyjmij, że dolna część ramki znajduje się bliżej nas.

Ćwiczenie 5



Rysunek przedstawia przewodnik z prądem umieszczony w jednorodnym polu magnetycznym. Jak skierowana jest działająca na przewodnik siła elektrodynamiczna? Zaznacz poprawną odpowiedź.

Wektor siły elektrodynamicznej będzie:



- ☐ prostopadły do płaszczyzny rysunku i zwrócony „do nas”
- ☐ leżał w płaszczyźnie rysunku i był prostopadły do wektora indukcji
- ☐ prostopadły do płaszczyzny rysunku i zwrócony „w głąb”
- ☐ leżał w płaszczyźnie rysunku i był prostopadły do przewodnika z prądem

Ćwiczenie 6



Oblicz natężenie prądu płynącego przez przewodnik umieszczony w polu magnetycznym o wartości indukcji 0,2 T, jeśli maksymalna siła działająca na odcinek przewodnika o długości 5 cm wynosi 0,1 N.

Odp.: $I =$ A.

Ćwiczenie 7



Krótkotrwały prąd płynący podczas burzy w postaci błyskawicy może mieć natężenie nawet 150 kA. Oblicz wartość siły elektrodynamicznej, która działa na 1 metr bieżący takiego prądu ze strony ziemskiego pola magnetycznego. Przyjmij, że pozioma składowa wektora indukcji pola ziemskiego pola magnetycznego wynosi $39 \mu\text{T}$, a błyskawica przebiega pionowo w kierunku powierzchni Ziemi.

Odp.: $F_{\text{ed}} =$ N.

Ćwiczenie 8



Oblicz kąt pomiędzy przewodnikiem a liniami jednorodnego pola magnetycznego, jeśli na fragment prostoliniowego przewodnika o długości 40 cm działa siła elektrodynamiczna o wartości 1 N. Natężenie prądu płynącego przez przewodnik jest równe 5 A, a wartość indukcji wynosi 1 T.

Odp.: Kąt pomiędzy przewodnikiem, a liniami jednorodnego pola magnetycznego wynosi

°.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Imię i nazwisko autora:	Nina Tomaszewska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak oddziałuje pole magnetyczne na przewodnik z prądem?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 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; 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. VIII. Magnetyzm. Uczeń: 2) opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewodniki z prądem i poruszające się cząstki naładowane; omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym. Zakres rozszerzony Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 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; 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; 2) posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła Lorentza, siła elektrodynamiczna); opisuje rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym.
------------------------------------	---

Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • 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:	Uczeń: 1. wyjaśnia, od czego zależy kierunek, zwrot i wartość siły elektrodynamicznej, 2. wykorzystuje regułę lewej dłoni do wyznaczenia kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej, 3. planuje doświadczenie, w którym określa kierunek i zwrot wektora indukcji w jednorodnym polu magnetycznym, 4. przeprowadza eksperyment w wirtualnym laboratorium, w którym wyznacza wartość wektora indukcji magnetycznej, 5. rozwiązuje zadania problemowe i rachunkowe związane w pojęciem siły elektrodynamicznej.
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:	e-materiały pt.: „Co to jest siła elektrodynamiczna?”, „Badamy doświadczalnie, od jakich parametrów zależy wartość siły elektrodynamicznej”.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Nauczyciel zwraca uwagę uczniów na fakt, że żadne z dobrze znanych im urządzeń domowych i środków transportu napędzanych elektrycznie nie działałoby, gdyby nie istniała siła elektrodynamiczna poruszająca silnik elektryczny. Należy zapoznać się z tą siłą. Uczniowie przypominają sobie (jeśli wcześniej siła ta została omówiona) lub nauczyciel wyjaśnia, w jakich warunkach działa ta siła, od czego zależy jej wartość i w jaki sposób wyznaczamy jej kierunek i zwrot.	

Faza realizacyjna:	
Nauczyciel, omawia przypadek równowagi przewodnika – huśtawki w jednorodnym polu magnetycznym. Warto byłoby pokazać tu eksperyment, jeśli nie zostało to uczynione wcześniej. Następnie uczniowie w parach wykonują doświadczenie w wirtualnym laboratorium. Po zakończeniu pracy w laboratorium porównują ze sobą wyniki i wyciągają wnioski.	
Faza podsumowująca:	
W fazie podsumowującej nauczyciel wraz z uczniami powinien rozwiązać zadania: 6, 7 i 8 z zestawu ćwiczeń. Poprzez analizę wypowiedzi uczniów nauczyciel określa w jakim stopniu osiągnięte zostały wyznaczone cele.	
Praca domowa:	
Uczniowie utrwalają wiedzę i zdobyte umiejętności przez rozwiązanie w domu zadań, których nie rozwiązyali na lekcji: 1, 2, 3, 4, 5 z zestawu ćwiczeń.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Jeśli nauczyciel nie skorzystał z wirtualnego laboratorium podczas lekcji, uczniowie powinni samodzielnie zapoznać się z nim w domu.