



Reguła Lenza a zasada zachowania energii

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)

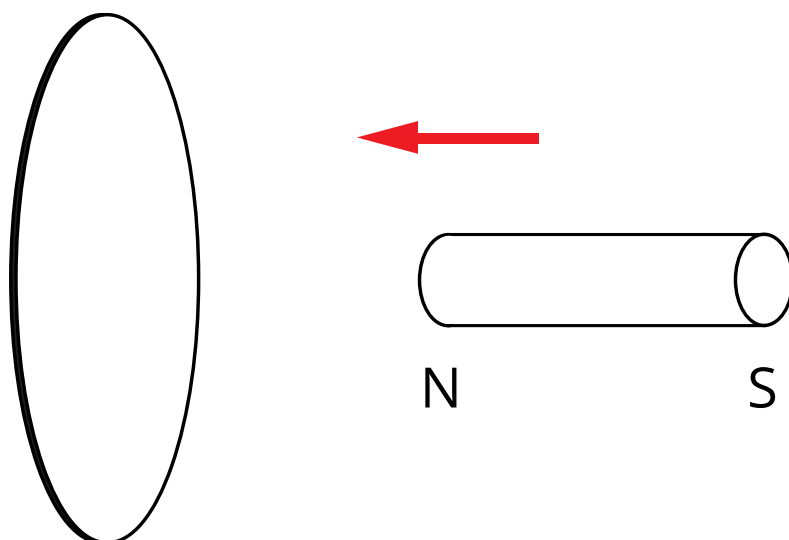


0688 Reguła Lenza a zasada zachowania energii

Czy to nie ciekawe ?

Reguła Lenza jest regułą pozwalającą na szybkie wyznaczenie kierunku prądu indukcyjnego. Znana jest jako „reguła przekory”. Pomyślisz: „Jak to, przyroda ma zachowywać się przekornie – żartobliwie, złośliwie?” Oczywiście, że tak nie jest. Obwód z prądem to nie człowiek!

To co jest „pod spodem” reguły Lenza, to podstawowa w fizyce zasada zachowania energii. Przekonasz się o tym zapoznając się z tym e-materiałem.



Rys. a. W którą stronę popłynie prąd indukcyjny w obwodzie kołowym?

Twoje cele

W tym e-materiale:

- Poznasz, jak formułuje się regułę Lenza,
- Nauczysz się stosować regułę Lenza,
- Dojdiesz do wniosku, że reguła Lenza jest jedną z postaci zasady zachowania energii.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Regułę Lenza formułuje się najczęściej w następujący sposób:

Kierunek prądu indukcyjnego jest taki, że przeciwdziała przyczynie, która go wywołała.

Rozszyfrujmy to zdanie. Zaczniemy od przyczyny. Przyczyną płynięcia prądu indukcyjnego jest zmieniający się **strumień indukcji magnetycznej** \vec{B} , przechodzący przez powierzchnię rozpiętą na obwodzie, w którym ma popłynąć prąd. Przeciwdziałanie przyczynie polega tu na tym, że gdy **strumień** rośnie, to pole magnetyczne wytworzone przez prąd indukcyjny \vec{B}_{ind} jest tak skierowane, żeby zmniejszyć ten **strumień**. I odwrotnie: gdy strumień maleje, to wyidukowane pole magnetyczne jest tak skierowane, żeby **strumień** wzmocnić. Symbolicznie można to przedstawić w następujący sposób:

Gdy $\Phi_B \uparrow$, to $\vec{B}_{\text{ind}} \updownarrow \vec{B}$, symbol \updownarrow oznacza wektory antyrównoległe, skierowane przeciwnie.

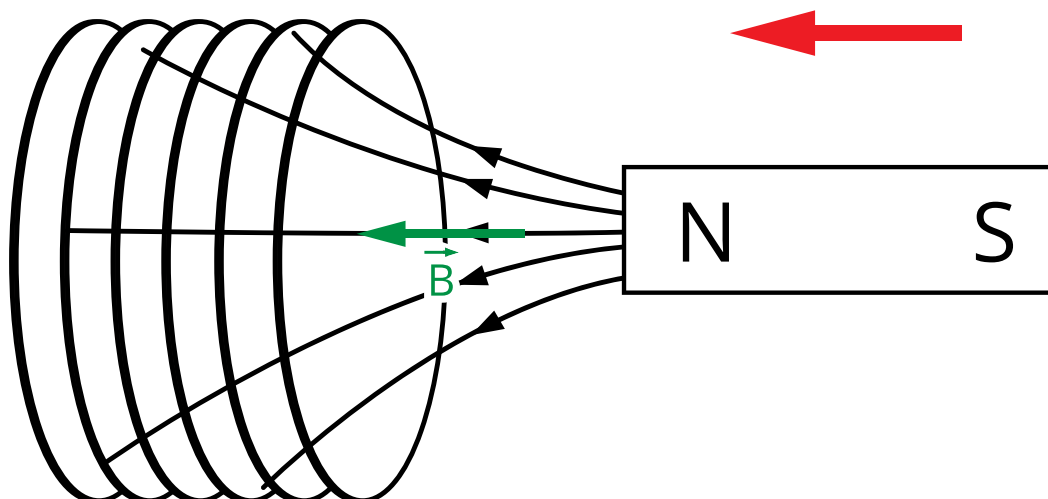
Gdy $\Phi_B \downarrow$, to $\vec{B}_{\text{ind}} \upuparrows \vec{B}$, symbol \upuparrows oznacza wektory równoległe, skierowane zgodnie.

\vec{B}_{ind} oznacza wektor indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez prąd indukcyjny.

To, że wektor \vec{B}_{ind} musi być skierowany tak a nie inaczej, związane jest z **zasadą zachowania energii**. Przecież, jeśli wytwarzamy prąd w obwodzie, to za każdym razem musimy dostarczyć do obwodu energię. Tak więc, podczas zmieniania **strumienia indukcji magnetycznej** wykonujemy **pracę**, ewentualnie na energię elektryczną zamieniana jest inna forma energii w układzie – chemiczna albo kinetyczna.

Kiedy już odkryjemy, jak skierowany jest (w obrębie obwodu) wektor indukcji magnetycznej \vec{B}_{ind} , powinniśmy skojarzyć z tym wektorem prąd indukcyjny. Powinniśmy ustalić, w którą stronę powinien on płynąć, żeby zapewnić pożądany kierunek wektora \vec{B}_{ind} . W ten sposób wyznaczamy kierunek prądu indukcyjnego.

Oto najprostszy przykład, związany z typowym eksperymentem, w którym wytwarzamy prąd indukcyjny. Wsuwamy magnes sztabkowy biegunem N do wnętrza zwojnicy (Rys. 1.).

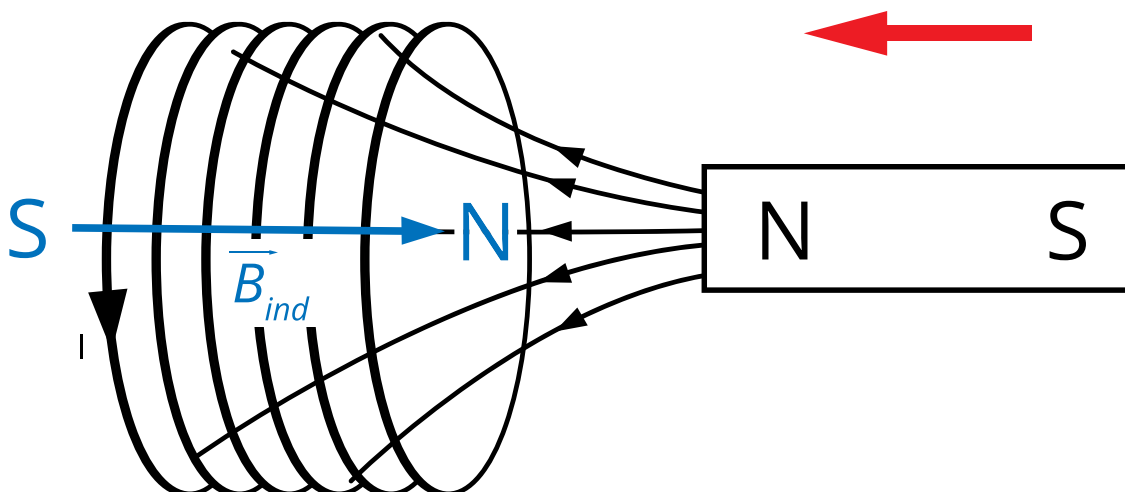


Rys. 1. Magnes sztabkowy wsuwamy biegunem N do wnętrza zwojnicy

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

Linie pola przedstawione schematycznie na rysunku skierowane są w lewą stronę.

Strumień indukcji pola magnetycznego obejmowanego przez obwód rośnie, wobec tego prąd w zwojnicy popłynie tak, by jego własne pole magnetyczne \vec{B}_{ind} przeciwdziało wzrostowi strumienia (a tym samym wsuwaniu magnesu). Będzie to oznaczało, że biegun N znajdzie się po prawej stronie zwojnicy - Rys. 2. (która teraz stała się elektromagnesem). Tylko taka orientacja wyindukowanego pola magnetycznego zapewni wykonywanie **pracy** przez siłę zewnętrzną przysuwającą magnes do zwojnicy. Bieguny jednoimienne odpychają się, więc ręka trzymająca magnes będzie musiała pokonywać opór. Wykona wtedy dodatnią **pracę**. Teraz wystarczy wyznaczyć na podstawie kierunku wektora \vec{B}_{ind} wewnątrz zwojnicy kierunek prądu indukcyjnego. Posługujemy się **regułą prawej ręki**: kciuk kierujemy zgodnie z wektorem indukcji magnetycznej wewnątrz zwojnicy, wtedy pozostałe palce pokażą kierunek prądu. Na Rys. 2. uwidoczniło wektor \vec{B}_{ind} oraz kierunek prądu indukcyjnego.



Rys. 2. Tylko taka orientacja wyindukowanego pola magnetycznego zapewni wykonywanie pracy przez siłę zewnętrzną przysuwającą magnes do zwojnicy.

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

Słowniczek

praca

(*ang.: work*) zdefiniowana jest jako iloczyn wartości siły działającej na ciało, wartości przesunięcia ciała oraz cosinusa kąta pomiędzy wektorem siły i wektorem przesunięcia. Jednostka - 1 J (dżul).

zjawisko indukcji elektromagnetycznej

(*ang.: electromagnetic induction*) wytwarzanie prądu indukcyjnego (SEM indukcji) w obwodzie zamkniętym, podczas zmiany strumienia pola magnetycznego przechodzącego przez ten obwód.

strumień indukcji magnetycznej

(*ang.: magnetic flux*) Strumieniem indukcji magnetycznej Φ_B przez powierzchnię S nazywamy iloczyn skalarny wektorów \vec{B} i \vec{S} .

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

gdzie: $\alpha = \angle(\vec{B}, \vec{S})$, \vec{B} - wektor indukcji magnetycznej, a \vec{S} - wektor prostopadły do powierzchni, o długości równej jej polu.

Jednostka - 1 Wb (weber), 1 Wb = 1 T·m².

zasada zachowania energii

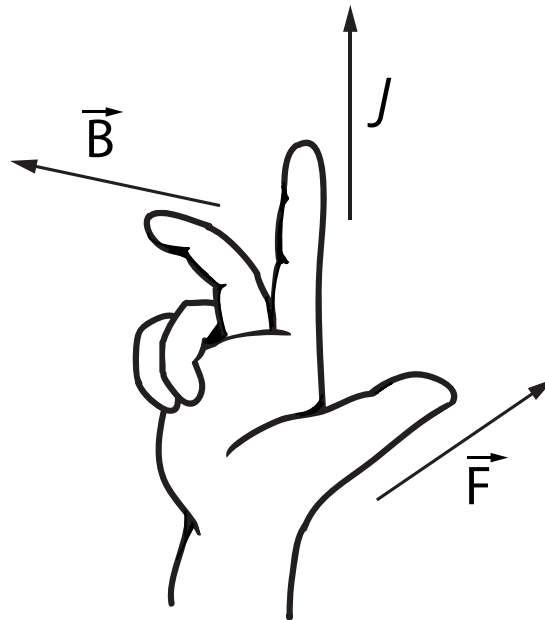
(ang.: *energy conservation law*) w układzie zamkniętym całkowita energia (suma wszystkich rodzajów energii) pozostaje stała. Energia nie powstaje z niczego i nie może też zniknąć. Może jedynie następować zamiana jednego rodzaju energii w inny.

siła elektrodynamiczna

(ang.: *electrodynamic force, Lorentz force*) siła działająca na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym; wartość siły elektrodynamicznej wyrażona jest wzorem: $F_{ed} = IlB\sin\alpha$, gdzie I jest wartością natężenia prądu w przewodniku, l - jego długością, B - wartością indukcji magnetycznej, α - kątem pomiędzy kierunkiem prądu i kierunkiem linii pola magnetycznego.

reguła trzech palców prawej dłoni (Fleminga)

mnemotechniczna reguła pozwalająca łatwo zapamiętać wzajemne ustawienie: wektora siły elektrodynamicznej, wektora indukcji magnetycznej i kierunku prądu. Obrazuje ją następujący rysunek:



Film samouczek

Reguła Lenza a zasada zachowania energii

Zapoznaj się z przykładem, który ilustruje dwie metody wyznaczania kierunku prądu indukcyjnego: na podstawie zasady zachowania energii oraz w oparciu o regułę Lenza. Czy zastosowanie reguły Lenza prowadzi do takiego samego wyniku, jak zastosowanie zasady zachowania energii?

Trwa wczytywanie danych...




[Film dostępny na portalu epodreczniki.pl](#)

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1

Polecenie 2

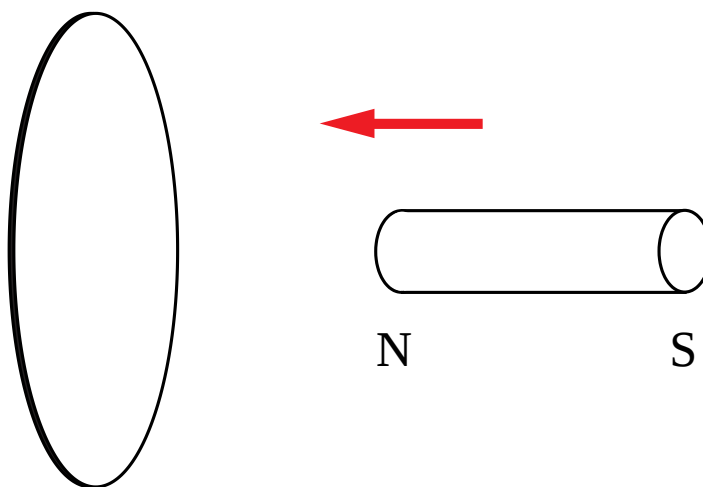
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 3



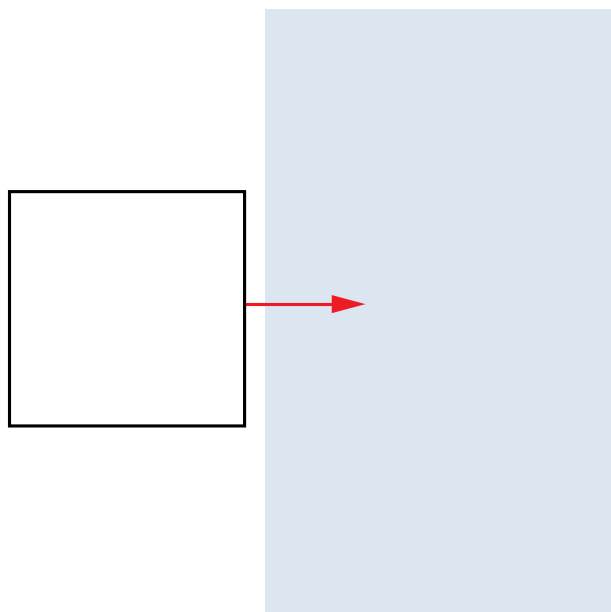
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 4



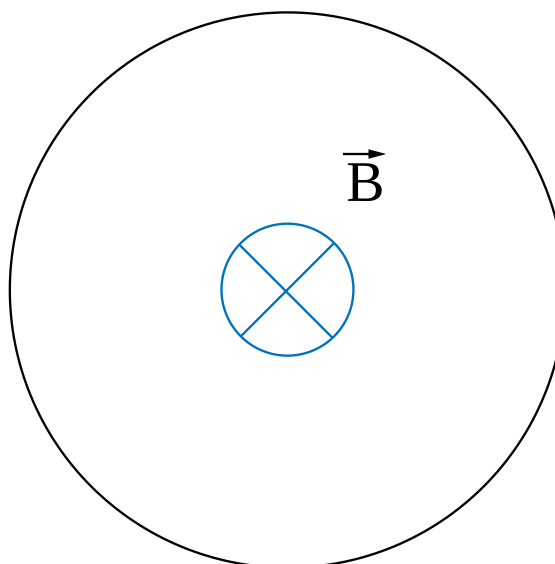
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 5



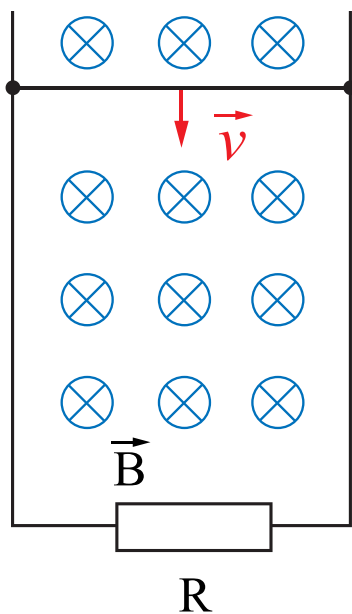
Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 6



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 7



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 8



Zapoznaj się z treścią ćwiczenia 7. i odpowiedzią do tego ćwiczenia. Należy wyznaczyć moc wydzielającą się w oporniku, czyli szybkość powstawania energii elektrycznej (szybkość wydzielania się ciepła w oporniku). Zapisz w polu poniżej poprawną zależność matematyczną, posługując się odpowiednim zestawem danych spośród: g - przyspieszenie ziemskie, m - masa poprzeczki, v - maksymalna prędkość poprzeczki (po ustaleniu), R - opór opornika. Przyjmij, że szyny oraz poprzeczka mają opór zerowy.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Nina Tomaszewska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Reguła Lenza a zasada zachowania energii
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne:</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</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>IX. Magnetyzm.</p> <p>Uczeń:</p> <p>9) opisuje zjawisko indukcji elektromagnetycznej; stosuje regułę Lenza; opisuje przemiany energii podczas działania prądu.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenie 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. sformułuje regułę Lenza. 2. zastosuje regułę Lenza do wyznaczania kierunku prądu indukcyjnego. 3. pokaże na przykładzie, że reguła Lenza jest jedną z postaci zasady zachowania energii.
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: „Prąd indukcyjny”, „Powstawanie prądu indukcyjnego - doświadczenia”.
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca	
<p>Nauczyciel zaciekawia uczniów stawiając problem: jak wyznaczyć kierunek prądu indukcyjnego w obwodzie.</p> <p>Nauczyciel rozmawia z uczniami na temat przemian energetycznych w obwodzie prądu. Stawia pytanie o źródło energii wydzielanej w obwodzie.</p>	
Faza realizacyjna	
<p>Nauczyciel prowadzi dyskusję dotyczącą zasady zachowania energii w kontekście wytwarzania prądu indukcyjnego. Omawia przykład podany w części „Przeczytaj”.</p> <p>Następnie uczniowie samodzielnie zapoznają się z samoucikiem i wykonują polecenia 1 i 2, umieszczone pod samoucikiem, dotyczące związku reguły Lenza z zasadą zachowania energii. Po czym wspólnie formułują wnioski: 1) kierunek prądu indukcyjnego można wyznaczyć korzystając z reguły Lenza lub zasady zachowania energii, 2) reguła Lenza jest szczególnym przypadkiem zasady zachowania energii.</p>	
Faza podsumowująca	
<p>W fazie podsumowującej uczniowie pod kierunkiem nauczyciela rozwiązują zadania: 3, 4, 5 i 7 z części „Sprawdź się”.</p>	
Praca domowa	
<p>Pozostałe zadania z części „Sprawdź się”.</p>	

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:	Użyty w tym e-materiale „samouczek” może być zastosowany w realizacji innych tematów związanych z regułą Lenza.
--	---