



Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem.

Elektromagnesy i ich zastosowanie

Wstęp do tematu: Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem. Elektromagnesy i ich zastosowanie. Zasób zawiera: ogólny wstęp do tematu, fotografię przedstawiającą superszybki pociąg magnetyczny L0 Maglev, odwołanie do wcześniejszej wiedzy ucznia oraz cele lekcji sformułowane w języku ucznia.

Zasób zawiera: krótkie przypomnienie informacji o polu magnetycznym, zasadzie działania igły magnetycznej; film pt. Oddziaływanie na odległość" przedstawiający zachowanie się igły magnetycznej ustawionej pod przewodnikiem z prądem (czas: 0:51 s); ćwiczenie interaktywne typu uzupełnij puste miejsca wybierając brakujące elementy z listy; określenie doświadczenia Oersteda; określenie przewodnika prądu elektrycznego; ciekawostkę dotyczącą magnesowania przez uderzenie pioruna; ćwiczenie interaktywne typu prawda/fałsz nawiązujące do ww. filmu; film pt "Pole magnetyczne" przedstawiający zachowanie się opiłków żelaznych wokół przewodnika prostoliniowego, pętli i zwojnicy z prądem (czas: 2:20 s) wraz z wnioskiem.

Zasób zawiera: określenie elektromagnesu; rysunek przedstawiający elektromagnes wraz z opisem; opis doświadczenia, którego celem jest budowa elektromagnesu i badanie jego wpływu na różne substancje; omówienie zastosowania elektromagnesów.

Zasób zawiera: dziewięć sformułowań podsumowujących; opis doświadczenia, którego celem jest zbadanie, czy elektromagnes i magnes działają wzajemnie jeden na drugi.

Zasób zawiera wyjaśnienie pojęć: akcelerator, elektromagnes.

Zasób zawiera biogram: Hans Christian Oersted.

Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem.

Elektromagnesy i ich zastosowanie

Gdy rozsypimy opilki stalowe wokół magnesu ułożą się one w określone kształty geometryczne. Przyczyną tego zjawiska jest pole magnetyczne wytwarzane przez magnes. Czy tak samo będzie jeżeli zamiast magnesu użyjemy przewodnika z prądem? Czy kształt lub ułożenie tego przewodnika będzie mieć wpływ na kształt pola magnetycznego? Jeżeli chcesz poznać odpowiedzi na te pytania, czytaj dalej.



Superszybki pociąg magnetyczny L0 Maglev podczas testów. Elektromagnesy to urządzenia o szerokim znaczeniu praktycznym. Stosuje się je dosłownie wszędzie: od zamków w drzwiach, dzwonków do drzwi i głośników, przez urządzenia przemysłowe i szybką kolej, aż po aparaturę medyczną i badawczą.

Źródło: Saruno Hirobano, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Przed przystąpieniem do zapoznania się z tematem, należy znać poniższe zagadnienia

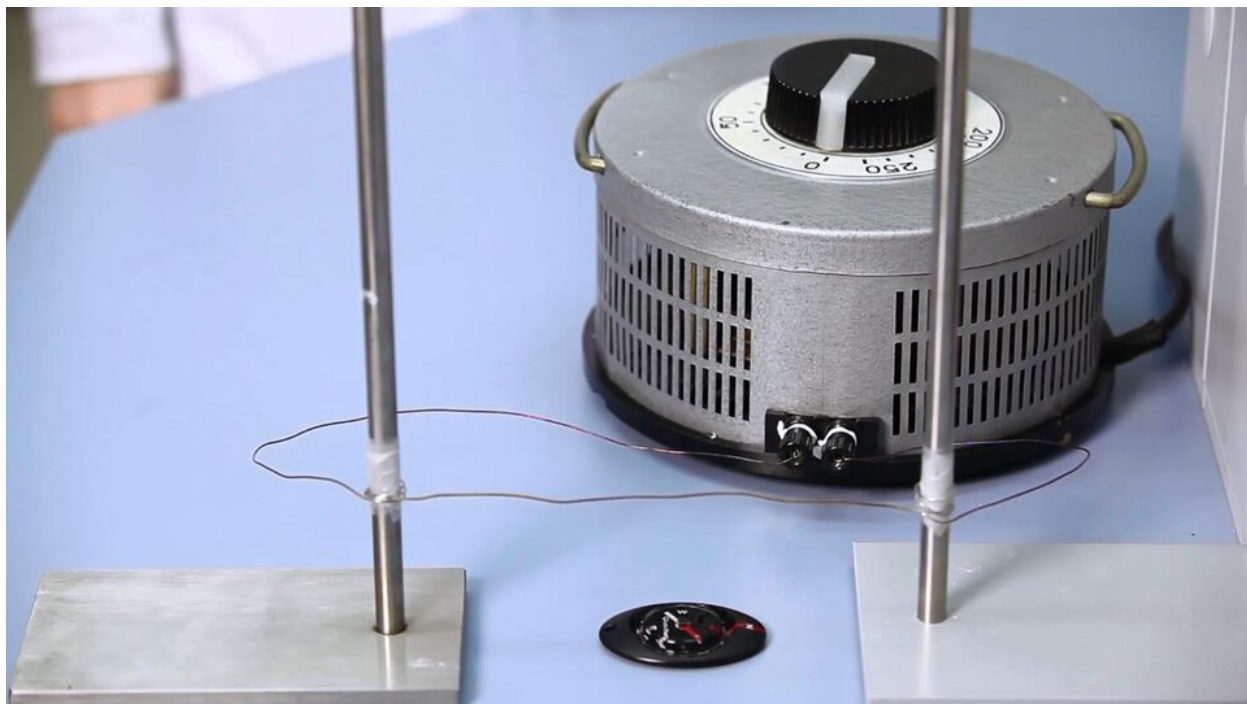
- jak opisać właściwości magnesu;
- definicję pola magnetycznego;
- w jaki sposób oddziałują na siebie bieguny magnetyczne;
- właściwości ferromagnetyków i podać ich przykłady;
- źródła pola magnetycznego.

Nauczysz się

- badać pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem;
- opisywać i prezentować działanie elektromagnesu;
- omawiać rolę rdzenia w elektromagnecie;
- budować prosty [elektromagnes](#);
- stosować elektromagnes.

Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem

Obecność pola magnetycznego można zbadać za pomocą igły magnetycznej. W pobliżu magnesu ustawia się ona wzdłuż linii sił pola magnetycznego i północny biegun igły wskazuje na biegun południowy magnesu. Za pomocą igły magnetycznej wyznacza się położenie biegunów magnetycznych Ziemi oraz kierunki geograficzne. Czy pole magnetyczne występuje tylko wokół magnesów i Ziemi?



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R1XG5m7m1JSwN](#)

Wychylenie igły magnetycznej w obecności przewodnika z prądem jako przykład oddziaływania ciał na odległość

Nagranie wideo na temat oddziaływania na odległość przewodnika z prądem na igłę magnetyczną.

Na powyższym filmie nie pokazano prostownika zamieniającego zmienne napięcie na stałe.

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w zdaniach. Kliknij na puste pole aby rozwinąć listę, a następnie wybierz prawidłową odpowiedź.

Jeśli igłę magnetyczną umieścimy blisko przewodnika, w którym płynie prąd, to igła .
Zachowanie się igły świadczy o tym, że . Na podstawie doświadczenia dochodzimy do wniosku, że pole magnetyczne powstaje wokół przewodnika, gdy w nim .

wokół przewodnika z prądem występuje pole magnetyczne

wskazuje południe magnetyczne

wokół przewodnika z prądem nie ma pola magnetycznego

nie wychyla się

jest ona popsuta

znajdują się elektrony

wychyla się

cały czas wskazuje ten sam kierunek

płynie prąd elektryczny

Ruch igły magnetycznej w pobliżu [przewodnika](#), przez który płynie prąd elektryczny, informuje o występowaniu pola magnetycznego. Kierunek wychylenia igły zależy od tego, w którą stronę płynie prąd. Związek ten odkrył najprawdopodobniej [Hans Christian Oersted](#), dlatego doświadczenie przedstawione na filmie nazywane jest doświadczeniem Oersteda.

Ciekawostka

Już w dawnych czasach zauważono, że żelazne przedmioty magnesują się pod wpływem uderzenia pioruna. Źródła historyczne podają, że doświadczenie Oersteda po raz pierwszy w 1802 r. przeprowadził włoski prawnik **Gian Domenico Romagnosi** [dzian domeniko romaniozi]. Opublikował on dwie prace dotyczące eksperymentu polegającego na dotykaniu igłą magnetyczną srebrnego łańcuszka połączonego drugim końcem ogniwem Volty. Efektem doświadczenia było odchylenie igły magnetycznej. Doświadczenie Romagnosiego opierało się jednak na oddziaływaniu elektrostatycznym.

Ćwiczenie 2

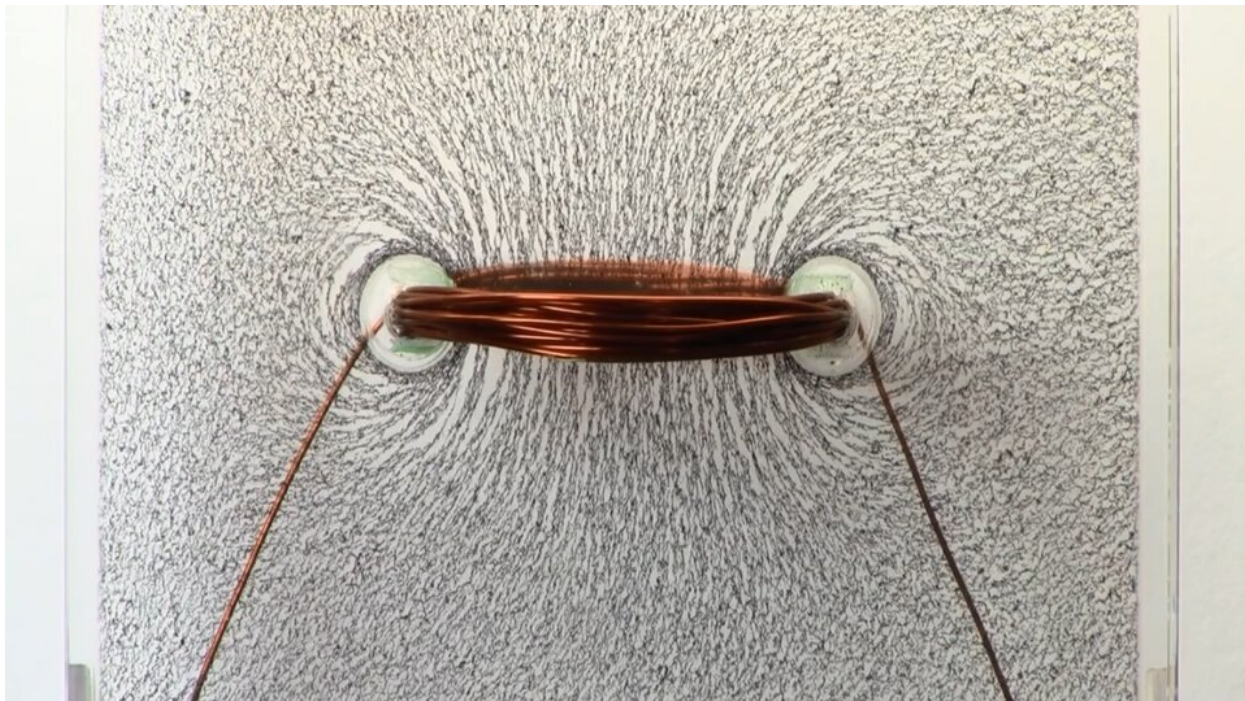


Na podstawie powyższego filmu oceń prawdziwość poniższych zdań. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Aby zbadać kształt pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem, można posłużyć się opiłkami żelaza.	☐	☐
Aby wyznaczyć kierunek pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem wystarczy zbliżyć do niego igłę magnetyczną.	☐	☐
Linie pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem układają się tak samo jak wokół magnesu sztabkowego.	☐	☐

Ćwiczenie 3

Czy zmiana kształtu przewodnika wpłynie na zmianę kształtu pola magnetycznego?
Odpowiedź na pytanie zapisz w polu poniżej.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1V1xTHYtEc1i>

Opilki żelaza odzwierciedlają linie pola magnetycznego

Źródło: Kevin MacLeod, UniServeScienceVIDEO, Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Wpływ kształtu przewodnika na pole magnetyczne.

Linie pola magnetycznego wokół przewodnika zwiniętego w pętlę zagęszczają się w jej wnętrzu. Jeśli drut zwiniemy wielokrotnie, to otrzymamy zwojnicę, a opilki żelaza będą się układać w identyczny sposób jak wokół magnesu.

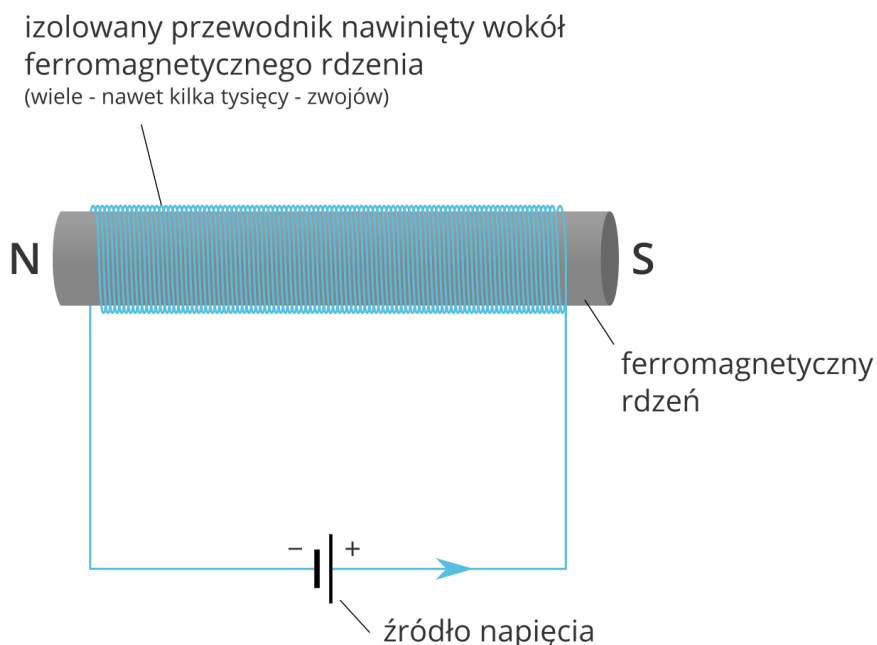
Zapamiętaj!

Wokół przewodnika, przez który płynie prąd, powstaje pole magnetyczne. Układ linii tego pola zależy od kształtu przewodnika. Kierunek pola magnetycznego zależy od tego,

w którą stronę płynie prąd.

Elektromagnesy i ich zastosowanie

Występowanie pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem ma szerokie zastosowanie w technice i przemyśle. Często wykorzystywane są urządzenia nazywane **elektromagnesami**. Elektromagnes składa się ze zwojnicy, rdzenia i źródła prądu.



Budowa elektromagnesu. Litery N i S na rysunku oznaczają bieguny północny i południowy elektromagnesu.

Źródło: Krzysztof Jaworski, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, licencja: CC BY 3.0.

Ważną rolę odgrywa ferromagnetyczny rdzeń elektromagnesu. W jego wnętrzu powstają domeny magnetyczne, wzmacniające pole magnetyczne zwojnicy. Zbudujmy elektromagnes i sprawdźmy, na jakiej zasadzie on działa.

Doświadczenie 1

Budowa elektromagnesu i badanie jego wpływu na różne substancje.

Co będzie potrzebne

- miedziany przewód o długości 30 – 50 cm;
- bateria 4, 5 V;
- gwóźdź;
- igła magnetyczna (lub kompas);
- drobne przedmioty np. spinacze, szpilki, pierścioneł, kolczyki, gumka do ścierania, folia aluminiowa itp.;
- 2 złączki, tzw. krokodyłki.

Wskazówka

Możesz wykorzystać znajdujące się w wielu szkołach przewody zakończone wtyczkami oraz podstawkę do baterii i inne elementy znajdujące się w zestawach do nauki o elektryczności.

Instrukcja

1. Na gwóźdź nawiń przewód tak, by jego końce można było połączyć z baterią.
2. Połącz przewód z baterią.
3. Za pomocą igły magnetycznej zbadaj pole magnetyczne wokół zwojnicy. Określ bieguny magnetyczne elektromagnesu.
4. Odłącz przewód od baterii. Podłącz ponownie, ale zmień kierunek przepływu prądu.

5. Ponownie zbadaj pole magnetyczne i określ bieguny magnetyczne elektromagnesu.
6. Zbliżaj elektromagnes (przede wszystkim rdzeń) do małych przedmiotów.

Podsumowanie

Zidentyfikowałeś bieguny magnetyczne północny i południowy. Drobne przedmioty wykonane z ferromagnetyków (np. spinacze, szpilki) są najsilniej przyciągane przez bieguny elektromagnesu. Można więc stwierdzić, że pole magnetyczne wokół elektromagnesu jest podobne do pola magnesu sztabkowego.

Elektromagnesy mają różne zastosowanie. W składnicach złomu dźwigi elektromagnetyczne przenoszą wraki samochodów. Elektromagnesy stosuje się w zamkach elektrycznych. Gdy przez elektromagnes płynie prąd, wytwarzane jest pole magnetyczne, które silnie działa na metalowy (stalowy) element zamka (zasuwę). Powoduje to przesunięcie zasuwki i możliwość otwarcia drzwi. Po zamknięciu drzwi umieszczona odpowiednio sprężyna powoduje przesunięcie zasuwki i zablokowanie zamka. Zamek można otworzyć po ponownym podłączeniu prądu.

Najsilniejsze elektromagnesy znajdują zastosowanie w [akceleratorach](#) służących do kontrolowania ruchu cząstek mających wysoką energię. Pole magnetyczne wytwarzane przez przewodniki z prądem do niedawna sterowało ruchem elektronów w kineskopach telewizyjnych i monitorach komputerowych.

Podsumowanie

- Jeśli przez przewodnik płynie prąd, wokół tego przewodnika wytwarza się pole magnetyczne.
- Kierunek linii sił pola magnetycznego można określić za pomocą igły magnetycznej.
- Kierunek linii sił pola magnetycznego zależy od tego, w którą stronę płynie prąd elektryczny.
- Układ linii sił pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem zależy od kształtu przewodnika.
- Wokół prostoliniowego przewodnika z prądem pole magnetyczne ma kształt współśrodkowych okręgów.
- Pole magnetyczne wokół zwojnicy przypomina kształtem pole magnetyczne wokół magnesu sztabkowego.
- Elektromagnes działa dzięki polu magnetycznemu wokół przewodnika z prądem.

- Elektromagnes składa się ze zwojnicy i ferromagnetycznego rdzenia.
- Elektromagnesy stosuje się m.in. w zamkach elektromagnetycznych i akceleratorach.

Doświadczenie 2

Problem badawczy

Czy elektromagnes i magnes działają wzajemnie jeden na drugi?

Hipoteza

Elektromagnes działa na magnes i magnes działa na elektromagnes.

Co będzie potrzebne

- miedziany przewód o długości 30 – 50 cm;
- bateria 4,5 V;
- gwóźdź;
- 2 złączki tzw. krokodylki;
- magnes.

Instrukcja

1. Zbuduj elektromagnes – nawiń przewód na gwóźdź tak, by jego końce można było połączyć z baterią.
2. Zbadaj oddziaływanie magnesu i elektromagnesu – zbliż je do siebie biegunami jednoimiennymi i różnoimiennymi.

Podsumowanie

Elektromagnes wytwarza pole magnetyczne. Zbliżając magnes i elektromagnes biegunami jednoimiennymi zauważamy że się odpychają, natomiast jeśli zbliżymy je biegunami różnoimiennymi, to się przyciągają. Możemy więc wywnioskować, że między elektromagnesem i magnesem występuje oddziaływanie, zarówno przyciąganie, jak i odpychanie w zależności od ustawienia biegunów.

Biogram



Hans Christian Oersted - duński fizyki i chemik

Źródło: Christian Albrecht Jensen, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Hans Christian Oersted

1777.08.14 Rudkøbing – 1851.03.9 Kopenhaga

[hans kristian ersted]

Odkrył, że prąd elektryczny powoduje powstawanie pola magnetycznego. Jak podają źródła historyczne, 21 kwietnia 1820 roku Oersted zauważył, że igła kompasu odchyła się od kierunku północnego, gdy przewód jest na przemian podłączany do baterii i odłączony od niej. To pozwoliło naukowcowi stwierdzić, że występuje jakiś związek między elektrycznością a magnetyzmem. Trzy miesiące później Oersted opublikował pracę, w której wykazał, że pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem ma kształt okręgu.

Zadania podsumowujące lekcję

Ćwiczenie 4



Dokończ zdanie, wybierając poprawną odpowiedź.

Jeśli przez przewód prostoliniowy płynie prąd i w pobliżu znajduje się kompas, to igła magnetyczna kompasu

☐ wskazuje północ.

☐ nie reaguje.

☐ wychyliła się.

☐ wskazuje południe.

Źródło: Magdalena Grygiel <Magdalena.Grygiel@up.wroc.pl>.

Ćwiczenie 5



Dokończ zdanie, wybierając poprawne odpowiedzi.

Własności pola magnetycznego wokół przewodnika, przez który płynie prąd można zbadać posługując się zestawem doświadczalnym, składającym się z:

☐ woltomierza

☐ amperomierza

☐ źródła prądu np. baterii

☐ pasków folii aluminiowej

☐ przewodnika

☐ igły magnetycznej

☐ opiłków żelaza

Źródło: Magdalena Grygiel <Magdalena.Grygiel@up.wroc.pl>.

Ćwiczenie 6



Określ prawdziwość zdań dotyczących pola magnetycznego wokół przewodnika, przez który płynie prąd. Przy każdym zdaniu w tabeli zaznacz „Prawda” albo „Fałsz”.

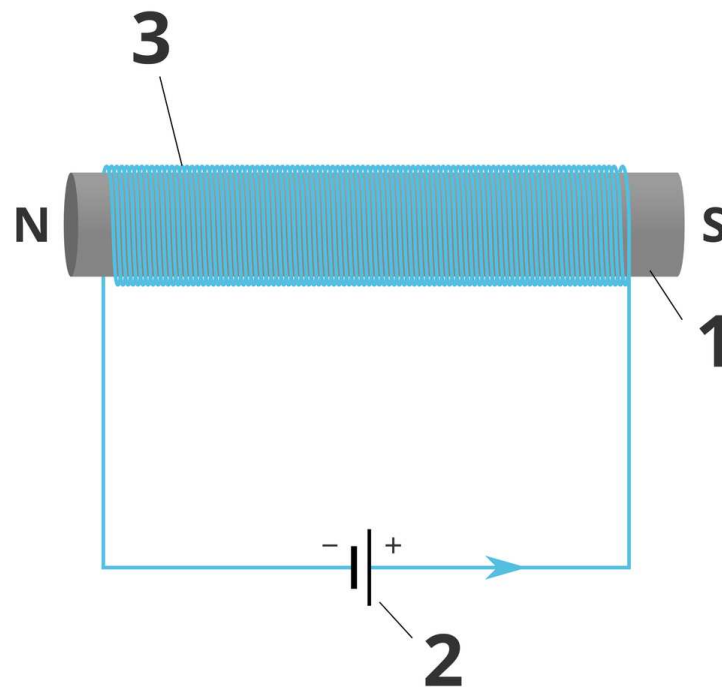
Zdanie	Prawda	Fałsz
Wokół prostoliniowego przewodnika z prądem pole magnetyczne ma kształt współśrodkowych okręgów.	☐	☐
Kształt linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem nie zależy od kształtu przewodnika.	☐	☐

Źródło: Magdalena Grygiel <Magdalena.Grygiel@up.wroc.pl>.

Ćwiczenie 7



Na schemacie przedstawiono budowę elektromagnesu i oznaczono jego elementy cyframi 1 – 3.



Wybierz i zaznacz zestaw, który prawidłowo opisuje powyższy schemat.

☐ 1 - źródło prądu, 2 - rdzeń, 3 - zwojnica

☐ 1 - rdzeń, 2 - źródło prądu, 3 - zwojnica

☐ 1 - źródło prądu, 2 - zwojnica, 3 - rdzeń

☐ 1 - rdzeń, 2 - zwojnica, 3 - źródło prądu

Ćwiczenie 8



Dokończ zdanie, wybierając poprawną odpowiedź.

Stalowy rdzeń wewnątrz zwojnicy z prądem zwiększa pole magnetyczne, ponieważ

- ☐ zwojnica przewodzi prąd.
- ☐ pod wpływem pola magnetycznego zwojnicy następuje silne namagnesowanie rdzenia.
- ☐ pod wpływem pola magnetycznego stali następuje uporządkowanie domen magnetycznych w zwojnicy.
- ☐ stal jest ferromagnetykiem.

Źródło: Magdalena Grygiel <Magdalena.Grygiel@up.wroc.pl>.

Słownik

akcelerator

urządzenie, które przyspiesza elektrony, protony i jony do bardzo dużych prędkości, tzn. bliskich prędkości światła ($300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$).

elektromagnes

magnes, którego pole magnetyczne powstaje w wyniku przepływu prądu elektrycznego. Jest to zwojnica, wewnątrz której znajduje się ferromagnetyczny rdzeń (np. ze stali, żelaza).

przewodniki prądu elektrycznego

substancje, które przewodzą prąd, np. miedź, aluminium, złoto, elektrolity, zjonizowane gazy.