



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Elżbieta Murlikiewicz

Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym 311[08].O1.03

Poradnik dla nauczyciela

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005**

Recenzenci:

mgr inż. Maria Pierzchała

mgr inż. Jerzy Chiciński

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Konsultacja:

dr Bożena Zając

Korekta:

mgr inż. Jarosław Sitek

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej 311[08].O1.03 „Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym” zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik elektryk 311[08].

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Scenariusze zajęć	6
5. Ćwiczenia	10
5.1. Pole elektryczne	10
5.1.1. Ćwiczenia	10
5.2. Pole magnetyczne	15
5.2.1. Ćwiczenia	15
5.3. Obwody magnetyczne	18
5.3.1. Ćwiczenia	18
5.4. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	21
5.4.1. Ćwiczenia	21
6. Ewaluacja osiągnięć ucznia	26
7. Literatura	41
8. Załączniki	42

1. WPROWADZENIE

Przekazujemy Państwu Poradnik dla nauczyciela „Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym”, który będzie pomocny w prowadzeniu zajęć dydaktycznych w szkole kształcącej w zawodzie technik elektryk 311[08].

W poradniku zamieszczono:

- wymagania wstępne,
- cele kształcenia,
- przykładowe scenariusze lekcji,
- ćwiczenia,
- narzędzia pomiaru osiągnięć ucznia – zestaw pytań testowych.

Ważnym elementem w osiągnięciu dobrych efektów jest zastosowanie odpowiednich metod i wprowadzenie do tematu. Należy tak moderować przebiegiem wprowadzenia, aby uczniowie zrozumieli powiązanie między cechą charakterystyczną i własnościami pól a zjawiskami w nich występującymi.

Szczególną uwagę należy zwrócić:

- definicje podstawowych wielkości pola elektrycznego i magnetycznego,
- cechę charakterystyczną połączenia szeregowego i równoległego elementów,
- zjawiska elektrodynamiczne występujące w polu magnetycznym,
- własności ferromagnetyków,
- zjawisko indukcji elektromagnetycznej – rozróżnianie poszczególnych przypadków zjawiska,
- poprawność wykonania ćwiczeń – obliczanie obwodów magnetycznych,
- praktyczne wykorzystanie poznanych zjawisk i praw,
- stosowanie materiałów magnetycznych w maszynach i urządzeniach elektrycznych.

Wskazane jest, aby zajęcia dydaktyczne prowadzone były różnymi metodami ze szczególnym uwzględnieniem:

- metody podającej – wykład wprowadzający do tematu lub pogadanka heurystyczna,
- pokaz z objaśnieniem – wizualizacja zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym,
- ćwiczenia rysunkowe – obrazy graficzne pól,
- ćwiczenia obliczeniowe – zastosowanie praktyczne poznanych praw do teoretycznego wyznaczania wielkości oraz obliczania obwodów magnetycznych.

W trakcie realizacji jednostki modułowej będą dominować formy organizacyjne:

- grupowa,
- indywidualna.

Ćwiczenia zamieszczone w programie jednostki modułowej stanowią propozycje, które można wykorzystać podczas zajęć. Wskazane jest przygotowanie ćwiczeń o różnym stopniu trudności przystosowanych do warunków i możliwości szkoły – przygotować materiały, instrukcje. Każdy uczeń powinien mieć możliwość indywidualnej pracy.

Po zakończeniu modułu uczeń powinien umieć zanalizować poznane zjawiska zachodzące w polu magnetycznym i elektrycznym wychodząc z podstawowych, charakterystycznych własności pola a wówczas nie będą mieli problemów z zastosowaniem praktycznym wiadomości.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej uczeń powinien umieć:

- korzystać z literatury, słowników i leksykonów naukowo-technicznych,
- wykonywać działania na wielomianach,
- posługiwać się funkcjami trygonometrycznymi a szczególnie analizować ich przebieg,
- analizować przebieg funkcji liniowej,
- rozwiązywać równania pierwszego i drugiego stopnia,
- opisywać właściwości funkcji na podstawie jej przebiegu,
- wykonywać działania na wektorach,
- interpretować podstawowe prawa z zakresu elektrostatyki, prądu elektrycznego, magnetyzmu i elektromagnetyzmu,
- interpretować budowę materii,
- analizować budowę atomu,
- łączyć układy na podstawie schematów i odczytywać wskazania mierników,
- obsługiwać komputer w podstawowym zakresie,
- określać wpływ działalności człowieka na środowisko naturalne.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji ćwiczeń podanych w poradniku uczeń powinien umieć:

- scharakteryzować podstawowe zjawiska zachodzące w polu elektrycznym i magnetycznym,
- rozróżnić podstawowe wielkości pola elektrycznego,
- obliczyć pojemność, napięcie i ładunek kondensatora,
- obliczyć pojemność zastępczą układu kondensatorów,
- dobrać konfigurację połączeń kondensatorów w celu uzyskania odpowiedniej pojemności zastępczej,
- rozróżnić podstawowe wielkości pola magnetycznego,
- scharakteryzować działanie pola magnetycznego na przewód z prądem i wskazać przykłady wykorzystania tego zjawiska,
- scharakteryzować właściwości magnetyczne materiałów,
- porównać materiały magnetycznie twarde i miękkie,
- wskazać zakres zastosowania materiałów magnetycznie twardych i miękkich,
- scharakteryzować zjawisko indukcji elektromagnetycznej i wskazać przykłady jego wykorzystania,
- wyznaczyć napięcie indukowane w przewodzie poruszającym się w polu magnetycznym,
- obliczyć wartość napięcia indukcji własnej i wzajemnej,
- sklasyfikować i rozróżnić obwody magnetyczne,
- rozróżnić podstawowe pojęcia i wielkości obwodu magnetycznego,
- zastosować podstawowe prawa obwodów magnetycznych do obliczania parametrów prostego obwodu.

4. SCENARIUSZE ZAJĘĆ

Scenariusz zajęć 1

Osoba prowadząca:.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Podstawy elektrotechniki i elektroniki 311[08].O3.

Jednostka modułowa: Analiza zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym 311[08].O3.01.

Temat: **Podstawowe zjawiska zachodzące w polu elektrycznym**

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności charakteryzowania podstawowych zjawiska zachodzących w polu elektrycznym.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- wymienić elementy budowy atomu i zdefiniować pojęcie ładunku elementarnego,
- podać definicję pola elektrycznego, wymienić źródła pola elektrycznego,
- rysować obrazy graficzne pola elektrycznego,
- zdefiniować i zapisać prawo Coulomba oraz zastosować do wyznaczania wielkości występujących we wzorze.

Metody nauczania – uczenia się:

- wykład,
- pokaz z objaśnieniami,
- ćwiczenia praktyczne,
- ćwiczenia obliczeniowe.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa,
- indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- grafoskop + foliogramy,
- elektroskop,
- pałeczki ebonitowe,
- skrawki papieru.

Czas: 45 miunt.

Przebieg zajęć

1. Sprawy organizacyjne.
2. Wprowadzenie do tematu i uświadomienie celów zajęć.
 - Nauczyciel przypomina budowę atomu – foliogram.
 - Nauczyciel obrazuje siły wzajemnego oddziaływania między protonem i elektronem.
 - Nauczyciel wyjaśnia pojęcie ładunku elementarnego.
 - Nauczyciel omawia cele zajęć.
3. Realizacja tematu:
 - Nauczyciel podaje definicję i wymienia źródła pola elektrycznego.
 - Nauczyciel prezentuje pokaz obrazujący zjawiska występujące w polu elektrycznym.
 - Nauczyciel wyjaśnia pojęcie linii sił pola elektrycznego i obrazu graficznego pola.
 - Uczniowie w zespołach dwuosobowych rysują obrazy graficzne pól elektrycznych pojedynczych ładunków oraz dwóch ładunków punktowych jednoimiennych

- i różnoimiennych – ćwiczenia w rysowaniu obrazów graficznych, nauczyciel nadzoruje pracę uczniów. (10 minut).
- Nauczyciel podsumowuje pracę uczniów – foliogramy z obrazem graficznym pól.
 - Nauczyciel podaje definicję prawa Coulomba oraz zapisuje zależność matematyczną.
 - Uczniowie wykonują ćwiczenia obliczeniowe z zastosowaniem prawa Coulomba.
4. Podsumowanie zajęć.
- Przypomnienie zrealizowanych celów zajęć.
 - Ocena aktywności pracy zespołów i uczniów indywidualnie.
 - Ewaluacja lekcji – pytania kierowane frontalnie: Jakie wiadomości zapamiętałeś z dzisiejszej lekcji? Którą z umiejętności (rysowanie obrazów graficznych czy zastosowanie prawa Coulomba) chciałbyś udoskonalić? Co w przebiegu lekcji podobało się najbardziej a co byś zmienił?
5. Zadanie pracy domowej:
- A. Zadanie nr..... ze zbioru [3]
 - B. Na podstawie literatury, korzystając z Internetu odpowiedz na pytanie: Gdzie w praktyce wykorzystano poznane zjawiska?
 - C. Na podstawie własnych przemyśleń przedstaw propozycję zastosowania praktycznego poznanych zjawisk.

Scenariusz zajęć 2

Osoba prowadząca:.....

Modułowy program nauczania: Technik elektryk 311[08]

Moduł: Podstawy elektrotechniki i elektroniki 311[08].O3.

Jednostka modułowa: Analiza zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym 311[08].O3.01.

Temat: Zjawisko indukcji elektromagnetycznej

Cel ogólny: kształtowanie umiejętności analizy zjawiska indukcji elektromagnetycznej.

Po zakończeniu zajęć edukacyjnych uczeń potrafi:

- zdefiniować I prawo Faraday'a,
- scharakteryzować zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- wymienić i zdefiniować przypadki szczególne zjawiska indukcji elektromagnetycznej,
- wskazać przykłady wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej.

Metody nauczania - uczenia się:

- wykład wprowadzający,
- pokaz z objaśnieniem,
- ćwiczenia obliczeniowe.

Formy organizacyjne pracy uczniów:

- grupowa,
- indywidualna.

Środki dydaktyczne:

- dwa zestawy elementów do sprawdzenia zjawiska indukcji elektromagnetycznej,
- grafoskop + foliogramy,
- teksty przewodnie do ćwiczeń.

Czas: 45 minut.

Przebieg zajęć

1. Sprawy organizacyjne.
2. Wprowadzenie do tematu i uświadomienie celów zajęć.
 - Nauczyciel przypomina cechę charakterystyczną pola magnetycznego.
 - Nauczyciel przypomina definicję napięcia elektrycznego.
 - Nauczyciel omawia cele zajęć.
3. Realizacja tematu:
 - Podział na zespoły, liczba zespołów równa liczbie przygotowanych stanowisk do demonstracji przypadków zjawiska indukcji elektromagnetycznej,
 - Nauczyciel rozdaje teksty przewodnie (załącznik nr1) i wyjaśnienia zasady pracy zespołów.
 - Uczniowie w zespołach przygotowują wizualizację przypadków zjawiska indukcji elektromagnetycznej a nauczyciel aktywnie nadzoruje pracę uczniów.
 - Uczniowie prezentują przygotowany pokaz.
 - Dyskusja ukierunkowana przez nauczyciela i zapisanie wniosków wynikających z pokazów – zdefiniowanie przypadków szczególnych zjawiska indukcji elektromagnetycznej.

- Uczniowie wykonują ćwiczenia obliczeniowe – zastosowanie praktyczne I prawa Faraday’a do wyznaczania siły elektromotorycznej, a nauczyciel aktywnie nadzoruje pracę uczniów.
4. Podsumowanie zajęć.
 - Przypomnienie zrealizowanych celów zajęć.
 - Ocena aktywności pracy zespołów i uczniów indywidualnie.
 - Ewaluacja – Wymień warunki konieczne do wystąpienia zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Która z metod umożliwiła lepsze zrozumienie istoty prawa Farada’ya? Jak zmodyfikować przebieg lekcji z korzyścią dla ucznia?
 5. Zadanie pracy domowej – Na podstawie literatury lub korzystając z Internetu wypisz przykłady praktycznego zastosowania zjawiska indukcji elektromagnetycznej .

5. ĆWICZENIA

5.1. Pole elektryczne

5.1.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Narysuj obraz graficzny pola elektrycznego:

- a) pojedynczego ładunku dodatniego,
- b) pojedynczego ładunku ujemnego,
- c) dwóch wybranych ładunków.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenia indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie definicję linii sił pola elektrycznego,
- 2) narysować ładunek elektryczny punktowy,
- 3) narysować krzywe wychodzące z ładunku obrazujące linie sił pola elektrycznego (dla pojedynczych ładunków będą to linie proste),
- 4) zaznaczyć zwrot linii sił pola elektrycznego pamiętając, jak oddziałują na siebie ładunki jednoimienne, a jak różnoimienne.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- poradnik dla ucznia, inna literatura,
- pisaki,
- arkusze papieru format A4.

Ćwiczenie 2

Oblicz siłę wzajemnego oddziaływania chmur znajdujących się w odległości $r=5\text{km}$, na których zgromadzone są ładunki odpowiednio $Q_1= +5\text{C}$ i $Q_2= -10\text{C}$ przyjmując, że przenikalność elektryczna względna powietrza $\epsilon_r=1$.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenia indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) narysować obraz graficzny pola elektrycznego wytworzonego przez ładunki różnoimienne przyjmując, że ładunki chmur są ładunkami punktowymi,
- 3) zaznaczyć zwroty sił wzajemnego oddziaływania chmur,
- 4) zapisać wzór, z którego można obliczyć siłę wzajemnego oddziaływania ładunków,
- 5) podstawić wartości liczbowe, pamiętając o jednostkach głównych, krotności zamienić na jednostki główne,
- 6) wykonać działania obliczając wartość siły,
- 7) wpisać jednostkę i podać odpowiedź.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- podręcznik „Podstawy elektrotechniki” St. Bolkowski,
- kalkulator z podstawowymi działaniami,
- przybory do pisanie.

Ćwiczenie 3

Oblicz, jak zmieni się pojemność kondensatora płaskiego o wymiarach elektrod $a=20\text{cm}$, $b=25\text{cm}$ i odległości między elektrodami $d=2\text{mm}$, jeśli zamiast dielektryka o przenikalności względnej $\epsilon_{r1}=3$ wstawimy dielektryk o przenikalności $\epsilon_{r2}=2$. Przenikalność bezwzględna próżni $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}\text{F/m}$.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenia indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) zapisać wzór, z którego można obliczyć pojemność C kondensatora,
- 3) podstawić wartości liczbowe do obliczenia pojemności C_1 pamiętając o jednostkach głównych, podzielić krotności zamienić na jednostki główne,
- 4) obliczyć wartość pojemności C_1 wpisać jednostkę i podkreślić wynik końcowy,
- 5) do wzoru na pojemność C wstawić wartości liczbowe dla drugiego dielektryka pamiętając o jednostkach głównych,
- 6) wykonać działania obliczając pojemność C_2 , wpisać jednostkę i podkreślić wynik,
- 7) porównać wyniki i wyciągnąć wnioski.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator z podstawowymi działaniami,
- arkusze papieru format A4,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 4

Porównaj jak zmieni się pojemność wypadkowa układu kondensatorów o pojemnościach $C_1=3\mu\text{F}$, $C_2=4\mu\text{F}$, $C_3=6\mu\text{F}$ połączonych szeregowo, gdy zmienimy ich układ połączenia na równoległy.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenia indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) narysować schemat układu szeregowego i równoległego kondensatorów,
- 3) zapisać wzór, z którego można obliczyć pojemność C_{zs} układu szeregowego kondensatorów,
- 4) podstawić wartości liczbowe do obliczenia pojemności C_{zs} pamiętając o jednostkach głównych, podzielić wartości na jednostki główne,
- 5) wykonać działania obliczając wartość pojemności zastępczej C_{zs} ,
- 6) wpisać jednostkę i podkreślić wynik końcowy,
- 7) zapisać wzór, z którego można obliczyć pojemność C_{zr} układu równoległego kondensatorów
- 8) do wzoru na pojemność C_{zr} wstawić wartości liczbowe pamiętając o jednostkach głównych,
- 9) wykonać działania obliczając pojemność C_{zr} , wpisać jednostkę i podkreślić wynik,
- 10) porównać wyniki i wyciągnąć wnioski.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

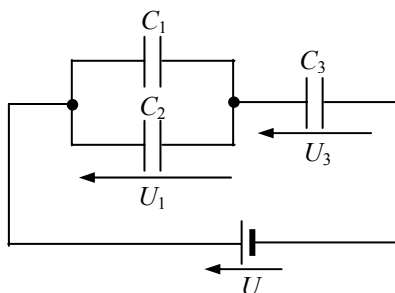
- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator z podstawowymi działaniami,
- arkusze papieru format A4,
- przybory do pisania.

Ćwiczenie 5

Trzy kondensatory o pojemnościach: $C_1=3\mu\text{F}$, $C_2=2\mu\text{F}$ i $C_3=1\mu\text{F}$ połączono jak na rysunku i dołączono do źródła napięcia $U=12\text{V}$. Oblicz ładunki zgromadzone w każdym z kondensatorów.



Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenia indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) przeanalizować konfiguracje połączeń i rozpoznać połączenie równoległe i szeregowe kondensatorów,
- 3) narysować schemat uproszczony układu zastępując jednoznaczne połączenie kondensatorem o pojemności równoważnej,
- 4) zapisać wzór, z którego można obliczyć pojemność C_{zr} układu równoległego kondensatorów,
- 5) podstawić wartości liczbowe do obliczenia pojemności C_{zr} pamiętając o wielkościach głównych, podwielokrotności zamienić na wielkości główne,
- 6) wykonać działania obliczając wartość pojemności C_{zr} i wpisać jednostkę,
- 7) obliczyć pojemność zastępczą C_z całego układu,
- 8) korzystając ze wzoru definiującego pojemność obliczyć całkowity ładunek Q zgromadzony na okładzinach kondensatorów,
- 9) korzystając z cechy charakterystycznej połączenia szeregowego elementów i zjawiska występującego podczas ładowania kondensatorów połączonych szeregowo napisać, ile wynosi wartość ładunku Q_3 ,
- 10) obliczyć napięcie U_3 z wzoru definicyjnego pojemności kondensatora,
- 11) z bilansu napięć obliczyć napięcie U_1 ,
- 12) mając napięcie na kondensatorze i pojemność kondensatora obliczyć ładunki Q_1 i Q_2 .

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

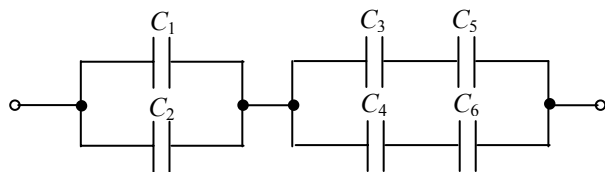
- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator z podstawowymi działaniami,
- arkusze papieru format A4,
- przybory do pisanie.

Ćwiczenie 6*

Oblicz pojemność zastępczą baterii kondensatorów przedstawionej na rysunku przyjmując $C_1=1\mu\text{F}$, $C_2=2\mu\text{F}$, $C_3=3\mu\text{F}$, $C_4=4\mu\text{F}$, $C_5=5\mu\text{F}$, $C_6=6\mu\text{F}$.



Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenia indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać wielkości dane i szukane,
- 2) obliczyć pojemność zastępczą kondensatorów.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator z podstawowymi działaniami,
- arkusze papieru format A4,
- przybory do pisania.

5.2. Pole magnetyczne

5.2.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Wyznacz zwrot linii sił pola magnetycznego wokół przewodu prostoliniowego.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie treść reguły śruby prawoskrętnej i jak zaznaczamy zwrot prądu na przekroju poprzecznym przewodu,
- 2) narysować przekroje przewodów i zaznaczyć zwroty prądów – w jednym prąd płynie w naszym kierunku a w drugim w przeciwnym,
- 3) narysować okręgi obrazujące linie sił pola wokół przewodu prostoliniowego,
- 4) stosując regułę śruby prawoskrętnej zaznaczyć zwroty linii sił pola magnetycznego dla obu kierunków prądu.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- arkusze papieru,
- przybory do pisania – mazaki.

Ćwiczenie 2

Wyznacz zwrot linii sił pola magnetycznego wewnątrz cewki.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć treść reguły śruby prawoskrętnej i prawej ręki,
- 2) narysować dwie cewki różniące się kierunkiem nawinięcia i zaznaczyć zwroty prądów,
- 3) narysować krzywe charakterystyczne dla linii sił pola magnetycznego solenoidu,
- 4) zastosować regułę śruby prawoskrętnej i wyznaczyć zwroty linii sił pola magnetycznego dla obu kierunków nawinięcia,
- 5) sprawdzić poprawność zwrotu pola magnetycznego stosując regułę prawej ręki,

6) uzasadnić, która z reguł, jego zdaniem, jest praktyczniejsza w zastosowaniu.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- arkusze papieru,
- przybory do pisanie – mazaki.

Ćwiczenie 3

Sprawdź słuszność reguły lewej dłoni.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Uczniowie wykonują ćwiczenie w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć sobie treść reguły lewej dłoni,
- 2) wymienić materiały i urządzenia niezbędne do wykonania ćwiczenia,
- 3) wyznaczyć zwrot siły elektrodynamicznej dla założonego zwrotu prądu w przewodzie,
- 4) załączyć napięcie do układu i ustawić wartość prądu tak, aby było widoczne elektrodynamiczne oddziaływania pola na przewód z prądem,
- 5) odłączyć napięcie,
- 6) zmienić biegunowość napięcia i powtórzyć czynność 4.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia rysunkowe,
- ćwiczenia laboratoryjne.

Środki dydaktyczne:

- magnes trwały podkowiasty,
- przewód umieszczony w stojaku,
- źródło napięcia stałego, miernik uniwersalny.

Ćwiczenie 4

W polu magnetycznym o indukcji $B=0,5\text{T}$ umieszczono przewód prostoliniowy. Oblicz siłę elektrodynamiczną, jeżeli długość czynna przewodu $l=0,2\text{m}$ i przewód znajduje się w płaszczyźnie prostopadłej do wektora indukcji.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) zapisać wzór na siłę elektrodynamiczną F ,
- 3) podstawić wartości liczbowe i wykonać obliczenia,
- 4) wpisać jednostkę i podkreślić wynik.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

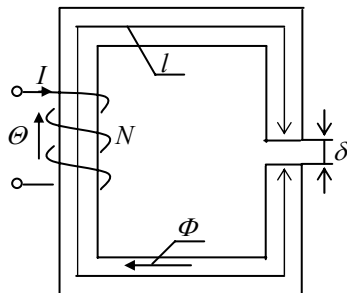
- kalkulator,
- arkusze papieru A4,
- przybory do pisania.

5.3. Obwody magnetyczne

5.3.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Oblicz, jaka powinna być wartość natężenia prądu w uzwojeniu dławika o liczbie zwojów $N=1850$, pokazanego na rysunku, aby uzyskać w szczelinie indukcję $B=1\text{T}$. Rdzeń o przekroju poprzecznym $S=0,15 \cdot 0,25\text{m}$ wykonany jest z blach elektrotechnicznych (4%Si), współczynnik wykorzystania przekroju $k=0,9$. Średnia długość drogi w rdzeniu $l=0,25\text{m}$ a długość szczeliny powietrznej $\delta=1\text{mm}$.



Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) obliczyć czynny przekrój rdzenia,
- 3) obliczyć strumień magnetyczny w szczelinie powietrznej,
- 4) obliczyć wartość indukcji w rdzeniu,
- 5) rozpoznać charakterystykę magnesowania dla stali 4%Si i korzystając z niej, wyznaczyć natężenie pola magnetycznego w rdzeniu,
- 6) obliczyć natężenie pola magnetycznego w szczelinie powietrznej,
- 7) zapisać prawo przepływu dla obwodu ze szczeliną powietrzną,
- 8) wyznaczyć wartość przepływu,
- 9) wyznaczyć wartość natężenia prądu.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

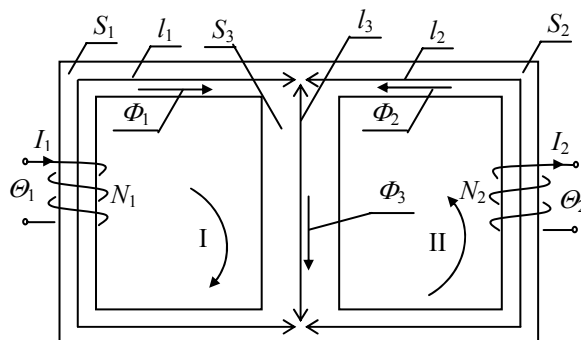
- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4,
- charakterystyki magnesowania ferromagnetyków.

Ćwiczenie 2

Dla obwodu przedstawionego na rysunku mając dany przepływ $\Phi_1=200\text{A}$ oraz wymiary rdzenia: $S_1=S_2=20\text{cm}^2$, $S_3=40\text{cm}^2$, $l_1=l_2=63\text{cm}$, $l_3=31\text{cm}$ dobrać przepływ Φ_2 tak, aby w kolumnie środkowej wystąpił strumień $\Phi_3=0,004\text{Wb}$. Rdzeń wykonany z blach ze stali krzemowej (4% Si).



Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) zapisać równania wynikające z praw Kirchhoffa dla obwodu magnetycznego,
- 3) wyznaczyć indukcję B_3 ,
- 4) wyznaczyć z charakterystyki magnesowania natężenie pola magnetycznego H_3 ,
- 5) wybrać właściwe równanie i przekształcić tak, aby obliczyć natężenie pola magnetycznego H_1 ,
- 6) dla obliczonej wartości H_1 z charakterystyki magnesowania wyznaczyć indukcję B_1 ,
- 7) obliczyć strumień magnetyczny Φ_1 ,
- 8) wyznaczyć z I prawa Kirchhoffa strumień Φ_2 ,
- 9) obliczyć wartość indukcji magnetycznej B_2 ,
- 10) odczytać z charakterystyki magnesowania natężenie pola magnetycznego H_2 ,
- 11) obliczyć przepływ Φ_2 z II prawa Kirchhoffa dla oczka II.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4,
- charakterystyki magnesowania ferromagnetyków.

Ćwiczenie 3

Na rdzeniu elektromagnesu wykonanym z blach transformatorowych o wymiarach: $S_1=4\text{cm}^2$, $l_1=40\text{cm}$ umieszczono uzwojenie o liczbie zwojów $N=1000$. Zwora o wymiarach $S_2=4\text{cm}^2$, $l_2=10\text{cm}$ wykonana jest ze staliwa. Długość szczeliny powietrznej $\delta=1\text{mm}$. Oblicz maksymalną siłę udźwigu elektromagnesu jeśli strumień w rdzeniu $\Phi=2,4\cdot 10^{-4}\text{Wb}$.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

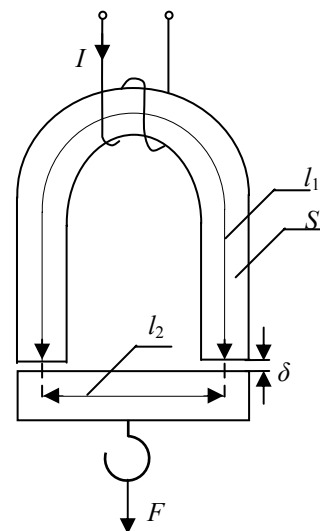
- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) zapisać wzór na siłę udźwigu elektromagnesu,
- 3) obliczyć wartość indukcji w szczelinie powietrznej,
- 4) podstawić wartości liczbowe do wzoru na siłę udźwigu elektromagnesu pamiętając, że $S=2S_1$,
- 5) wykonać poprawnie obliczenia,
- 6) wpisać jednostkę i zapisać odpowiedź.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusz papieru format A4.



5.4. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej

5.4.1. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Zaobserwuj zjawisko indukcji elektromagnetycznej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Ćwiczenie wykonywane w zespołach dwu – trzyosobowych. Wskazane, aby podczas jednej jednostki lekcyjnej część zespołów wykonała ćwiczenie 1, a część – ćwiczenie 2 i metodą burzy mózgów wspólnie sformułowali wnioski.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przygotować na stanowisku: cewkę z rdzeniem, wskaźnik napięcia z zerem po środku skali, magnes trwały,
- 2) podłączyć miernik do cewki,
- 3) obserwować zachowanie się wskaźnika zbliżając i oddalając magnes od cewki,
- 4) obserwować wpływ szybkości zmian strumienia na wartość wychylenia wskaźnika zmieniając szybkość przesuwania magnesu,
- 5) sformułować wnioski wynikające z obserwacji,
- 6) podzielić się swoimi spostrzeżeniami z innymi uczniami.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia laboratoryjne.

Środki dydaktyczne:

- zestaw elementów do sprawdzenia zjawiska indukcji elektromagnetycznej:
 - czuły wskaźnik napięcia z zerem po środku skali,
 - cewka z rdzeniem o liczbie zwojów około 500,
 - magnes trwały.

Ćwiczenie 2

Zaobserwuj zjawisko indukcji elektromagnetycznej.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia z uwzględnieniem przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy. Ćwiczenie wykonywane w zespołach dwu – trzyosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przygotować na stanowisku: dwie cewki z rdzeniem, wskaźnik napięcia z zerem po środku skali, zasilacz,

- 2) podłączyć miernik do jednej cewki 2,
- 3) połączyć układ cewki 1 według schematu,
- 4) zgłosić układ nauczycielowi do sprawdzenia,
- 5) ustawić wskazaną na schemacie wartość natężenia prądu,
- 6) otwierając i zamykając łącznik obserwować zachowanie wskazówki wskaźnika napięcia,
- 7) sformułować wnioski wynikające z obserwacji,
- 8) podzielić się swoimi spostrzeżeniami z innymi uczniami.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia laboratoryjne.

Środki dydaktyczne:

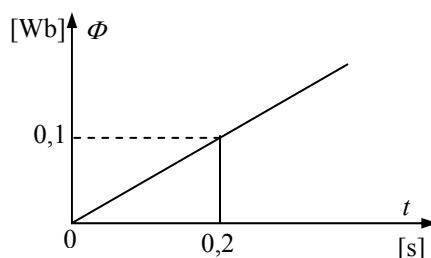
- zestaw elementów do sprawdzenia zjawiska indukcji elektromagnetycznej:
 - czuły wskaźnik napięcia z zerem po środku skali,
 - dwie cewki o liczbie zwojów około 500 na wspólnym rdzeniu,
 - magnes trwały,
 - zasilacz napięcia stałego,
 - łącznik,
 - amperomierz,
- schemat układu zasilania cewki 1 z podaną dopuszczalną wartością prądu w obwodzie.

Ćwiczenie 3

Przez cewkę o 100 zwojach przenika strumień magnetyczny zmieniający się według zależności pokazanej na rysunku. Oblicz wartość siły elektromotorycznej indukowanej w cewce.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Uczniowie wykonują ćwiczenie indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.



Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) przypomnieć I prawo Faraday'a,
- 2) zapisać matematyczną postać prawa,
- 3) odczytać z wykresu przyrost strumienia magnetycznego $\Delta\Phi$,
- 4) odczytać z wykresu przyrost czasu Δt dla wybranego przyrostu strumienia,
- 5) podstawić odczytane wartości do wzoru i obliczyć wartość siły elektromotorycznej indukowanej w cewce,
- 6) wpisać jednostkę i podkreślić wynik będący odpowiedzią.

- Zalecane metody nauczania – uczenia się:
- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4.

Ćwiczenie 4

W polu magnetycznym jednorodnym o indukcji $B=0,2\text{T}$ porusza się, prostopadle do linii sił pola magnetycznego, z prędkością $v=10\text{m/s}$ przewód prostoliniowy o długości czynnej $l=0,3\text{m}$. Oblicz wartość siły elektromotorycznej indukowanej w przewodzie.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Ćwiczenie wykonywane indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) zapisać wzór na siłę elektromotoryczną indukowaną w przewodzie poruszającym się w polu magnetycznym,
- 3) podstawić dane liczbowe,
- 4) wykonać obliczenia, wpisać jednostkę i podkreślić wynik.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4.

Ćwiczenie 5

Oblicz indukcyjność własną cewki, w której przy zmianie natężenia prądu z szybkością 10A/s indukuje się siła elektromotoryczna o wartości $\epsilon=1\text{V}$.

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Ćwiczenie wykonywane indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,

- 2) zapisać wzór na siłę elektromotoryczną indukowaną w przewodzie poruszającym się w polu magnetycznym,
- 3) przekształcić wzór wyznaczając indukcyjność własną L ,
- 4) podstawić dane liczbowe,
- 5) wykonać obliczenia, wpisać jednostkę i podkreślić wynik.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

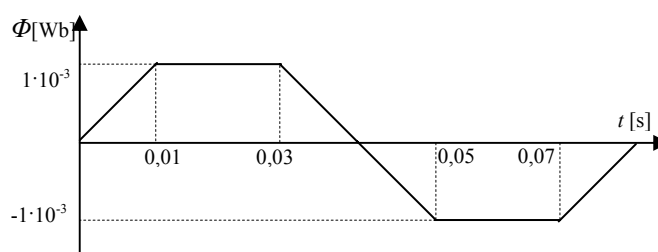
- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4.

Ćwiczenie 6

Oblicz i narysuj przebieg siły elektromotorycznej e indukowanej w zwoju, przez który przenika strumień zmieniający się jak na rysunku.



Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Ćwiczenie wykonywane indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) zapisać wzór na siłę elektromotoryczną indukcji własnej,
- 3) podstawić dane liczbowe dla poszczególnych przedziałów czasowych $t_1, t_2, \dots$,
- 4) wykonać obliczenia $e_1, e_2, \dots$, wpisać jednostkę i podkreślić wynik,
- 5) przerysować przebieg czasowy strumienia $\Phi=f(t)$ i zaznaczyć przedziały czasowe t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 ,
- 6) pod wykresem narysować układ współrzędnych do narysowania przebiegu $e=f(t)$ i zaznaczyć przedziały czasowe identycznie jak na wykresie $\Phi=f(t)$,
- 7) nanieść wartości liczbowe dla poszczególnych przedziałów czasowych rysując przebieg siły elektromotorycznej.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe,
- ćwiczenia rysunkowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4,
- linijka i pisaki.

Ćwiczenie 7

Na wspólnym rdzeniu nawinięto dwie cewki o indukcyjnościach własnych odpowiednio $L_1=0,3\text{H}$ i $L_2=0,4\text{H}$. Współczynnik sprzężenia magnetycznego $k=0,8$. Oblicz wartość siły elektromotorycznej indukcji własnej i wzajemnej, jeżeli w cewce 1 prąd narasta z prędkością 10A/s .

Wskazówki do realizacji

Przed przystąpieniem do realizacji ćwiczenia nauczyciel powinien omówić zakres i technikę wykonania ćwiczenia. Ćwiczenie wykonywane indywidualnie lub w zespołach dwuosobowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Uczeń powinien:

- 1) wypisać dane i szukane,
- 2) zapisać wzór na siłę elektromotoryczną samoindukcji,
- 3) podstawić dane liczbowe, wykonać obliczenia i wpisać jednostkę,
- 4) zapisać wzór na indukcyjność wzajemną, podstawić wartości liczbowe, wykonać obliczenia i wpisać jednostkę,
- 5) zapisać wzór na siłę elektromotoryczną indukcji wzajemnej,
- 6) podstawić wartości liczbowe i obliczyć wartość siły elektromotorycznej,
- 7) zapisać odpowiedź.

Zalecane metody nauczania – uczenia się:

- ćwiczenia obliczeniowe.

Środki dydaktyczne:

- kalkulator,
- arkusze papieru format A4.

6. EWALUACJA OSIĄGNIĘĆ UCZNIA

Przykłady narzędzi pomiaru dydaktycznego

TEST 1

Test pisemny dwustopniowy do jednostki modułowej „Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym”

Test składa się z 20 zadań wielokrotnego wyboru. Zadania z jedną gwiazdką „*” są zadaniami z zakresu poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą prawidłową odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt. Za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi uczeń otrzymuje 0 punktów.

Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- niedostateczny – 0 – 7 punktów,
- dopuszczający – 8 – 11 punktów z poziomu podstawowego,
- dostateczny – 12 – 15 punktów (12 punktów z poziomu podstawowego),
- dobry – 16 – 18 punktów (minimum 12 punktów z poziomu podstawowego + 4 punkty z poziomu ponadpodstawowego),
- bardzo dobry – 19 – 20 punktów (minimum 12 punktów z poziomu podstawowego + 7 punktów z poziomu ponadpodstawowego).

Plan testu
TEST 1

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Klucz odpowiedzi
1	Odtwarzać z pamięci obrazy graficzne pola elektrycznego.	A	p	b
2	Definiować podstawowe wielkości pola elektrycznego.	A	p	c
3	Rozróżniać podstawowe wielkości pola elektrycznego.	B	p	a, d
4	Stosować poznane wzory z zakresu pola elektrycznego do wyznaczania wielkości w nich występujących.	C	pp	b
5	Obliczać ładunek kondensatora.	C	pp	b
6	Obliczać pojemność zastępczą układu kondensatorów.	D	pp	d
7	Definiować podstawowe zjawiska zachodzące w polu magnetycznym.	A	p	b
8	Analizować przebieg linii sił pola magnetycznego.	C	pp	d
9	Wyjaśniać podstawowe wielkości pola magnetycznego	B	p	d
10	Definiować własności magnetyczne materiałów.	A	p	d
11	Określać zastosowanie materiałów magnetycznie twardych i miękkich.	B	p	c
12	Podać wzór na działanie pola magnetycznego na przewod z prądem.	A	p	c
13	Definiować zjawisko indukcji elektromagnetycznej.	A	p	a
14	Wyznaczać napięcie indukowane w przewodzie poruszającym się w polu magnetycznym.	C	p	c
15	Dobierać wartość indukcyjności własnej do wymaganej wartości napięcia indukcji własnej.	D	pp	b
16	Stosować I prawo Faraday'a przy rozpoznaniu zjawiska indukcji elektromagnetycznej.	C	pp	d
17	Definiować podstawowe pojęcia i wielkości obwodu magnetycznego.	A	p	d
18	Rozróżniać obwody magnetyczne.	B	p	c
19	Definiować podstawowe prawa obwodu magnetycznego.	A	p	d
20	Dobierać parametry elektromagnesu do uzyskania zadanej wartości siły udźwigu.	D	pp	b

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej tygodniowym.
2. Przed rozpoczęciem testu należy przygotować salę zgodnie z wymaganiami.
3. Po zajęciu miejsc przez uczniów należy rozdać instrukcje testowania, a następnie arkusze zadań testowych oraz karty odpowiedzi. Na arkuszach uczniowie powinni wpisać imię, nazwisko i klasę.
4. Uczniowie otrzymują 5 minut na zapoznanie się z instrukcją – w tym czasie nie wykonują żadnych czynności.
5. Uczniowie pracują indywidualnie nie korzystając z żadnych pomocy za wyjątkiem przyborów do pisania oraz rysowania.
6. Na rozwiązanie wszystkich zadań uczniowie mają maksymalnie 35 minut – czas jest mierzony tylko w czasie pracy uczniów, po zapoznaniu się z instrukcją.
7. Zakończenie rozwiązania testu uczeń zgłasza przez podniesienie ręki.
8. Jeśli uczeń rozwiąże zadanie kilkanaście minut przed czasem można zwrócić uwagę na ostatnie zdanie „Instrukcji dla ucznia”.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tą czynność 5 minut, jeżeli są wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Przeczytaj uważnie każde polecenie zestawu zadań testowych starając się dobrze zrozumieć jego treść.
4. Twoje zadanie polega na poprawnym rozwiązaniu 20 zadań o różnym stopniu trudności: bez oznaczenia – poziom podstawowy, oznaczone * – poziom ponadpodstawowy. Na rozwiązanie testu masz 35 minut.
5. Rozwiązuj najpierw zadania z poziomu podstawowego, potem z poziomu ponadpodstawowego.
6. Za poprawne rozwiązanie 12 zadań z poziomu podstawowego (bez oznaczenia) otrzymasz ocenę dostateczną. Aby otrzymać ocenę dopuszczającą powinieneś rozwiązać przynajmniej 8 zadań z poziomu podstawowego.
7. Za prawidłowe rozwiązanie 19 zadań otrzymasz ocenę bardzo dobrą.
8. Zwróć uwagę na zadanie 3 z symbolem „Σ”, prawidłowych odpowiedzi jest więcej niż 1.
9. Odpowiedzi udzielaj na karcie odpowiedzi. Zaczerni prostokąt z poprawną odpowiedzią. Jeśli uznasz, że pierwsza odpowiedź jest błędna zakreśl kółkiem i zaznacz prawidłową.
10. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

Rozwiązanie zadania będzie uznane za prawidłowe, jeżeli udzielisz pełnej i poprawnej odpowiedzi, uzyskasz wówczas 1 punkt za zadanie. Rozwiązanie niepełne, niepoprawne lub jego brak spowoduje nie zaliczenie zadania, wówczas uzyskasz 0 punktów.

Jeżeli skończysz test zanim upłynie czas rozwiązywania, sprawdź odpowiedzi, jakich udzieliłeś w teście.

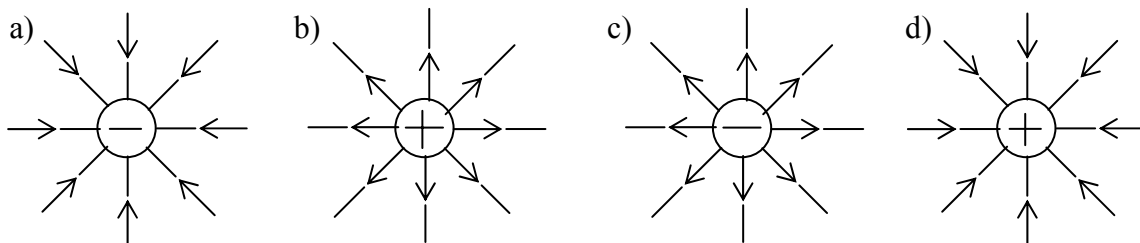
Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

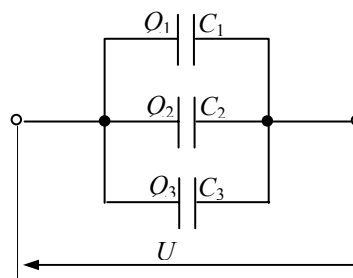
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

TEST 1

1. Obraz graficzny pola elektrycznego wytworzonego przez pojedynczy, dodatni ładunek punktowy przedstawia rysunek:

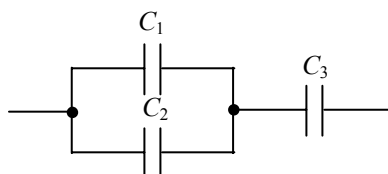


2. Wielkość wektorową, której wartość mierzymy stosunkiem siły F działającej na umieszczony w dowolnym punkcie pola elektrycznego ładunek „próbny” q do wartości tego ładunku nazywamy:
- potencjałem elektrycznym w tym punkcie pola elektrycznego,
 - napięciem elektrycznym U między punktami A i B pola elektrycznego,
 - natężeniem pola elektrycznego E w tym punkcie pola elektrycznego,
 - wytrzymałością elektryczną dielektryka w tym punkcie pola elektrycznego.
3. Podstawowe wielkości charakteryzujące pole elektryczne to między innymi: Σ
- potencjał elektryczny,
 - natężenie pola magnetycznego,
 - natężenie prądu elektrycznego,
 - natężenia pola elektrycznego.
- 4.* Oblicz, jaka może być minimalna odległość między okładzinami kondensatora płaskiego powietrznego, aby po załączeniu napięcia 220V wytrzymałość elektryczna dielektryka wynosiła 11 kV/cm
- $d = 20\text{cm}$,
 - $d = 0,02\text{cm}$,
 - $d = 0,2\text{cm}$,
 - $d = 2\text{cm}$.
- 5.* Oblicz ładunki zgromadzone w każdym z kondensatorów układu przedstawionego na rysunku po podłączeniu napięcia $U=20\text{V}$. Dane układu: $C_1 = 1\mu\text{F}$, $C_2 = 2\mu\text{F}$ i $C_3 = 3\mu\text{F}$.
- $Q_1 = 1\mu\text{C}$, $Q_2 = 2\mu\text{C}$, $Q_3 = 3\mu\text{C}$,
 - $Q_1 = 20\mu\text{C}$, $Q_2 = 40\mu\text{C}$, $Q_3 = 60\mu\text{C}$,
 - $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 20\mu\text{C}$,
 - $Q_1 = 20\mu\text{C}$, $Q_2 = 10\mu\text{C}$, $Q_3 = 6,67\mu\text{C}$.



- 6.* Pojemność zastępczą układu kondensatorów przedstawionego na rysunku wyznaczysz z zależności:

- $C = C_1 + C_2 + C_3$,
- $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$,



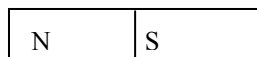
c) $C = \frac{\varepsilon \cdot S}{d}$,

d) $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1 + C_2} + \frac{1}{C_3}$.

7. Źródłem pola magnetycznego jest:

- a) oddziaływanie siłą na umieszczone w polu ładunki elektryczne,
- b) magnes trwały oraz poruszające się ładunki elektryczne,
- c) różnica potencjałów między dwoma punktami obwodu elektrycznego,
- d) nieruchome ładunki elektryczne.

8.* Jeśli przetniemy magnes w połowie, jak zaznaczono na rysunku otrzymamy



- a) dwa oddzielne bieguny, jeden N a drugi S,
 - b) dwa magnesy – jeden o biegunie N drugi o biegunie S,
 - c) dwa kawałki ferromagnetyka, które utraciły własności magnetyczne,
 - d) dwa mniejsze magnesy posiadające biegun N i S.
9. Wzór $B = \mu H$ przedstawia zależność pomiędzy:
- a) strumieniem magnetycznym i indukcją magnetyczną,
 - b) indukcyjnością własną i natężeniem pola elektrycznego,
 - c) strumieniem magnetycznym i natężeniem pola magnetycznego,
 - d) indukcją magnetyczną i natężeniem pola magnetycznego.
10. Dokończ definicję: Ciała, w których pod wpływem zewnętrznego pola magnetycznego następuje znaczny wzrost indukcji nazywamy:
- a) diamagnetykami,
 - b) przewodnikami,
 - c) paramagnetykami,
 - d) ferromagnetykami.
11. Rdzeń transformatora i wirnika maszyn elektrycznych wykonuje się z:
- a) materiałów magnetycznie twardych,
 - b) miedzi elektrotechnicznej miękkiej,
 - c) materiałów magnetycznie miękkich,
 - d) materiałów elektroizacyjnych.
12. Wartość siły elektrodynamicznej, z jaką pole magnetyczne oddziałuje na przewód z prądem obliczamy z zależności:
- a) $F = BS$,
 - b) $F = Blv$,
 - c) $F = BIl$,
 - d) $F = \frac{I}{2\pi a}$.
13. Uzupełnij definicję:
 „Powstawaniu napięcia indukowanego lub inaczej siły elektromotorycznej w uzwojeniu przy jakiegokolwiek zmianie strumienia magnetycznego skojarzonego z uzwojeniem nazywamy.....”.
- a) zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej
 - b) napięciem elektrycznym
 - c) zjawiskiem elektrodynamicznym
 - d) zjawiskiem indukcji wzajemnej

14. Oblicz siłę elektromotoryczną powstającą w przewodzie prostoliniowym o długości $l = 0,1\text{m}$ przesuwającym się z prędkością $v = 5\text{m/s}$ w równomiernym polu magnetycznym o indukcji $B = 1,2\text{T}$ prostopadle do wektora indukcji magnetycznej.

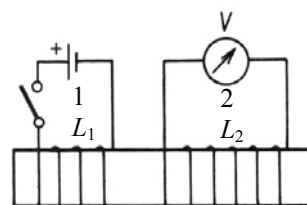
- a) $E = 6\text{V}$,
- b) $E = 0,5\text{V}$,
- c) $E = 0,6\text{V}$,
- d) $E = 1,2\text{V}$.

15.* Oblicz indukcyjność własną cewki w której przy zmianie natężenia prądu z szybkością 10A/s indukuje się siła elektromotoryczna o wartości $e = 1\text{V}$.

- a) $L = 10\text{H}$,
- b) $L = 0,1\text{H}$,
- c) $L = 1\text{H}$,
- d) $L = 10\text{V}$.

16* Jeżeli załączamy napięcie do cewki 1, a następnie wyłączymy, to w cewce 2 napięcie,

- a) nie powstaje,
- b) powstaje przy załączaniu napięcia,
- c) powstaje przy odłączaniu napięcia,
- d) powstaje przy włączaniu i wyłączaniu napięcia.

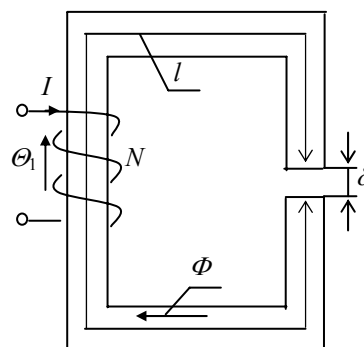


17. Zespół elementów służących do wytwarzania strumienia magnetycznego i skierowania go wzdłuż żądanej drogi nazywamy:

- a) obwodem elektrycznym,
- b) magnetowodem,
- c) polem magnetycznym,
- d) obwodem magnetycznym.

18. Rysunek przedstawia obwód magnetyczny:

- a) jednorodny nierozgałęziony,
- b) jednorodny rozgałęziony,
- c) niejednorodny nierozgałęziony,
- d) niejednorodny rozgałęziony.



19. Uzupełnij treść prawa przepływu:

- a) polu magnetycznemu
- b) przepływowi prądu
- c) natężeniu pól elektrycznych
- d) sumie natężeń pola magnetycznego

„Suma iloczynów natężeń pola elektrycznego H_k i odcinków linii pola l_k , wzdłuż których natężenie pola nie ulega zmianie branych po drodze zamkniętej l równa sięobejmowanemu przez tą drogę zamkniętą”.

20.* Dobierz powierzchnię biegunów elektromagnesu (dwa bieguny o jednakowych powierzchniach) tak, aby przy indukcji $B = 1\text{T}$ siła udźwigu elektromagnesu wynosiła $F = 800\text{kN}$.

- a) 2m^2 ,
- b) 1m^2 ,
- c) 10cm^2 ,
- d) 10m^2 .

KARTA ODPOWIEDZI

TEST 1

Imię i nazwisko

Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym

Zaczerni prostokąt z poprawną odpowiedzią.

Nr zadania	Odpowiedź				Punktacja
1.	a	b	c	d	
2.	a	b	c	d	
3.	a	b	c	d	
4.	a	b	c	d	
5.	a	b	c	d	
6.	a	b	c	d	
7.	a	b	c	d	
8.	a	b	c	d	
9.	a	b	c	d	
10.	a	b	c	d	
11.	a	b	c	d	
12.	a	b	c	d	
13.	a	b	c	d	
14.	a	b	c	d	
15.	a	b	c	d	
16.	a	b	c	d	
17.	a	b	c	d	
18.	a	b	c	d	
19.	a	b	c	d	
20.	a	b	c	d	
Razem:					

TEST 2

Test pisemny dwustopniowy do jednostki modułowej „Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym”

Test składa się z 20 zadań wielokrotnego wyboru. Zadania bez gwiazdki są z zakresu podstawowego, a zadania z gwiazdką „*” to zadania z zakresu poziomu ponadpodstawowego.

Punktacja zadań: 0 lub 1 punkt

Za każdą prawidłową odpowiedź uczeń otrzymuje 1 punkt. Za odpowiedź błędną lub brak odpowiedzi uczeń otrzymuje 0 punktów.

Proponuje się następujące normy wymagań – uczeń otrzyma następujące oceny szkolne:

- niedostateczny – 0 – 7 punktów,
- dopuszczający – 8 – 11 punktów z poziomu podstawowego,
- dostateczny – 12 – 15 punktów (12 punktów z poziomu podstawowego),
- dobry – 16 – 18 punktów (minimum 12 punktów z poziomu podstawowego + 4 punktu z poziomu ponadpodstawowego),
- bardzo dobry – 19 – 20 punktów (minimum 12 punktów z poziomu podstawowego + 7 punktu z poziomu ponadpodstawowego).

Plan testu

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Klucz odpowiedzi
1	Rozróżnić podstawowe wielkości pola elektrycznego.	B	p	b
2	Zdefiniować podstawowe wielkości pola elektrycznego.	A	p	b
3	Zdefiniować podstawowe wielkości pola elektrycznego.	A	p	b
4	Wyznaczać wartość natężenia pola elektrycznego w odległości a od ładunku punkowego	C	pp	c
5	Obliczyć ładunek kondensatora	C	pp	b
6	Obliczyć pojemność kondensatorów	D	pp	c
7	Podać cechę charakterystyczną pola magnetycznego	A	p	d
8	Zdefiniować strumień magnetyczny	A	p	B
9	Rozróżnić podstawowe wielkości pola magnetycznego	B	p	a, c
10	Stosować regułę lewej dłoni i wyznacza zwrot siły elektrodynamicznej	C	pp	b
11	Rozróżnić materiały magnetycznie twarde i miękkie.	B	p	a

Nr zadania	Cel operacyjny (mierzone osiągnięcia uczniów)	Kategoria celu	Poziom wymagań	Klucz odpowiedzi
12	Podać zastosowanie materiałów magnetycznie twardych i miękkich	A	p	d
13	Zastosować poznane wzory na siłę elektrodynamiczną do wyznaczani wielkości w nich występujących.	C	p	b
14	Rozróżnić podstawowe pojęcia i wielkości obwodu magnetycznego.	B	p	a
15	Sformułować podstawowe prawa dla obwodu magnetycznego.	B	p	a
16	Dobrać pole przekroju poprzecznego rdzenia obwodu magnetycznego.	C	pp	c
17	Podać wzór na I prawo Faraday'a	B	p	b
18	Definiować przypadki zjawiska indukcji elektromagnetycznej.	A	p	d
19	Obliczyć wartość napięcia indukcji własnej i wzajemnej.	C	pp	c
20	Stosować I prawo Faraday'a do wyznaczania wartości siły elektromotorycznej indukowanej w cewce.	C	pp	c

Przebieg testowania

Instrukcja dla nauczyciela

1. Ustal z uczniami termin przeprowadzenia sprawdzianu z wyprzedzeniem co najmniej jedynotygodniowym.
2. Przed rozpoczęciem testu należy przygotować salę zgodnie z wymaganiami.
3. Po zajęciu miejsc przez uczniów należy rozdać instrukcje testowania, a następnie arkusze zadań testowych oraz karty odpowiedzi. Na arkuszach uczniowie powinni wpisać imię, nazwisko i klasę.
4. Uczniowie otrzymują 5 minut na zapoznanie się z instrukcją – w tym czasie nie wykonują żadnych czynności.
5. Uczniowie pracują indywidualnie nie korzystając z żadnych pomocy za wyjątkiem przyborów do pisania oraz rysowania.
6. Na rozwiązanie wszystkich zadań uczniowie mają maksymalnie 35 minut – czas jest mierzony tylko w czasie pracy uczniów, po zapoznaniu się z instrukcją.
7. Zakończenie rozwiązania testu uczeń zgłasza przez podniesienie ręki.
8. Jeśli uczeń rozwiąże zadanie kilkanaście minut przed czasem można zwrócić uwagę na ostatnie zdanie „Instrukcji dla ucznia”.

Instrukcja dla ucznia

1. Przeczytaj uważnie instrukcję – masz na tą czynność 5 minut, jeżeli są wątpliwości zapytaj nauczyciela.
2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
3. Przeczytaj uważnie każde polecenie zestawu zadań testowych starając się dobrze zrozumieć jego treść.
4. Twoje zadanie polega na poprawnym rozwiązaniu 20 zadań o różnym stopniu trudności: bez oznaczenia – poziom podstawowy, oznaczone * – poziom ponadpodstawowy. Na rozwiązanie testu masz 35 minut.
5. Rozwiązuj najpierw zadania z poziomu podstawowego, potem z poziomu ponadpodstawowego.
6. Za poprawne rozwiązanie 12 zadań z poziomu podstawowego (bez oznaczenia) otrzymasz ocenę dostateczną. Aby otrzymać ocenę dopuszczającą powinieneś rozwiązać przynajmniej 8 zadań z poziomu podstawowego.
7. Za prawidłowe rozwiązanie 19 zadań otrzymasz ocenę bardzo dobrą.
8. Zwróć uwagę na zadanie 9 z symbolem „Σ”, prawidłowych odpowiedzi jest więcej niż 1.
9. Odpowiedzi udzielaj na karcie odpowiedzi. Zaczerni prostokąt z poprawną odpowiedzią. Jeśli uznasz, że pierwsza odpowiedź jest błędna zakreśl kółkiem i zaznacz prawidłową.
10. Po zakończeniu testu podnieś rękę i zaczekaj aż nauczyciel odbierze od Ciebie pracę.

Rozwiązanie zadania będzie uznane za prawidłowe, jeżeli udzielisz pełnej i poprawnej odpowiedzi, uzyskasz wówczas 1 punkt za zadanie. Rozwiązanie niepełne, niepoprawne lub jego brak spowoduje nie zaliczenie zadania, wówczas uzyskasz 0 punktów.

Jeżeli skończysz test zanim upłynie czas rozwiązywania, sprawdź odpowiedzi, jakich udzieliłeś w teście.

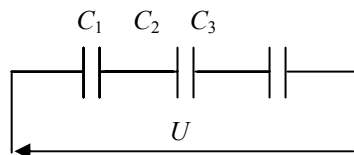
Materiały dla ucznia:

- instrukcja,
- zestaw zadań testowych,
- karta odpowiedzi.

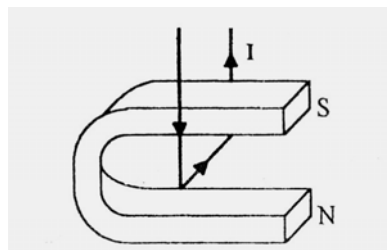
ZESTAW ZADAŃ TESTOWYCH

TEST 2

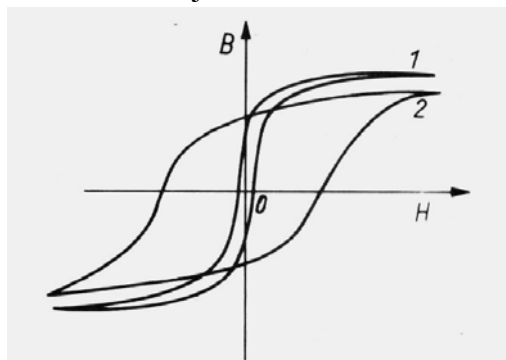
1. Na ładunek elektryczny znajdujący się w polu elektrycznym działa siła, której wartość wyznaczamy z prawa Coulomba:
 - a) $F = B \cdot I \cdot l$,
 - b) $F = \frac{Q_1 \cdot Q_2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$,
 - c) $E = \frac{F}{q}$,
 - d) $U_{AB} = \frac{\Delta W_{AB}}{q} = E \cdot \Delta l$.
2. Wytrzymałością elektryczną dielektryka nazywamy.
 - a) własność charakteryzującą zdolność przewodnika do gromadzenia ładunków elektrycznych,
 - b) największą wartość natężenia pola elektrycznego, która nie powoduje jeszcze przebicia dielektryka,
 - c) różnicę potencjałów między dwoma dowolnymi punktami pola elektrycznego,
 - d) uporządkowany przepływ ładunków elektrycznych pod wpływem zewnętrznego pola elektrycznego.
3. Stosunek pracy ΔW , którą wykonałyby siły pola elektrycznego przy przemieszczeniu ładunku „próbnego” dodatniego z punktu A do punktu B tego pola do wartości ładunku „próbnego” nazywamy
 - a) potencjałem elektrycznym w punktach A i B pola elektrycznego,
 - b) napięciem elektrycznym U między punktami A i B pola elektrycznego,
 - c) natężeniem pola elektrycznego E w punkcie A i B pola elektrycznego,
 - d) wytrzymałością elektryczną dielektryka.
- 4.* Wyznacz natężenie pola elektrycznego w odległości $a=10\text{cm}$ od ładunku $Q=111 \cdot 10^{-9}\text{C}$ będącego źródłem pola.
 - a) $E=111\text{V/m}$,
 - b) $E=10\text{V/m}$,
 - c) $E=10000\text{V/m}$,
 - d) $E=100\text{V/m}$.
- 5.* Oblicz ładunki zgromadzone w każdym z kondensatorów układu przedstawionego na rysunku po podłączeniu napięcia $U=20\text{V}$. Dane układu: $C_1=3\mu\text{F}$, $C_2=3\mu\text{F}$ i $C_3=3\mu\text{F}$.
 - a) $Q_1=Q_2=Q_3=180\mu\text{C}$,
 - b) $Q_1=Q_2=Q_3=18\mu\text{C}$,
 - c) $Q_1=Q_2=Q_3=1\mu\text{C}$,
 - d) $Q_1=Q_2=Q_3=1,1\mu\text{C}$.
- 6.* Pojemność wypadkowa dwóch kondensatorów połączonych równolegle wynosi 9nF a przy połączeniu szeregowym tych samych kondensatorów 2nF . Oblicz pojemność każdego kondensatora.
 - a) $C_1=18\text{nF}$, $C_2=11\text{nF}$,
 - b) $C_1=4,5\text{nF}$, $C_2=4,5\text{nF}$,
 - c) $C_1=6\text{nF}$, $C_2=3\text{nF}$,
 - d) $C_1=7\text{nF}$, $C_2=2\text{nF}$.



7. Cechą charakterystyczną pola magnetycznego wyróżniającą je spośród innych rodzajów pól jest to, że:
- oddziałuje siłą na umieszczone w polu ładunki elektryczne,
 - powstaje wokół magnesu oraz wokół poruszających się ładunków elektrycznych,
 - wytwarzają je nieruchome ładunki elektryczne,
 - oddziałuje siłą na poruszające się w polu ładunki elektryczne.
8. Strumieniem magnetycznym nazywamy
- ilość linii sił pola magnetycznego przypadających na jednostkę powierzchni,
 - zbiór linii sił pola magnetycznego przenikających przez dowolną powierzchnię,
 - wielkość charakteryzującą pobudzenie pola magnetycznego,
 - indukcję magnetyczną jaka występuje w rdzeniu przy natężeniu pola równym zero.
9. Do wielkości charakteryzujących pole magnetyczne należą między innymi: Σ
- natężenie pola magnetycznego,
 - napięcie elektryczne,
 - indukcja magnetyczna,
 - charakterystyka magnesowania.
10. Siła elektrodynamiczna działająca na przewodnik z prądem, w sytuacji przedstawionej na rysunku, ma zwrot:
- w lewo,
 - w prawo,
 - w stronę bieguna N,
 - w stronę bieguna S.



11. Na rysunku przedstawiono dwie pętle histerezy dla materiału magnetycznie miękkiego i magnetycznie twardego. Wybierz prawidłowe informacje.
- pętla histerezy 1 dotyczy materiału magnetycznie miękkiego,
 - pętla histerezy 2 dotyczy materiału magnetycznie miękkiego,
 - pętla 1 dotyczy materiału magnetycznie twardego,
 - obie pętle dotyczą materiału magnetycznie twardego.

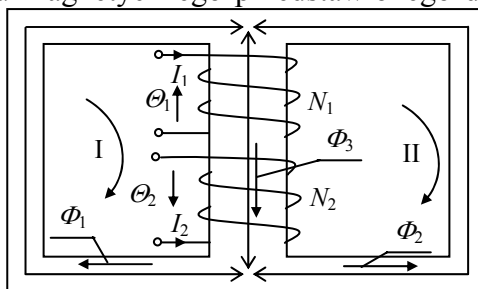


12. Magnesy trwale wykonuje się z:
- miedzi elektrotechnicznej miękkiej,
 - materiałów magnetycznie miękkich,
 - materiałów elektroizolacyjnych,
 - materiałów magnetycznie twardych.
13. Oblicz natężenie prądu w dwóch równoległych, prostoliniowych i nieskończenie długich przewodach o bardzo małych przekrojach kołowym umieszczonych w próżni w odległości $a=1\text{m}$ od siebie, jeśli na każdy metr długości przewodu działa siła $F=2 \cdot 10^{-7}\text{N}$. ($\mu_0=1,256 \cdot 10^{-6}\text{H/m}$).
- $I=0,1\text{A}$,
 - $I=1\text{A}$,
 - $I=2\text{A}$,
 - $I=1,1\text{A}$.

14. Dwie cewki są sprzężone magnetycznie, jeżeli
- a) pole magnetyczne wytworzone przez prąd płynący w jednej cewce obejmuje choć częściowo drugą cewkę,
 - b) prąd płynący w jednej cewce jest równy co do wartości prądowi płynącemu w drugiej cewce,
 - c) siła wzajemnego oddziaływania jest równa co do wartości lecz przeciwni skierowana,
 - d) strumień skojarzony z jedną cewką ma taką samą wartość jak strumień skojarzony z drugą cewką.

15. I prawo Kirchhoffa dla obwodu magnetycznego przedstawionego dla rysunku możemy zapisać w postaci:

- a) $\Phi_3 = \Phi_1 + \Phi_2$,
- b) $-H_2 l_2 - H_3 l_3 = \mathcal{O}_1 - \mathcal{O}_2$,
- c) $\Phi_3 + \Phi_1 + \Phi_2 = 0$,
- d) $\Phi_3 = \Phi_1 - \Phi_2$.



- 16.* Oblicz, jakie powinno być pole przekroju poprzecznego rdzenia aby przy indukcji $B=1,2\text{T}$ uzyskać strumień $\Phi=0,48 \cdot 10^{-3}\text{Wb}$.

- a) $S=4\text{m}^2$,
- b) $S=0,567\text{m}^2$,
- c) $S=4\text{cm}^2$,
- d) $S=2,5\text{cm}^2$.

17. I prawo Faraday'a nazywane prawem indukcji elektromagnetycznej określa zależność:

- a) $e = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$,
- b) $e = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,
- c) $e = B \cdot l \cdot v$,
- d) $e = -M \frac{\Delta i}{\Delta t}$.

18. Uzupełnij zdanie:

- a) indukcji własnej
- b) fotoelektrycznym
- c) elektrodynamicznym
- d) indukcji wzajemnej

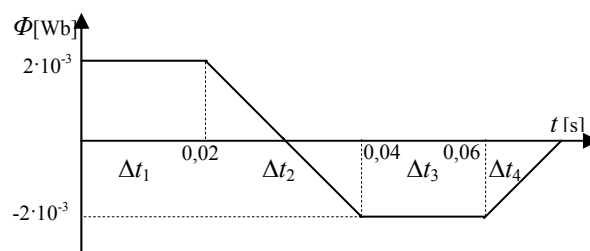
Zjawiskiem nazywamy zjawisko indukowania się siły elektromotorycznej w cewce pod wpływem zmian prądu w innej cewce sprzężonej z nią magnetycznie.

- 19.* Oblicz wartość siły elektromotorycznej indukowanej w cewce o indukcyjności $L_1=0,3\text{H}$ sprzężonej magnetycznie z cewką o indukcyjności $L_2=0,4\text{H}$ przy współczynniku sprzężenia $k=0,8$ jeśli prąd w cewce L_2 zmienia się z prędkością 10A/s .

- a) $e_M=3\text{V}$,
- b) $e_M=8\text{V}$,
- c) $e_M=4\text{V}$,
- d) $e_M=5\text{V}$.

20.* Oblicz wartość siły elektromotorycznej e indukowanej w cewce o $N=10$ zwojów w przedziale czasowym Δt_1 , przez który przenika strumień zmieniający się jak na rysunku.

- a) $e = 0,1\text{V}$,
- b) $e = -0,2\text{V}$,
- c) $e = 0\text{V}$,
- d) $e = 2\text{mV}$.



KARTA ODPOWIEDZI

TEST 2

Imię i nazwisko

Analizowanie zjawisk występujących w polu elektrycznym i magnetycznym

Zaczerni prostokąt z poprawną odpowiedzią..

Nr zadania	Odpowiedź				Punktacja
1.	a	b	c	d	
2.	a	b	c	d	
3.	a	b	c	d	
4.	a	b	c	d	
5.	a	b	c	d	
6.	a	b	c	d	
7.	a	b	c	d	
8.	a	b	c	d	
9.	a	b	c	d	
10.	a	b	c	d	
11.	a	b	c	d	
12.	a	b	c	d	
13.	a	b	c	d	
14.	a	b	c	d	
15.	a	b	c	d	
16.	a	b	c	d	
17.	a	b	c	d	
18.	a	b	c	d	
19.	a	b	c	d	
20.	a	b	c	d	
Razem					

7. LITERATURA

1. Bolkowski S.: Elektrotechnika, WSiP, Warszawa 2005
2. Kurdziel R.: Podstawy elektrotechniki, WSiP, Warszawa 2000
3. Markiewicz A.: Zbiór zadań z elektrotechniki, WSiP, Warszawa 2000
4. Praca zbiorowa: Praktyczna elektrotechnika ogólna, REA 2003

8. ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1

Tekst przewodni do ćwiczenia nr 1

Na stanowisku nr 1 znajduje się zestaw elementów do zademonstrowania jednego z przypadków zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Wasze zadanie polega na zaobserwowaniu zjawiska i sformułowaniu wniosków wynikających z obserwacji.

Aby poprawnie wykonać ćwiczenie powinniście:

- 1) przed przystąpieniem do ćwiczenia odpowiedzieć sobie na pytania:
 - co to są przewodniki?
 - z jakiego materiału wykonane są zwoje cewki?
 - co się dzieje, jeśli ładunek porusza się w polu magnetycznym?
- 2) podłączyć do zacisków cewki woltomierz z zerem po środku,
- 3) przybliżając do cewki i oddalając magnes trwały obserwować zachowanie się wskazówki miernika,
- 4) zaobserwować wpływ szybkości przesuwania magnesu na wychylenie wskazówki,
- 5) sformułować wspólnie wnioski wynikające z obserwacji,
- 6) podzielić się swoimi spostrzeżeniami z kolegami z innych zespołów.

Na wykonanie zadania macie 15 minut. W przypadku pojawienia się trudności możecie liczyć na pomoc nauczyciela.

Tekst przewodni do ćwiczenia nr 2

Na stanowisku nr 2 znajduje się zestaw elementów do zademonstrowania jednego z przypadków zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Wasze zadanie polega na zaobserwowaniu zjawiska i sformułowaniu wniosków wynikających z obserwacji.

Aby poprawnie wykonać ćwiczenie powinniście:

- 1) przed przystąpieniem do ćwiczenia odpowiedzieć sobie na pytania:
 - co to są przewodniki?
 - z jakiego materiału wykonane są zwoje cewki?
 - co się dzieje, jeśli ładunek porusza się w polu magnetycznym?
 - kiedy mamy do czynienia ze sprzężeniem magnetycznym?
- 2) podłączyć do zacisków cewki 2 woltomierz z zerem po środku,
- 3) połączyć układ cewki 1 według schematu znajdującego się na stanowisku,
- 4) po sprawdzeniu układu przez nauczyciela załączyć napięcie i ustawić wskazaną na schemacie wartość natężenia prądu,
- 5) otwierając i zamykając łącznik obserwować zachowanie się wskazówki wskaźnika napięcia,
- 6) sformułować wspólnie wnioski wynikające z obserwacji,
- 7) podzielić się swoimi spostrzeżeniami z kolegami z innych zespołów.

Na wykonanie zadania macie 15 minut. W przypadku pojawienia się trudności możecie liczyć na pomoc nauczyciela.

Tekst przewodni do ćwiczenia nr 3

Na stanowisku nr 3 znajduje się zestaw elementów do zademonstrowania jednego z przypadków zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Wasze zadanie polega na zaobserwowaniu zjawiska i sformułowaniu wniosków wynikających z obserwacji.

Aby poprawnie wykonać ćwiczenie powinniście:

- 1) przed przystąpieniem do ćwiczenia odpowiedzieć sobie na pytania:
 - co to są przewodniki?
 - z jakiego materiału wykonane są zwoje cewki?
 - co się dzieje, jeśli ładunek porusza się w polu magnetycznym?
- 2) w układzie świetłówki znajdującym się na stanowisku zastąpić zapłonnik łącznikiem,
- 3) podłączyć do zacisków świetłówki woltomierz i ustawić największy zakres pomiarowy,
- 4) po sprawdzeniu układu przez nauczyciela załączyć napięcie i ustawić podaną przez nauczyciela wartość napięcia,
- 5) otwierając i zamykając łącznik bocznikujący świetłówkę zaobserwować zachowanie się wskazówki woltomierza,
- 6) sformułować wspólnie wnioski wynikające z obserwacji,
- 7) podzielić się swoimi spostrzeżeniami z kolegami z innych zespołów.

Na wykonanie zadania macie 15 minut. W przypadku pojawienia się trudności możecie liczyć na pomoc nauczyciela.