



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Człowiek – najlepsza inwestycja

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



FENIKS

- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo-technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Pakiet nr 9: Ładunki, prądy, magnesy

mgr Marcin Drabik, mgr inż. Paweł Jagodziński

*Institut Fizyki,
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy
Jana Kochanowskiego w Kielcach,
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

Wersja UJK/3.0

Niniejszy tekst w odniesieniu do ćwiczeń realizowanych na uczelni dotyczy realizacji pakietu na UJK. Materiał będzie aktualizowany w miarę poszerzania bazy aparaturowej pracowni uczelnianych.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Spis treści

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP.....	2
Elektrostatyka.....	3
Jak elektryzować ciała?	4
Jak oddziałują ładunki elektryczne ze sobą?	9
Jak rozmieszczają się ładunki w naelektryzowanym materiale?	12
Magnetyzm.....	16
Jaki jest kształt linii pola magnetycznego?	17
Jakie własności magnetyczne posiadają metale?	20
Jaki zachowuje się igła magnetyczna w pobliżu przewodnika z prądem?.....	22
Jaki oddziałują ze sobą przewodniki z prądem?	24
Jaki działa elektromagnes?.....	26
Ładunek w polu elektrycznym i magnetycznym.....	28
Jak zachowują się ładunki w polu elektrycznym?	29
Jak zachowują się ładunki w polu magnetycznym?	34
Jak zachowują się ładunki w polu elektromagnetycznym?	36
Prąd stały.....	38
Jaka zależność łączy napięcie, prąd i opór?	39
Jakie parametry wpływają na opór przewodników?	42
Co wynika z praw Kirchoffa?.....	45
Na czym polega łączenie szeregowe i równoległe oporników?	48
Jak powstaje siła elektrodynamiczna?	51
Prąd zmienny.....	54
Jak generować prąd zmienny?.....	55
Co to jest częstotliwość prądu zmiennego?	57
Do czego służy transformator?	60
Badanie rezonansu w obwodzie RLC	62
Na czym polega rezonans napięć i prądów?	63

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP

Przy wykonywaniu wielu ćwiczeń konieczne jest zachowanie szczególnej ostrożności i przestrzeganie zasad bezpieczeństwa. Przy posługiwaniu się źródłami zasilania sieciowego, łatwopalnymi materiałami (np. denaturat lub nafta), grzałkami, gorącymi cieczami występuje zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia. Przy wykonywaniu ćwiczeń w pracowniach należy przestrzegać obowiązującego w nich regulaminu BHP. Wykonywanie niektórych doświadczeń w domu jest możliwe, ale tylko po konsultacji z nauczycielem i pod nadzorem osoby dorosłej.

W związku z powyższym zaleca się przestrzeganie następujących zasad:

1. Nie wolno włączać zasilania sieciowego ani uruchamiać przyrządów doświadczalnych bez zgody prowadzącego zajęcia.
2. Elementy zestawów ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach, szczególną uwagę zwracając na poprawność połączeń obwodów elektrycznych.
3. Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi). W razie potrzeby stosować rękawice, odzież ochronną lub inne niezbędne środki ochrony osobistej.
4. Należy zachować szczególną ostrożność podczas pracy z:
 - a) zasilaczami i urządzeniami zasilanymi napięciem 230V,
 - b) zastosowanym akumulatorem jako źródło napięcia,
 - c) grzejnikami i ciałami podgrzanyymi do wysokiej temperatury,
 - d) odczynnikami chemicznymi, roztworami wodnymi CuSO_4 i cieczami łatwopalnymi
 - e) ostrymi narzędziami lub przedmiotami, opilkami żelaza - w miarę potrzeby stosować rękawice ochronne,
 - f) przedmiotami ciężkimi, kruchymi albo łatwo tłukącymi się,
5. Doświadczenia należy wykonywać w pomieszczeniach, w których jest zapewniona właściwa wentylacja.
6. O powstałych w czasie wykonywania ćwiczeń wątpliwościach należy informować prowadzącego zajęcia.

 Taka ikonka znajduje się przy ćwiczeniach wymagających zachowania ostrożności.

Elektrostatyka

Jak elektryzować ciała?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Laska ebonitowa, laska szklana, wełna, papier, elektrofor, maszyna elektrostatyczna, elektroskop

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

- Potrzeć laskę ebonitową (trzymając ją za koniec oznaczony kropką) rękawicą wełnianą.
- Zbliżyć laskę do płyty elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie się listków elektroskopu.
- Oddalić laskę od płyty, ponownie zaobserwować zachowanie listków elektroskopu.

2. Doświadczenie II.

- Powtórzyć doświadczenie używając laski szklanej i papieru.

3. Doświadczenie III.

- Potrzeć płyty elektroforu o siebie.
- Zbliżyć metalową płytę do płyty elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie się listków elektroskopu.
- Oddalić metalową płytę od elektroskopu, ponownie zaobserwować zachowanie listków.

4. Doświadczenie IV.

UWAGA

Po wykonaniu każdego doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Powtórzyć doświadczenia I – III dotykając naelektryzowanym elementem płytę elektroskopu.

5. Doświadczenie V.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

- Zbudować układ przedstawiony na fotografii.



- Uruchomić maszynę elektrostatyczną.
- Zaobserwować zachowanie listków elektroskopu.

6. Doświadczenie VI.

- Potrzeć laskę ebonitową rękawicą wełnianą.
- Przytrzymać drugą ręką płytę elektroskopu.
- Zbliżyć (nie dotykać) naelektryzowaną laskę do płyty elektroskopu.
- Zdjąć rękę z płyty elektroskopu nie oddalając laski.
- Oddalić laskę od płyty elektroskopu i zaobserwować zachowanie listków.

7. Doświadczenie VII.

- Zbudować układ z fotografii.



- Naelektryzować laskę ebonitową.
- Zbliżyć ją do dowolnego elektroskopu.
- Nie oddalając laski zdjąć metalową płytę elektroforu z elektroskopów.
- Oddalić laskę ebonitową od elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie listków.

8. Doświadczenie VIII.

- Zbudować układ jak na fotografii.



- Powoli wsypywać piasek do naczynia.
- Zaobserwować zachowanie listków.

9. Doświadczenie IX.

- Zbudować układ według fotografii.



- Powoli nalewać wodę do korytka pokrytego parafiną.
- Zaobserwować zachowanie listków.

10. Doświadczenie X.

- Ustawić dwa elektroskopy obok siebie.
- Potrzeć laskę ebonitową wełną.
- Płytę jednego elektroskopu dotknąć naelektryzowaną laską.
- Płytę drugiego elektroskopu dotknąć rękawicą.
- Zaobserwować zachowanie listków elektroskopów.

Obserwacje

Opisz zachowanie listków elektroskopu w poszczególnych doświadczeniach.

Jaka jest różnica pomiędzy zachowaniem listków w doświadczeniach I – III, a zachowaniem w doświadczeniu IV.

Z jakim sposobem elektryzowanie mieliśmy do czynienia w doświadczeniach VIII i IX.

Jakimi rodzajami ładunków zostały naładowane elektroskopy w doświadczeniu X (jedno- czy różno- imienne).

Jak oddziałują ładunki elektryczne ze sobą?

Cel ćwiczenia

.....

Niezbędne przedmioty i materiały

Laska ebonitowa, laska szklana, wełna, papier, elektrofor, maszyna elektrostatyczna, elektroskop, przewody, kondensator powietrzny płaski

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu każdego doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Potrzeć laskę ebonitowa (trzymając ja za koniec oznaczony kropką) rękawicą wełnianą.
- Dotknąć laską do płyty elektroskopu.
- Ponownie potrzeć laskę ebonitowa rękawicą wełnianą.
- Zbliżyć laską do płyty elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie listków.

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu każdego doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Powtórzyć doświadczenie używając laski szklanej i papieru.

3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu każdego doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Potrzeć laskę ebonitową rękawicą wełnianą.
- Dotknąć laską do płyty elektroskopu.
- Potrzeć laskę szklaną papierem.
- Zbliżyć laską do płyty elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie listków.

4. Doświadczenie IV.

UWAGA

Po wykonaniu każdego doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Potrzeć laskę szklaną papierem.
- Dotknąć laską do płyty elektroskopu.
- Potrzeć laskę ebonitową wełną.
- Zbliżyć laską do płyty elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie listków.

5. Doświadczenie V.

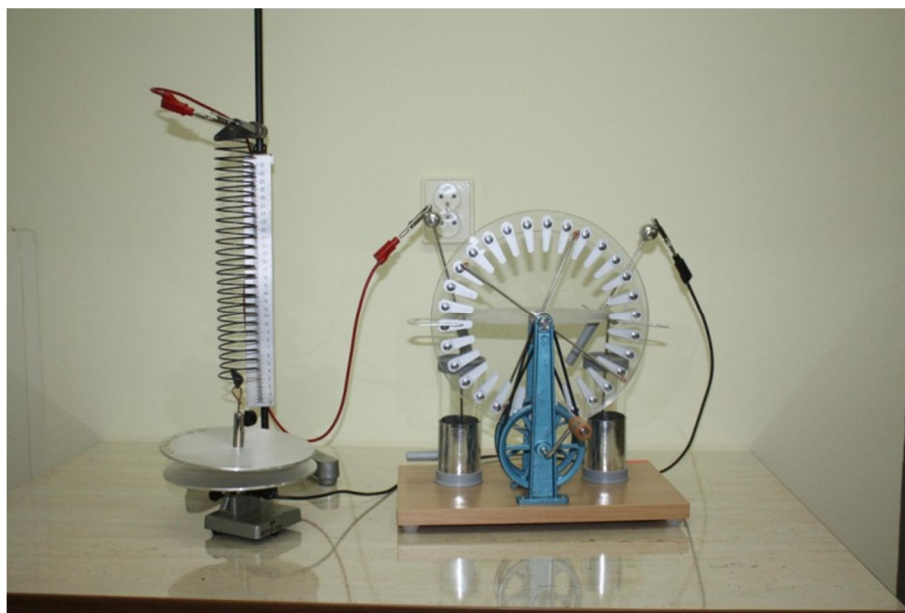
- Na stoliku obrotowym położyć naelektryzowaną laskę ebonitową.
- Zbliżyć do niej naelektryzowaną laskę szklaną.
- Zaobserwować zachowanie stolika.

6. Doświadczenie VI.

- Wykonać ponownie doświadczenie V używając dwóch lasek wykonanych z tego samego materiału.

7. Doświadczenie VII.

- Połączyć układ jak przedstawiony na fotografii.



- Uruchomić maszynę elektrostatyczną.
- Zaobserwować zachowanie się okładek kondensatora.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

Obserwacje

Opisz zachowanie listków elektroskopu, stolika, oraz okładek kondensatora w poszczególnych doświadczeniach.

Jak rozmieszczają się ładunki w naelektryzowanym materiale?

Cel ćwiczenia

.....

Niezbędne przedmioty i materiały

Laska ebonitowa, wełna, maszyna elektrostatyczna, elektroskopy,
konduktor, siatka Faradaya, przewody

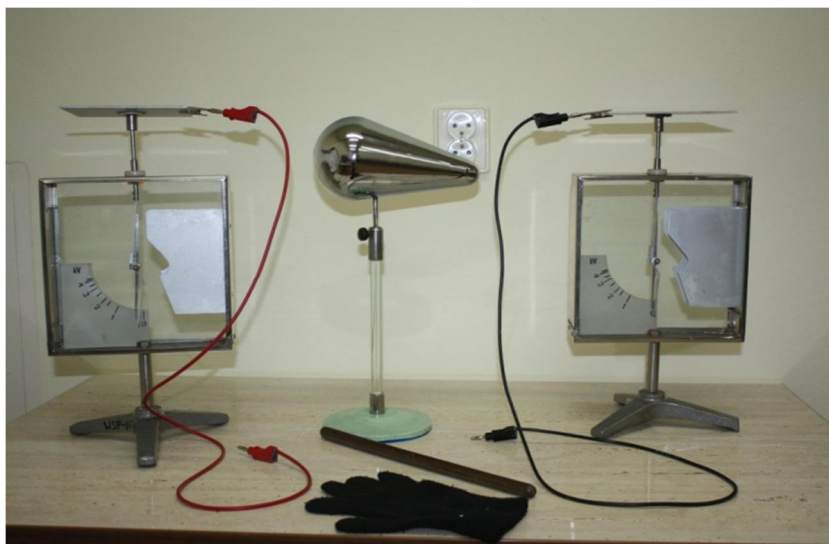
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskopy zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Podłączyć przewody do elektroskopów jak na fotografii.



- Potrzeć laskę ebonitowa (trzymając ją za koniec oznaczony kropką) rękawicą wełnianą.
- Dotknąć laską do konduktora stożkowy.
- Niepodłączonymi końcami przewodów dotknąć przeciwległych końców konduktora.
- Zaobserwować zachowanie listków obu elektroskopów.

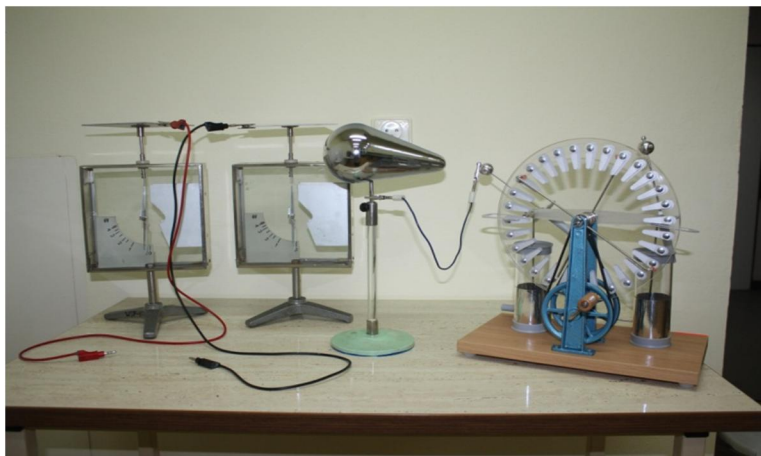
2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskopy zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

- Powtórzyć doświadczenie zastępując laskę ebonitową maszyną elektrostatyczną (patrz fotografia).



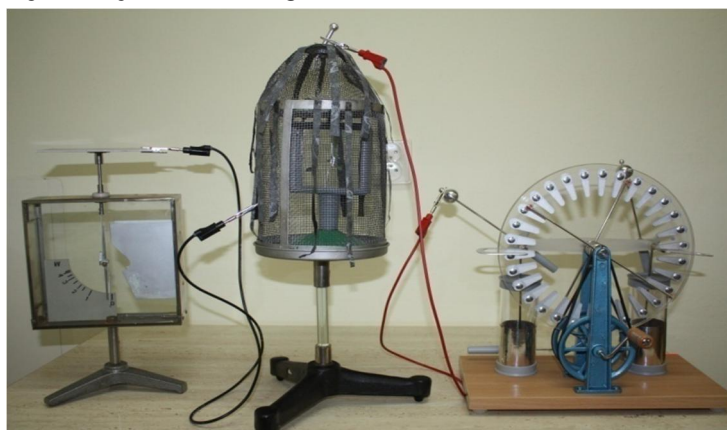
3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskopy zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Zamontować na siatce Faradaya trzpień wykonany z przewodnika.
- Połączyć siatkę Faradaya z elektroskopem i maszyną elektrostatyczną jak na fotografii.



- Uruchomić maszynę elektrostatyczną.
- Zaobserwować zachowanie listków elektroskopów: na zewnątrz i wewnątrz siatki Faradaya.

4. Doświadczenie IV.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskopy zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Powtórzyć doświadczenia III zastępując trzpień z przewodnika trzpieniem z obudową wykonaną z izolatora.

5. Doświadczenie V.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować elektroskop zwierając jego obudowę z płytą elektroskopu.

- Zbudować układ jak na fotografii.



- Potrzeć laskę ebonitową wełną.
- Dotknąć laską do konduktora kulistego.
- Nałożyć na konduktor kule Cavendisha.
- Zewrzeć przy pomocy przewodu konduktor z elektroskopem.
- Zaobserwować zachowanie listków.
- Dotknąć kulami Cavendisha płyty elektroskopu.
- Zaobserwować zachowanie listków.

Obserwacje

Opisz zachowanie listków elektroskopów w poszczególnych doświadczeniach.

Magnetyzm

Jaki jest kształt linii pola magnetycznego?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Magnesy sztabkowe, magnesy podkowiaste, pudełko z opiłkami, igły magnetyczne, płyta z otworami, płyta z otworem, wsporniki



Niebezpieczeństwo zatarcia oczu opiłkami
Niebezpieczeństwo ułucia igłą magnetyczną

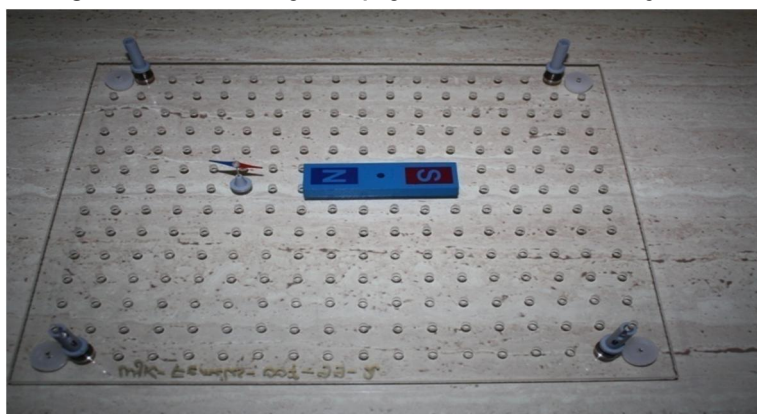
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy zsypać opiłki do pudełka.

- Umieścić magnes sztabkowy na płycie z otworami (jak na rysunku).



- Rozstawić wokół magnesu igły magnetyczne, obserwując ich zachowanie.
- Położyć płytę z otworem na wspornikach zamontowanych na płycie z otworami.
- Rozsypać opiłki na płytę z otworem.
- Delikatnie uderzać palcami w górną płytę do czasu rozłożenia się opiłków w charakterystyczne linie.
- Zaobserwować ułożenie opiłków.

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy zyspać opiłki do pudełka.

- Powtórzyć doświadczenie zastępując magnes sztabkowy magnesem podkowiastym (patrz fotografia).

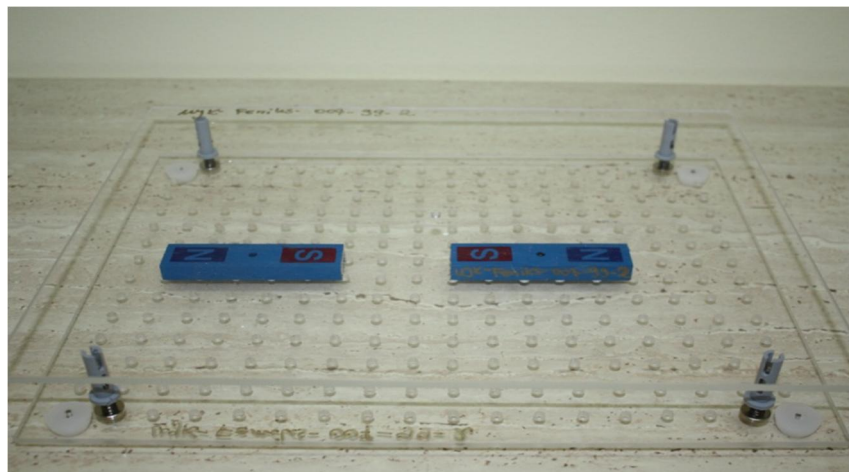


3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy zyspać opiłki do pudełka.

- Powtórzyć doświadczenie ustawiając na płycie z otworami dwa magnesy sztabkowe (patrz fotografia).



Obserwacje

Opisz zachowanie igieł magnetycznych oraz naszkicuj kształt linii pola magnetycznego na podstawie obserwacji ułożenia opiłków w poszczególnych doświadczeniach.

Jakie **w**łasności magnetyczne posiadają metale?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Magnesy sztabkowe, igły magnetyczne, płyta z otworami

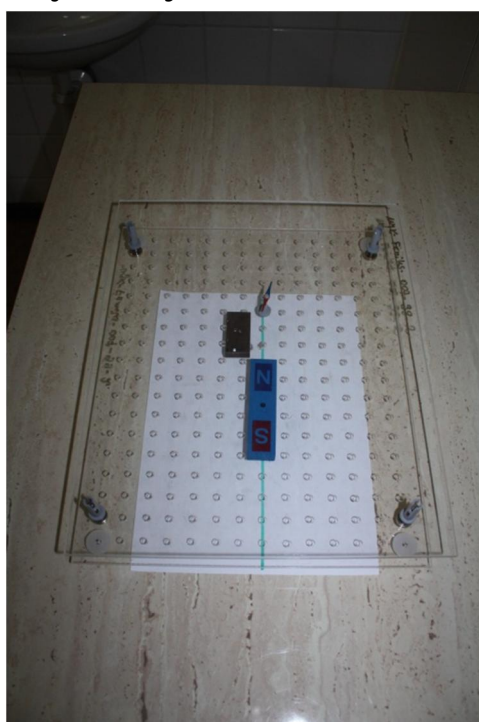


Niebezpieczeństwo ułtucia igłą magnetyczną

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

- Umieścić magnes sztabkowy na płycie z otworami.
- Ustawić igłę magnetyczną w niedużej odległości od jednego z biegunów magnesu (jak na rysunku).



- Wsuwaj powoli pomiędzy magnes i igłę sztabkę żelaza.
- Obserwuj zachowanie igły magnetycznej.
- Powtórz to doświadczenie zastępując żelazo sztabkami aluminium, cynku, miedzi i mosiądzu.

Obserwacje

Opisz zachowanie igły magnetycznej podczas wsuwania różnych materiałów w pole magnetyczne magnesu.

Jaki zachowuje się igła magnetyczna w pobliżu przewodnika z prądem?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Igły magnetyczne, przewody, zasilacz prądu stałego



Niebezpieczeństwo ułucia igłą magnetyczną

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ jak na fotografii.



- Ustawić suwak opornicy na wartość 15Ω .
- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Stopniowo zwiększać napięcie obracając zielono-żółtym pokrętkiem.
- Zaobserwować zachowanie igły magnetycznej.

2. Doświadczenie II.

- Powtórzyć doświadczenie I z zamienionymi przewodami na wyjściu zasilacza.

Obserwacje

Opisz zachowanie igieł magnetycznych w obu przypadkach.

Jaki oddziaływają ze sobą przewodniki z prądem?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Przewodniki prądu, akumulator, przewody



Niebezpieczeństwo poparzenia się kwasem akumulatorowym

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

- Zbudować układ jak na fotografii (szeregowe połączenie przewodników).



- Podłączyć końcówki przewodów do akumulatora.
- Zaobserwować zachowanie przewodników.

2. Doświadczenie II.

- Zbudować układ jak na fotografii (równoległe połączenie przewodników).



- Podłączyć końcówki przewodów do akumulatora.
- Zaobserwować zachowanie przewodników.

Obserwacje

Opisz zachowanie przewodników z prądem.

Jaki działa elektromagnes?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Zasilacz prądu stałego, przewody, elektromagnes



Urządzenia pod napięciem (230V)

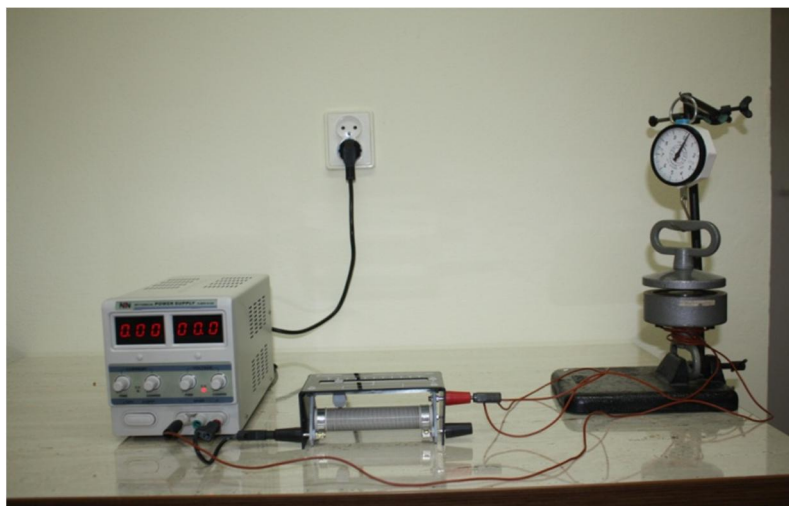
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ jak na fotografii.



- Ustawić suwak opornicy na wartość 15Ω .
- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.
- Stopniowo zwiększać napięcie obracając zielono-żółtym pokrętkiem.
- Zaobserwować zachowanie dynamometru.

Obserwacje

Opisz zachowanie dynamometru.

Ładunek w polu elektrycznym i magnetycznym

Jak zachowują się ładunki w polu elektrycznym?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Maszyna elektrostatyczna, kondensator płaski powietrzny, statyw, kapilara z kranem, akumulator, dwie elektrody ołowiane, krystalizator, skrawki papieru, roztwór siarczanu miedzi, przewody



Niebezpieczeństwo poparzenia się kwasem akumulatorowym



Roztwór siarczanu miedzi – trucizna

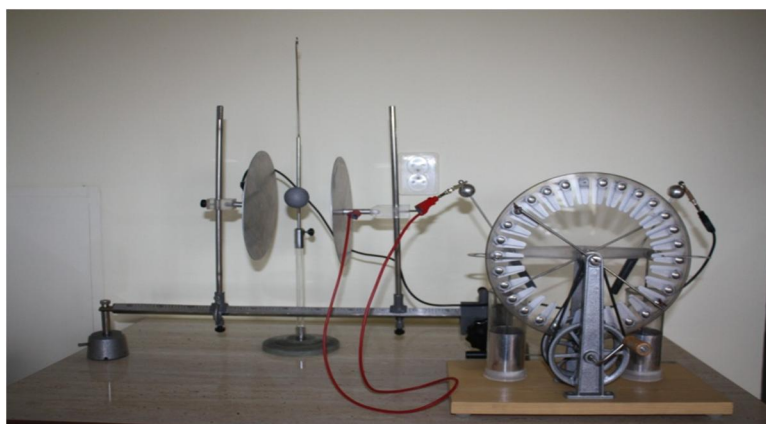
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

- Zbudować układ analogiczny do przedstawionego na fotografii (jeden iskiernik maszyny elektrostatycznej połączyć z jedną okładką kondensatora, drugi iskiernik z drugą okładką).



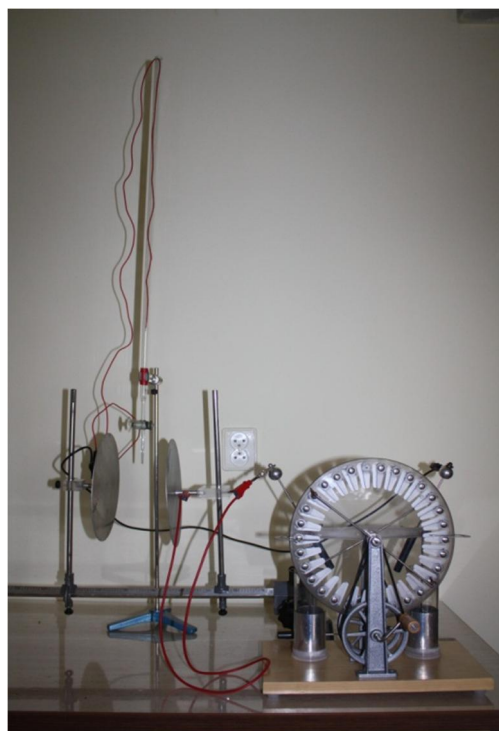
- Uruchomić maszynę elektrostatyczną.
- Zaobserwować zachowanie kulki.

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

- Zbudować układ analogiczny jak na fotografii (jeden iskiernik maszyny elektrostatycznej połączyć z jedną okładką kondensatora, drugi iskiernik z drugą okładką i przewodem włożonym do kapilary).



- Nalać do kapilary wody.
- Delikatnie odkręcić zawór kapilary.
- Zaobserwować ruch kropeł wody.
- Uruchomić maszynę elektrostatyczną.
- Zaobserwować zaistniałe zmiany w ruchu kropeł wody.

3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

- Powtórzyć doświadczenie II zamieniając przewody od maszyny elektrostatycznej na okładkach kondensatora, pozostawiając przewód kapilary podłączony do tej samej okładki kondensatora co poprzednio.

4. Doświadczenie IV.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

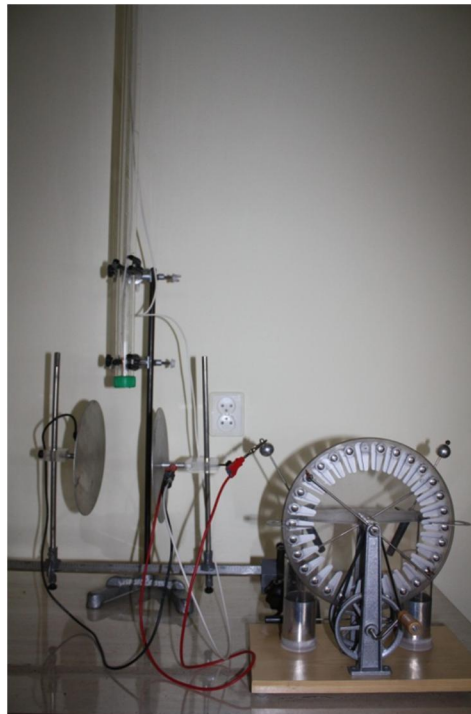
- Powtórzyć doświadczenie II zmieniając połączenia w następujący sposób (jeden iskiernik maszyny elektrostatycznej połączyć z oboma okładkami kondensatora, drugi iskiernik połączyć z przewodem włożonym do kapilary).

5. Doświadczenie V.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia należy rozładować maszynę elektrostatyczną zwierając jej iskrowniki, trzymając za ebonitowe uchwyty.

- Powtórzyć doświadczenie II (używając dużej kapilary) zmieniając połączenia w następujący sposób (jeden iskiernik maszyny elektrostatycznej połączyć z oboma okładkami kondensatora oraz z przewodem włożonym do kapilary, drugi iskiernik pozostawić niepodłączony).



6. Doświadczenie VI.

- Zbudować układ analogiczny do przedstawionego na fotografii.



- Nalać do krystalizatora roztworu siarczanu miedzi.
- Podłączyć zaciski elektrod do akumulatora.
- Zaobserwować zachowanie skrawków papieru.

Obserwacje

Opisz zachowanie kulki oraz kropel wody pomiędzy okładkami kondensatora w poszczególnych doświadczeniach.

Opisz zachowanie skrawków papieru pomiędzy elektrodami.

Dlaczego krople wody nie przeskakują pomiędzy okładkami kondensatora tak jak kulka.

Jak zachowują się ładunki w polu magnetycznym?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Cewka, akumulator, dwie elektrody ołowiane, krystalizator, skrawki papieru, roztwór siarczanu miedzi, przewody



Niebezpieczeństwo poparzenia się kwasem akumulatorowym



Roztwór siarczanu miedzi – trucizna

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

- Zbudować układ analogiczny do przedstawionego na fotografii.



- Nalać do krystalizatora roztworu siarczanu miedzi.
- Podłączyć zaciski cewki do akumulatora.
- Zaobserwować zachowanie skrawków papieru.

Obserwacje

Opisz zachowanie skrawków papieru.

Dlaczego krople wody nie przeskakują pomiędzy okładkami kondensatora tak jak kulka.

Jak zachowują się ładunki w polu elektromagnetycznym?

Cel ćwiczenia

.....

Niezbędne przedmioty i materiały

Cewka, akumulator, dwie elektrody ołowiane, krystalizator, skrawki papieru, roztwór siarczanu miedzi, zasilacz prądu stałego, akwarium, dwa elektromagnesy, przewody



Urządzenia pod napięciem (230V)



Niebezpieczeństwo poparzenia się kwasem akumulatorowym



Roztwór siarczanu miedzi – trucizna

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

- Zbudować układ analogiczny do przedstawionego na fotografii.



- Nalać do krystalizatora roztworu siarczanu miedzi.
- Podłączyć zaciski cewki i elektrod ołowianych do akumulatora.
- Zaobserwować zachowanie skrawków papieru.

Obserwacje

Opisz zachowanie skrawków papieru.

Prąd stały

Jaka zależność łączy napięcie, prąd i opór?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Tablica oporników, prosty obwód elektryczny z odbiornikiem, zasilacz prądu stałego, multimetry



Urządzenia pod napięciem (230V)

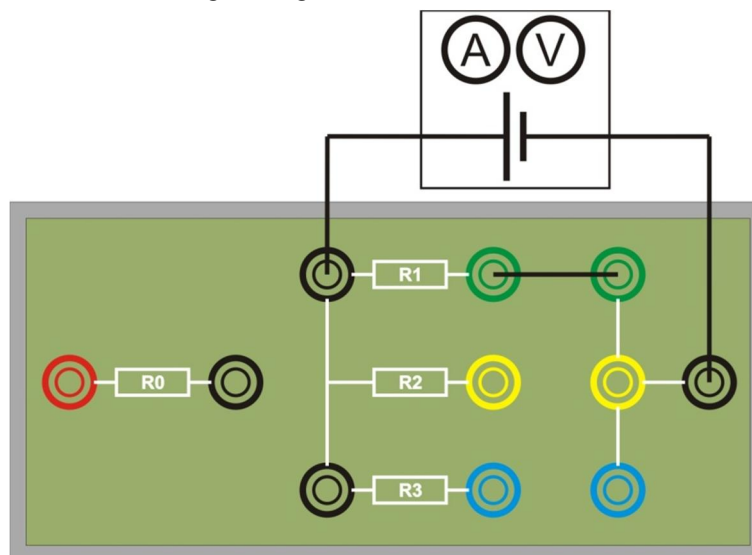
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ według fotografii.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Stopniowo zwiększać napięcie obracając zielono-żółtym pokrętkiem do wartości podanej przez prowadzącego (tak aby wartość mocy $P=U \cdot I$ nie przekroczyła 1W).
- Odczytywać i notować wartości prądu przepływającego przez opornik oraz napięcia na oporniku. Wykonać 5 – 8 pomiarów.

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

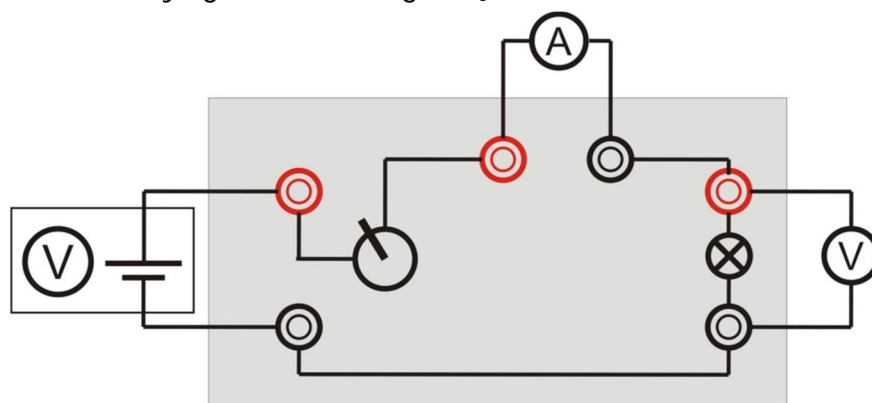
- Powtórzyć doświadczenie I dla pozostałych oporników zamontowanych na tablicy oporników.

3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Do prostego układu elektrycznego podłączyć zasilacz prądu stałego oraz multimetry zgodnie z fotografią.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.
- Ustawić napięcie na zasilaczu na wartość podaną przez prowadzącego obracając zielono-żółtym pokrętkiem.

- Regulując potencjometrem na podłączonym układzie elektronicznym, odczytywać i notować wskazania multimetrów.

Obserwacje

Na podstawie zanotowanych wartości prądów i napięć wyznacz wartości oporów z zależności na prawo Ohma i porównaj z wartościami zapisanymi na tablicy.

Opisz jak zmienia się natężenie światła żarówki, wartość prądu i napięcia podczas regulacji potencjometrem.

Jakie parametry wpływają na opór przewodników?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Zestaw do badania oporu różnych przewodników, zestaw do badania oporu w zależności od temperatury, zasilacz prądu stałego, multimetry



Urządzenia pod napięciem (230V)

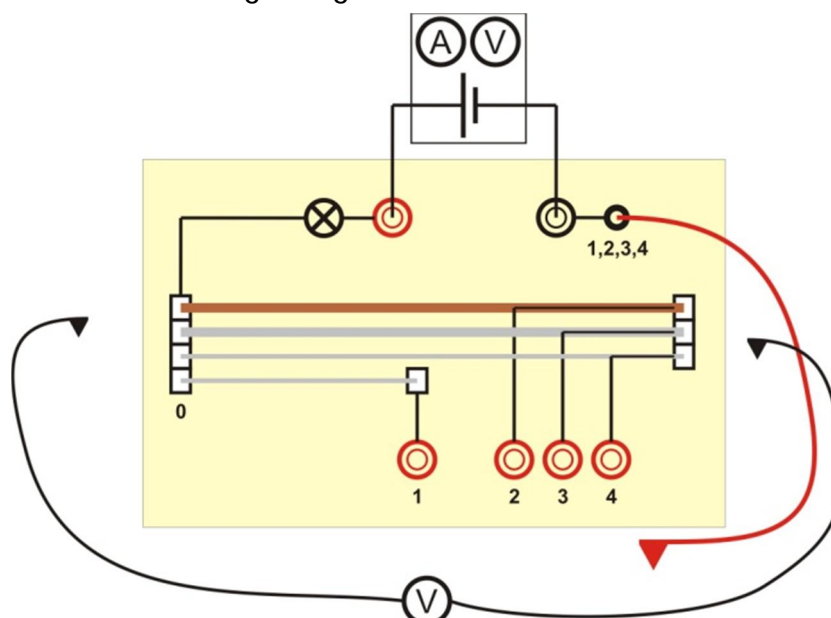
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ według fotografii.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Ustawić napięcie obracając zielono-żółtym pokrętkiem do wartości podanej przez prowadzącego (max. 4.5 V).
- Odczytać i zanotować wartości prądu na wyświetlaczu zasilacza.
- Wpiąć kabel czerwony (patrz rysunek) do gniazda badanego drutu (1, 2, 3, 4), przyłożyć sondy dotykowe woltomierza do końcówek tego drutu, odczytać i zanotować spadek napięcia na nim.

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

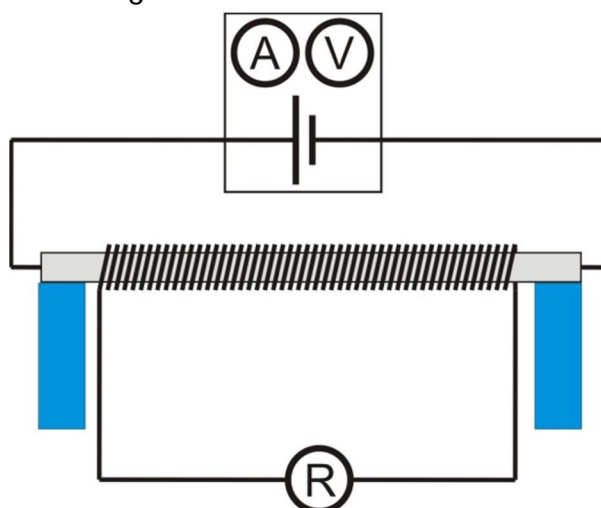
- Powtórzyć doświadczenie I dla pozostałych drutów zamontowanych na tablicy.

3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ według schematu.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Ustawić napięcie (żółto-zielonym potencjometrem) na zasilaczu tak aby wartość prądu nie przekraczała 2 A.
- Obserwować wskazania omomierza.

Obserwacje

Na podstawie zanotowanych wartości prądów i napięć dla poszczególnych drutów wyznacz ich opór z zależności na prawo Ohma.

Opisz jak zmienia się opór wraz z parametrami (długość, grubość, rodzaj materiału) drutu.

Opisz jaki wpływ na opór przewodnika ma zmiana jego temperatury.

Co wynika z praw Kirchoffa?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Dwie tablice oporników, zasilacz prądu stałego, multimetry, przewody



Urządzenia pod napięciem (230V)

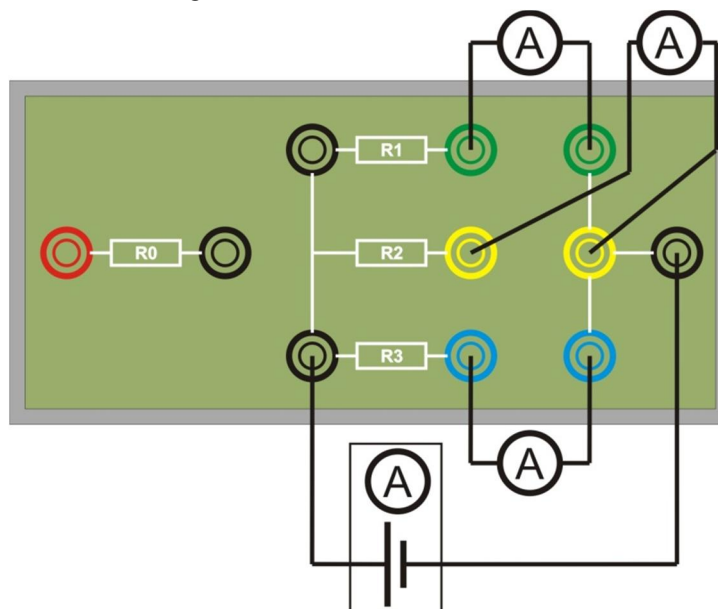
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I (prawo Kirchoffa dla prądów).

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ według schematu.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.

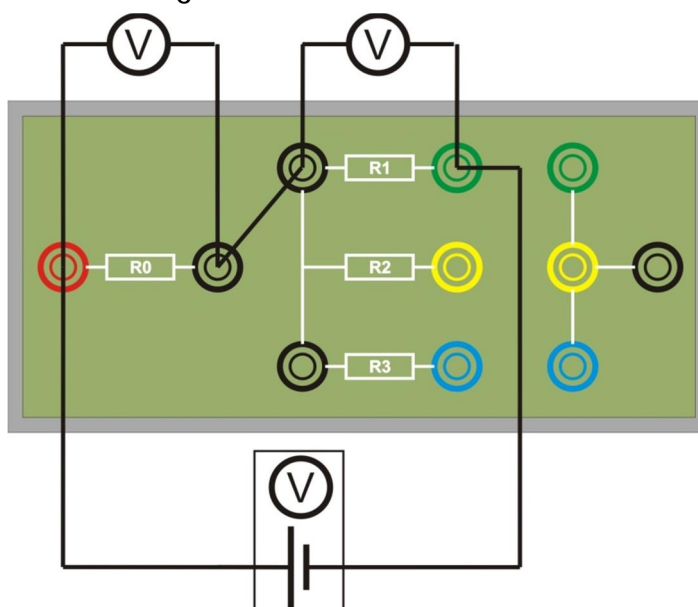
- Ustawić napięcie obracając żółto-zielonym pokrętkiem zasilacza do wartości podanej przez prowadzącego.
- Odczytać i zanotować wartości prądów na amperomierzach i na wyświetlaczu zasilacza.

2. Doświadczenie II (prawo Kirchoffa dla napięć).

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ według schematu.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.
- Ustawić napięcie obracając żółto-zielonym pokrętkiem zasilacza do wartości podanej przez prowadzącego.
- Odczytać i zanotować wartości spadków napięć na woltomierzach i na wyświetlaczu zasilacza.

Obserwacje

Na podstawie zanotowanych wartości prądów sprawdzić pierwsze prawo Kirchhoffa.

Na podstawie zanotowanych wartości spadków napięć sprawdzić drugie prawo Kirchhoffa.

Na czym polega **łączenie szeregowe i równoległe** oporników?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Tablica oporników, zestaw żarówek połączonych szeregowo, zestaw żarówek połączonych równoległe, zasilacz prądu stałego, multimetry, przewody



Urządzenia pod napięciem (230V)

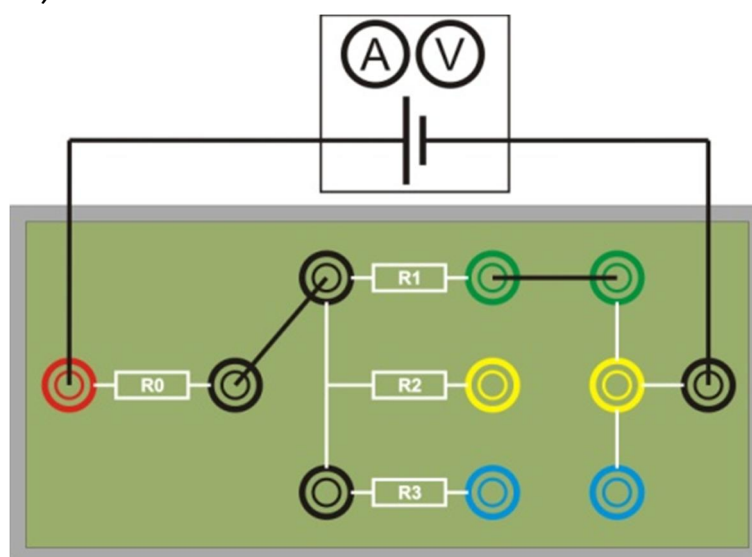
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ według schematu (szeregowe połączenie oporników).



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.

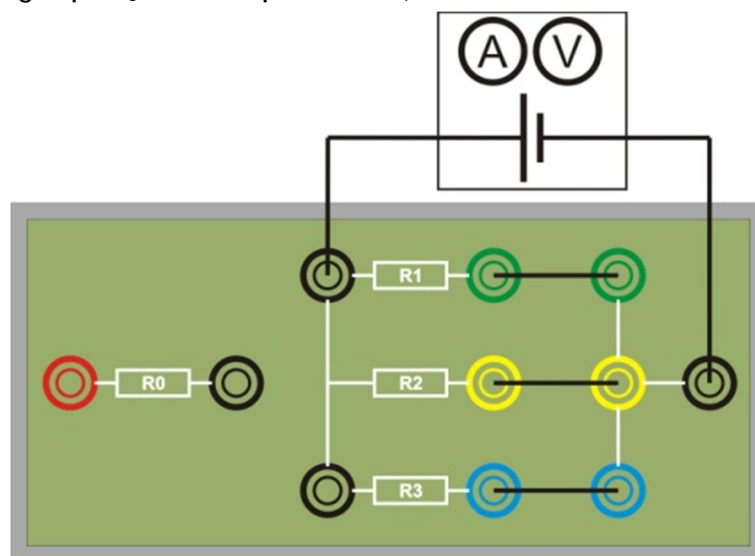
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.
- Ustawić napięcie obracając żółto-zielonym pokrętkiem zasilacza do wartości podanej przez prowadzącego.
- Odczytać i zanotować wartości prądu i napięcia na wyświetlaczu zasilacza.
- Powtórzyć doświadczenie zastępując opornik R1 opornikami R2 i R3

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Powtórzyć doświadczenie I zmieniając układ według fotografii (równoległe połączenie oporników).

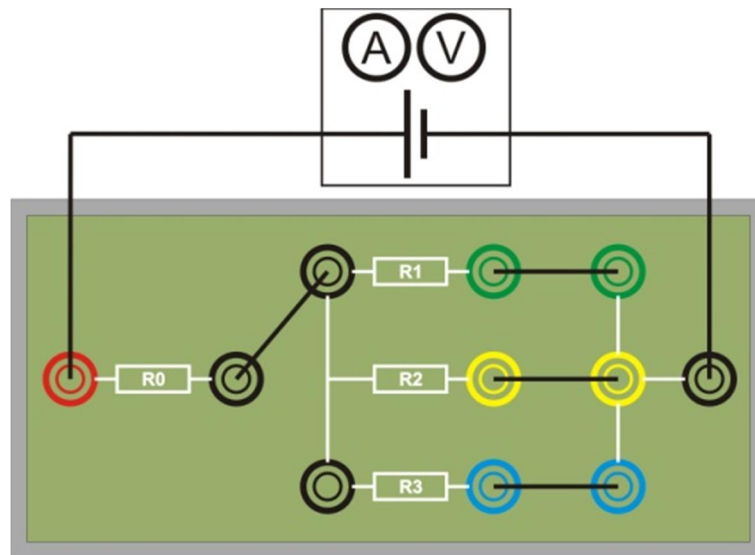


3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Powtórzyć doświadczenie I zmieniając układ według fotografii (mieszane połączenie oporników).



Obserwacje

Na podstawie zanotowanych wartości prądów i napięć dla poszczególnych rodzajów połączeń wyznaczyć wartości oporów zastępczych.

Jak powstaje siła elektrodynamiczna?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Waga laboratoryjna, zestaw do badania indukcji magnetycznej, zasilacz prądu stałego, magnes podkowiasty



Urządzenia pod napięciem (230V)

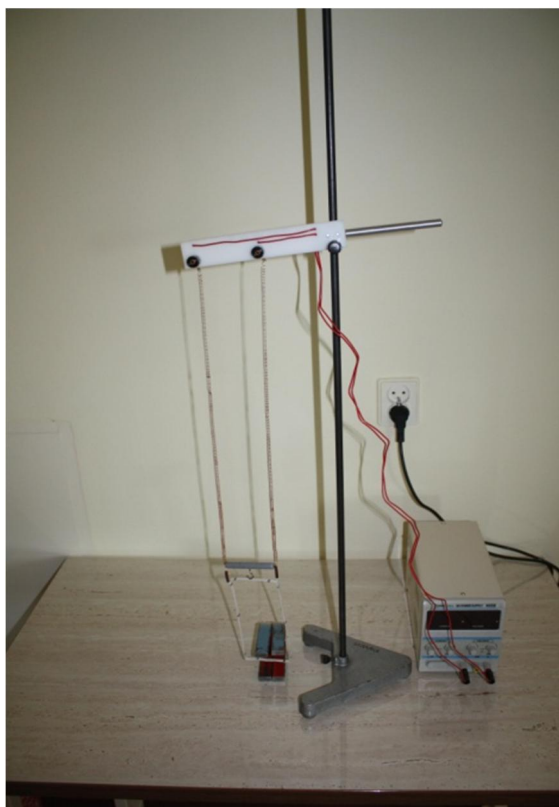
Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić przyrządy jak na fotografii.



- Upewnić się, że zielono-żółte potencjometry (napięcia) zasilacza skrócone są maksymalnie w lewo. Potencjometry niebieskie ustawić w pozycji środkowej.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.
- Sprawnym ruchem zwiększyć napięcie obracając żółto-zielonym pokrętkiem.
- Zaobserwować zachowanie ramki.

2. Doświadczenie II.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

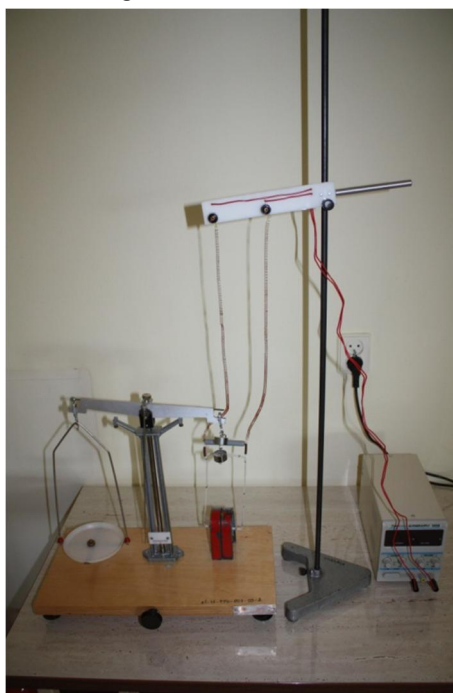
- Powtórzyć doświadczenie przy zmienionej orientacji pola magnetycznego.

3. Doświadczenie III.

UWAGA

Po wykonaniu doświadczenia skrócić potencjometr napięcia do zera, a następnie wyłączyć zasilacz przyciskiem POWER.

- Zestawić układ jak na fotografii.



- Wytarować wagę.
- Włączyć zasilacz przyciskiem POWER.
- Za pomocą odważnika doprowadzić wagę do równowagi.
- Znając masę odważników na wadze obliczyć wartość siły elektrodynamicznej.

Obserwacje

Opisz skutki działania siły elektrodynamicznej.

Prąd zmienny

Jak generować prąd zmienny?

Cel ćwiczenia

.....

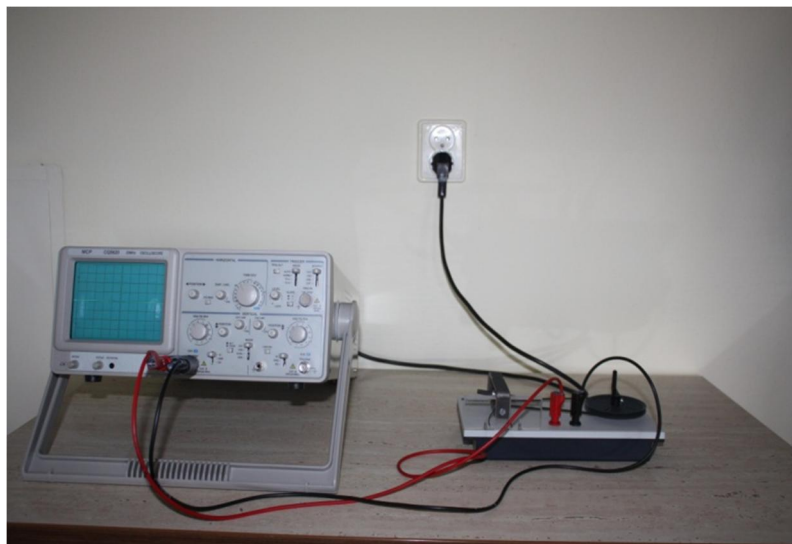
Niezbędne przedmioty i materiały

Prądnicą prądu zmiennego, oscyloskop

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

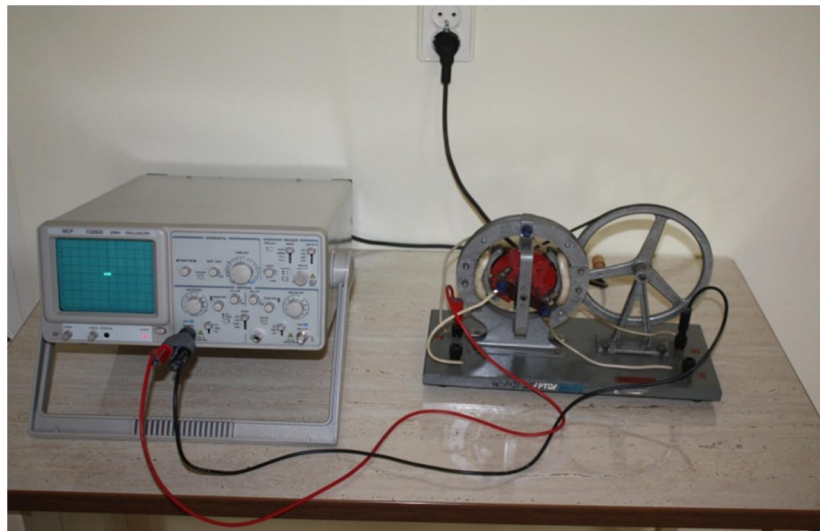
- Zestawić układ według fotografii.



- Uruchomić prądnicę.
- Zaobserwować przebiegi na oscyloskopie.

2. Doświadczenie II.

- Powtórzyć doświadczenie dla drugiej prądnicy.



Obserwacje

Opisz sposób działania prądnicy.

Narysuj schemat prądnicy.

Co to jest częstotliwość prądu zmiennego?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Generator funkcyjny, oscyloskop, zasilacz prądu zmiennego, elektromagnes z licznikiem

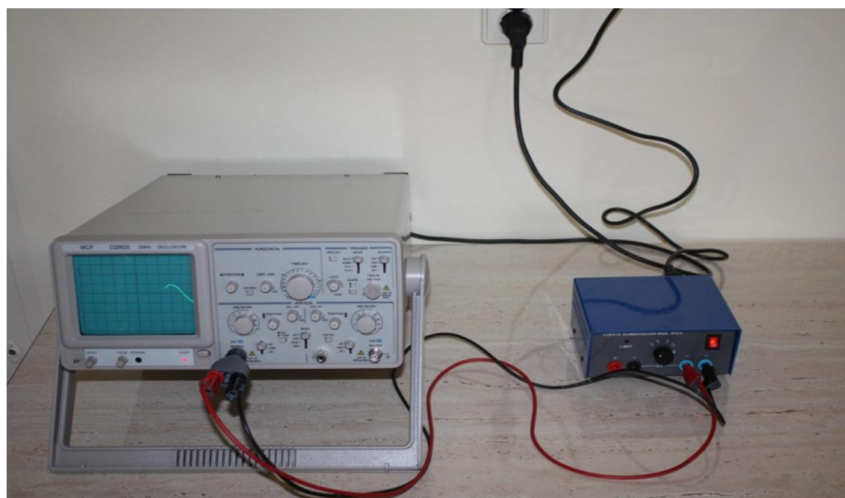


Urządzenia pod napięciem (230V)

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

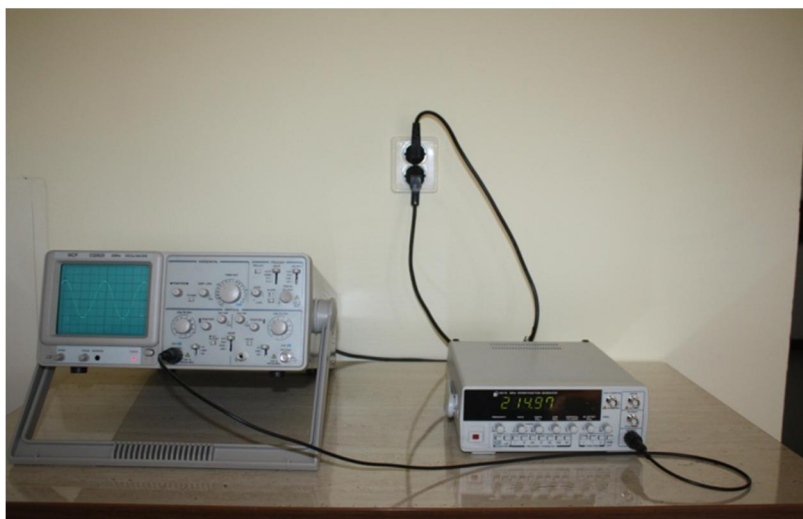
- Zestawić układ według fotografii.



- Zaobserwować przebiegi na oscyloskopie dla różnych wartości napięć.

2. Doświadczenie II.

- Zestawić układ według fotografii.



- Zaobserwować przebiegi na oscyloskopie dla różnych wartości częstotliwości generowanych przebiegów.
- Powtórzyć doświadczenie dla innych kształtów generowanej fali.

3. Doświadczenie III.

- Zestawić układ jak na fotografii.



- Dla zadanych przez prowadzącego częstotliwości prądu zanotować ilość zliczeń licznika w czasie 100 sekund.

- Zanotować wyniki w tabeli.
- Pomiar wykonać dziesięciokrotnie.
- Wyliczyć wartość średnią otrzymanych częstotliwości.

Numer pomiaru	Częstotliwość odczytana z generatora f (Hz)	Czas (s)	Ilość zliczeń	Wyliczona częstotliwość f_w (Hz)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Wartość średnia wyliczonej częstotliwości wynosi $f_{WSR} = \dots\dots\dots$ (Hz)

Obserwacje

Naszkcuj zaobserwowane przebiegi.

Do czego **służy** transformator?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Transformator rozbieralny, zasilacz prądu zmiennego, przewody

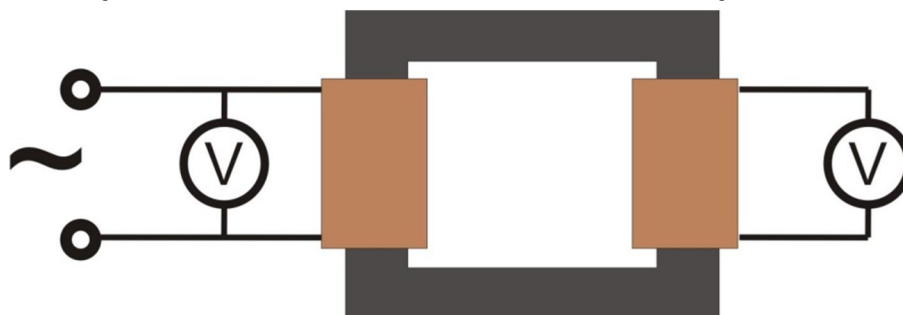


Urządzenia pod napięciem (230V)

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

- Zestawić układ analogiczny do przedstawionego na schemacie.
- Jako uzwojenie pierwotne zamontować cewkę 900 zwojów.
- Jako uzwojenie wtórne zamontować cewkę 45 zwojów.



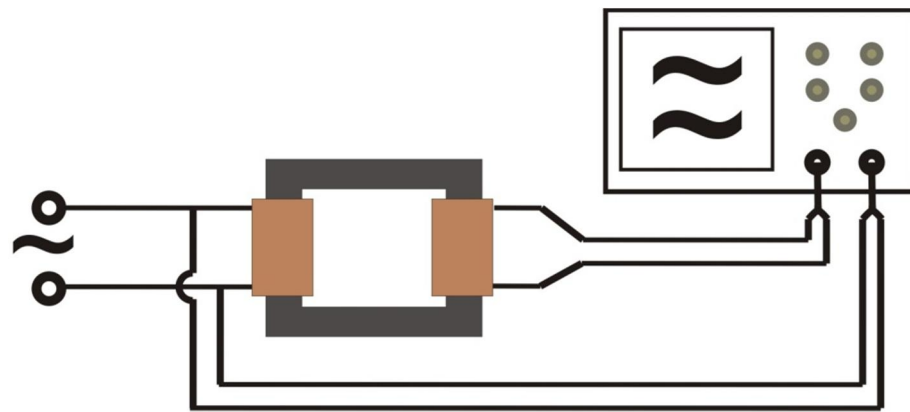
- Włączyć zasilacz na napięcie 12V i zaobserwować wartości napięć na uzwojeniu pierwotnym i wtórnym.

2. Doświadczenie II.

- Powtórzyć doświadczenie zmieniając kolejno zwojnice uzwojenia wtórnego na 50, 100, 900, 1600 zwojów.

3. Doświadczenie III.

- Zestawić układ według schematu.



- Uruchomić zasilacz na napięcie 12V i zaobserwować przebiegi z uzwojenia pierwotnego i wtórnego na oscyloskopie.

Obserwacje

Opisz przeprowadzone obserwacje działania transformatora.

Badanie rezonansu w obwodzie RLC

Na czym polega rezonans napięć i prądów?

Cel ćwiczenia

Niezbędne przedmioty i materiały

Generator funkcyjny, oscyloskop, indukcyjność dekadowa, pojemność dekadowa, rezystancja dekadowa, przewody .

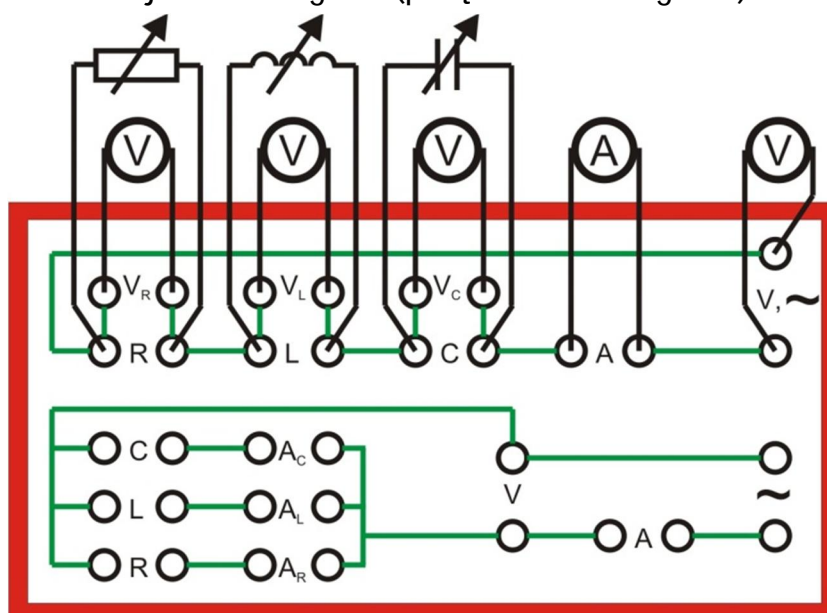


Urządzenia pod napięciem (230V)

Przebieg ćwiczenia

1. Doświadczenie I.

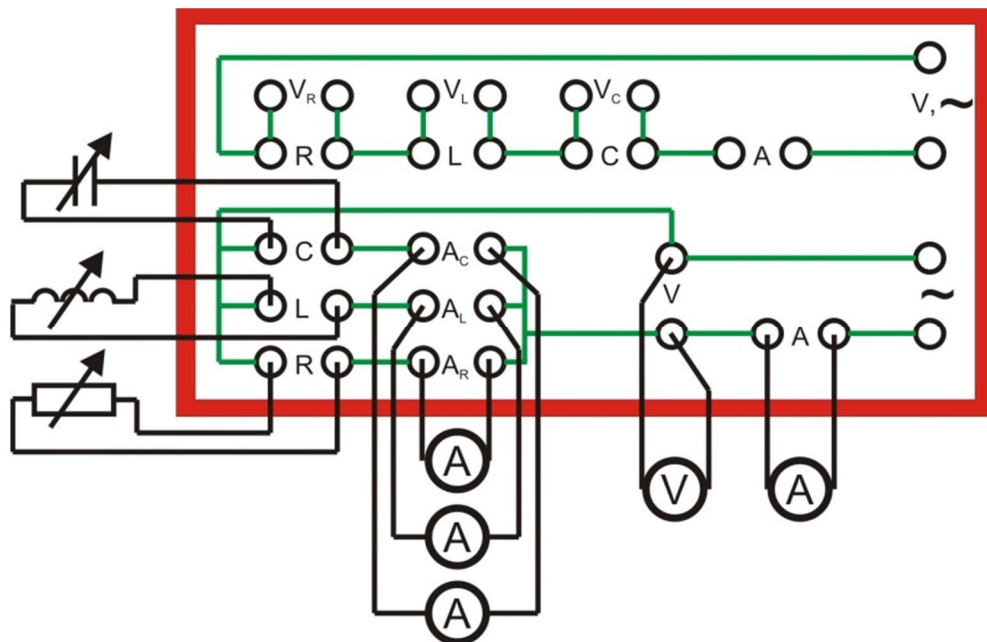
- Zestawić układ jak na fotografii (połączenie szeregowe).



- Dla zadanych przez prowadzącego wartości R, L, C wyznaczyć wartości napięć U_R, U_L, U_C oraz natężenia prądu I w funkcji częstotliwości.
- Zanotować wyniki pomiarów w tabeli.

2. Doświadczenie II.

- Zestawić układ jak na fotografii (połączenie równoległe).



- Dla zadanych przez prowadzącego wartości R, L, C wyznaczyć wartości natężeń prądu I_R, I_L, I_C w funkcji częstotliwości.
- Zanotować wyniki pomiarów w tabeli

Obserwacje

Opisz zjawisko rezonansu w obwodach RLC