



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

Ładunki, prądy, magnesy

Dodatkowy pakiet dydaktyczny dla Beneficjentów Ostatecznych

Dr Sylwia Budzik

*Instytut Fizyki, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Rejtana 16C, 35-311 Rzeszów*

<http://feniks.ujk.kielce.pl/>

<http://fonon.univ.rzeszow.pl>



- 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Człowiek – najlepsza inwestycja

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



U.7.07

Tytuł ćwiczenia:

Kto i co się tak naprawdę przyciąga?

Cel ćwiczenia, krótki jego opis:

Uświadomienie uczniom istnienia pola magnetycznego wokół przewodników, w których płynie prąd (doświadczenie Oersteda). Poznanie reguły określania zwrotu linii pola magnetycznego. Wyznaczenie, od jakich wielkości i w jaki sposób zależy wartość siły działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Poznanie reguły wyznaczania kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej. Zademonstrowanie wzajemnego oddziaływania dwóch przewodników z prądem i wizualizowanie tego oddziaływania na podstawie reguły Fleminga. Zademonstrowanie wzajemnego oddziaływania dwóch cewek, w których płynie prąd.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni.

Wymagane pojęcia: magnes trwały, jego pole i bieguny. Pole magnetyczne Ziemi. Wyznaczanie biegunów magnetycznych za pomocą kompasu. Pole magnetyczne prądu. Doświadczenie Oersteda. Indukcja magnetyczna. Własności ciał dia-, para-, i ferromagnetycznych. Siła elektrodynamiczna. Oddziaływanie dwóch przewodników z prądem. Definicja Ampera. Względność pól: elektrycznego i magnetycznego.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Źródło prądu (T + P), galwanometr (G), przewód (3 m), podkowa aluminiowa z magnesami ferrytowymi, metalowe szyny, aluminiowa szpula, przewody, stojaki, kółka miedziane, krokodylki. Stolik drewniany z przewodnikiem prostoliniowym i ze zwojnicą.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Część 1 ćwiczenia

Badanie istnienia pola magnetycznego wokół przewodnika, w którym płynie prąd.
(Doświadczenie Oersteda)



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



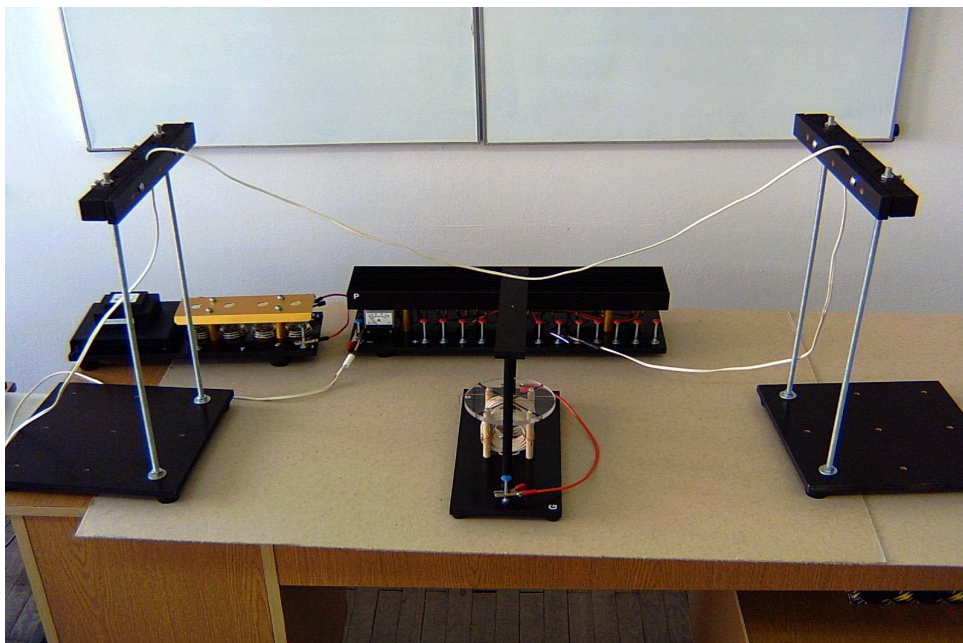
Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), galwanometr (G), przewód (3 m), stojaki, krokodylki.

Przebieg doświadczenia:

Łączymy wyżej wymienione przyrządy jak na zdjęciu:



Rys.7.1 Zdjęcie połączenia obwodu – doświadczenie Oersteda.

- wskazówkę galwanometru ustawiamy w pozycji „0”,
- równoległe do wskazówki, umieszczamy nad galwanometrem przewód zamocowany na stojakach,
- przy pomocy zasilacza zmieniamy w obwodzie natężenie prądu i obserwujemy wskazówkę miernika,
- następnie, przy dowolnym natężeniu prądu, podnosimy i obniżamy przewód nad galwanometrem. Zwracamy uwagę na wskazówkę galwanometru.

Obserwacje:

- Wraz ze wzrostem natężenia prądu w obwodzie wzrasta wychylenie wskazówki galwanometru.
- Podczas obniżania przewodu nad galwanometrem kąt wychylenia wskazówki miernika rośnie, a podczas podnoszenia maleje.
-



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



Uwagi techniczne: Przewód powinien być długi. Zamiast galwanometru możemy wykorzystać igłę magnetyczną.

Czas: 20 minut.

Część 2 ćwiczenia

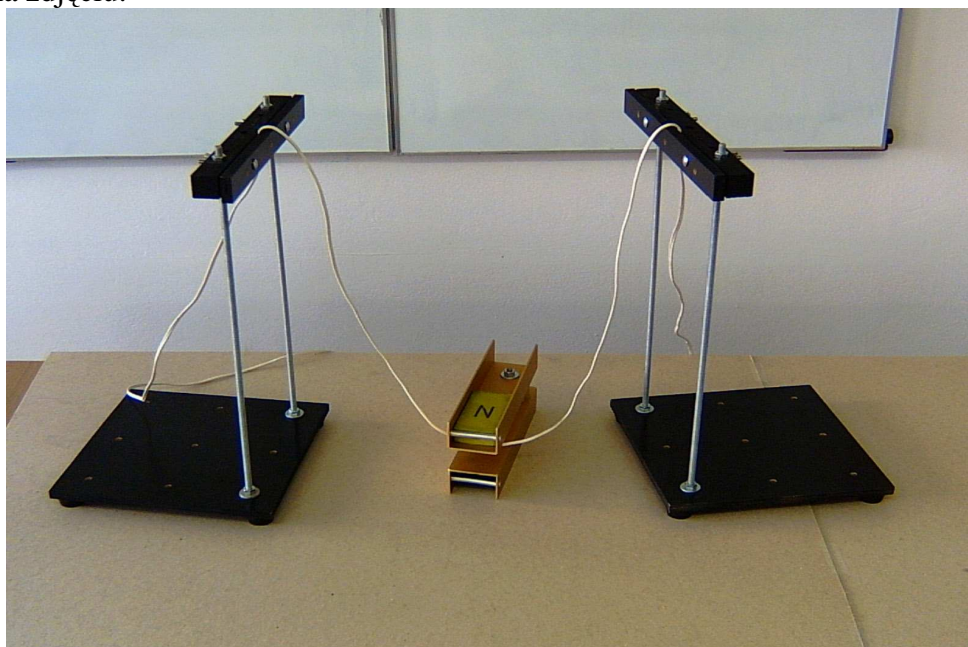
Wyznaczanie i modelowanie kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), długi przewód (3 m), podkowa aluminiowa z magnesami ferrytowymi, stojaki, krokodylki.

Przebieg doświadczenia:

Budujemy obwód jak na zdjęciu:



Rys.7.2 Zdjęcie połączenia obwodu – siła elektrodynamiczna.

- przewód umieszczamy w polu magnetycznym magnesów ferrytowych umieszczonych na aluminiowej podkowie,
- korzystając z zasilacza powodujemy przepływ prądu w obwodzie,
- następnie odwracamy podkowę i powtarzamy doświadczenie,
- następnie zmieniamy natężenie prądu w obwodzie i obserwujemy wychylenie przewodu.

Obserwacje:





Gdy prąd w przewodniku płynie, przewód raz jest wyrzucany z pola magnetycznego, a raz do niego wciągany w zależności od kierunku pola magnetycznego.
Gdy natężenie prądu jest większe, to wychylenie przewodu z podkowy jest większe.

Czas: 20 minut.

Część 3 ćwiczenia

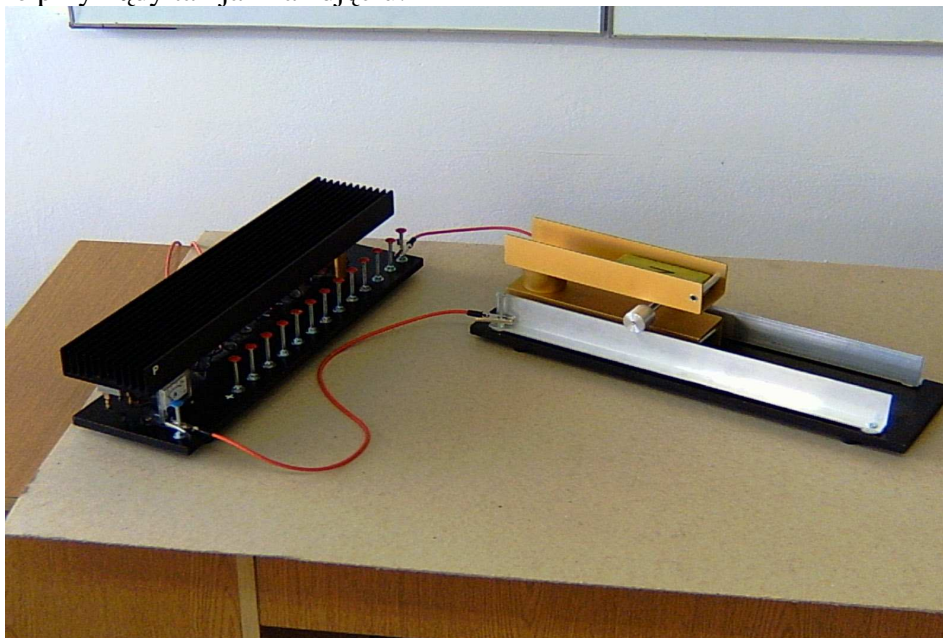
Zademonstrować oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem, którym jest aluminiowa szpula.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), podkowa aluminiowa z magnesami ferrytowymi, metalowe szyny, aluminiowa szpula, przewody, krokodylki.

Przebieg doświadczenia:

Ustawiamy poszczególne przyrządy tak jak na zdjęciu:



Rys.7.3 Zdjęcie połączenia obwodu – oddziaływanie siły elektrodynamicznej na aluminiową szpulę.

- aluminiową szpulę kładziemy na szynach w polu magnetycznym magnesów ferrytowych,
- włączamy prąd i obserwujemy szpulę,
- odwracamy podkowę i powtarzamy czynności. Prąd włączamy na krótko (1 – 3 s) na maksymalne napięcie.

Obserwacje:





Człowiek – najlepsza inwestycja

Po włączeniu prądu aluminiowa szpula porusza się po szynach, raz w jedną raz w drugą stronę w zależności od ustawienia podkowy.

Uwagi techniczne: Należy ostrożnie obchodzić się z magnesami. Jako źródła prądu można użyć baterii.

Czas: 10 minut.

Część 4 ćwiczenia

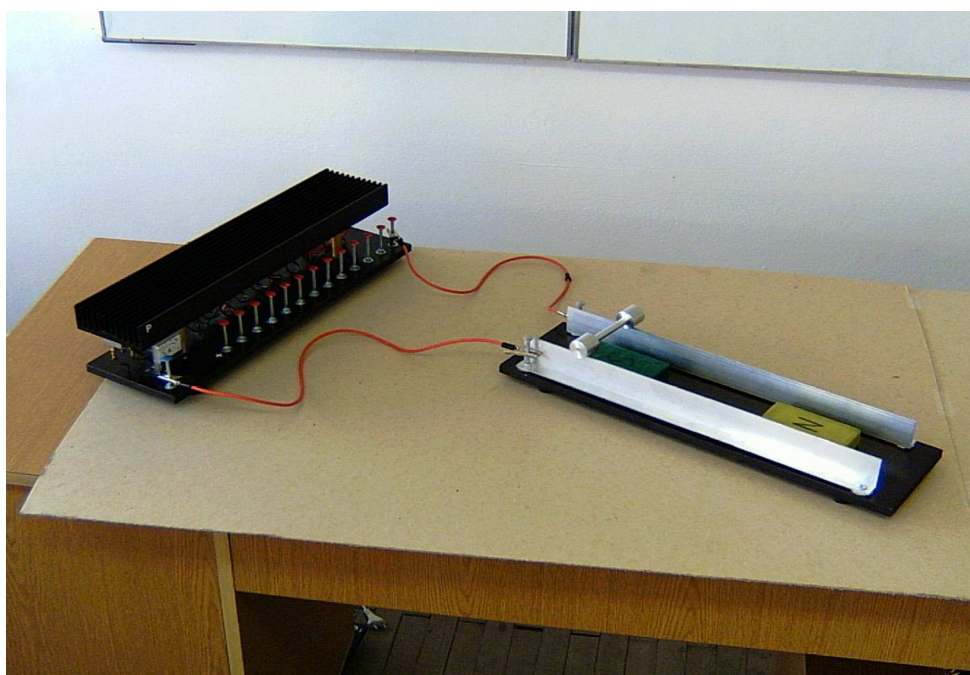
Zademonstrować oddziaływanie pola magnetycznego na aluminiową szpulę (przykład działania siły elektrodynamicznej).

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), dwa magnesy ferrytowe, szpula aluminiowa, szyny metalowe, przewody z krokodylkami.

Przebieg doświadczenia:

Budujemy obwód jak na zdjęciu:



Rys.7.4 Zdjęcie połączenia obwodu – oddziaływanie siły elektrodynamicznej na aluminiową szpulę.



Człowiek – najlepsza inwestycja

- pomiędzy szynami umieszczamy dwa magnesy w niewielkiej odległości (magnesy ustawiamy przeciwnymi biegunami),
- na szynach kładziemy aluminiową szpulę i zamykamy obwód.

Obserwacje:

Aluminiowa szpula „oscyluje” pomiędzy magnesami.

Czas: 10 minut.

Część 5 ćwiczenia

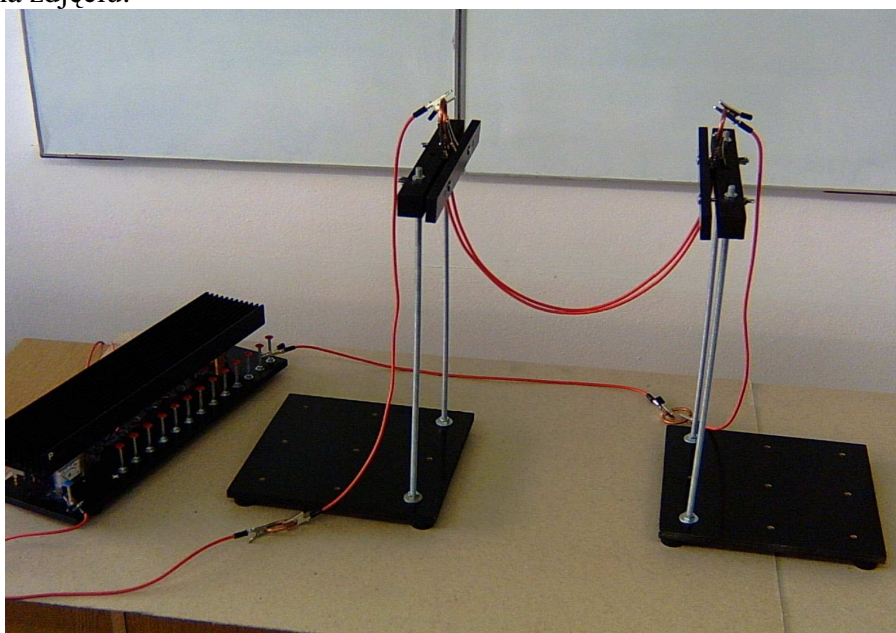
Wykazać wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch równoległych przewodników z prądem w sytuacji, gdy prądy w przewodach płyną w tę samą stronę.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), dwa miękkie przewody, przewody doprowadzające z krokodylkami, stojaki, kółka miedziane.

Przebieg doświadczenia:

Łączymy obwód jak na zdjęciu:



Rys.7.5 Zdjęcie połączenia obwodu – wzajemne oddziaływanie dwóch przewodników, w których prąd płynie w tę samą stronę.

- przewody ustawiamy równolegle w odległości około 2 cm i łączymy tak, aby prąd płynął w nich w tę samą stronę,
- prąd w obwodzie włączamy na krótko na maksymalne napięcie.

Obserwacje:



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



Przewody przyciągnęły się.

Uwagi techniczne: Ważne jest, aby starannie ustawić przewody. Jeśli efekt jest słabo zauważalny należy zmienić odległość pomiędzy przewodami. Lepszy efekt osiągniemy, gdy użyjemy przewodów dłuższych np. 2,5m.

Czas: 25 minut.

Część 6 ćwiczenia

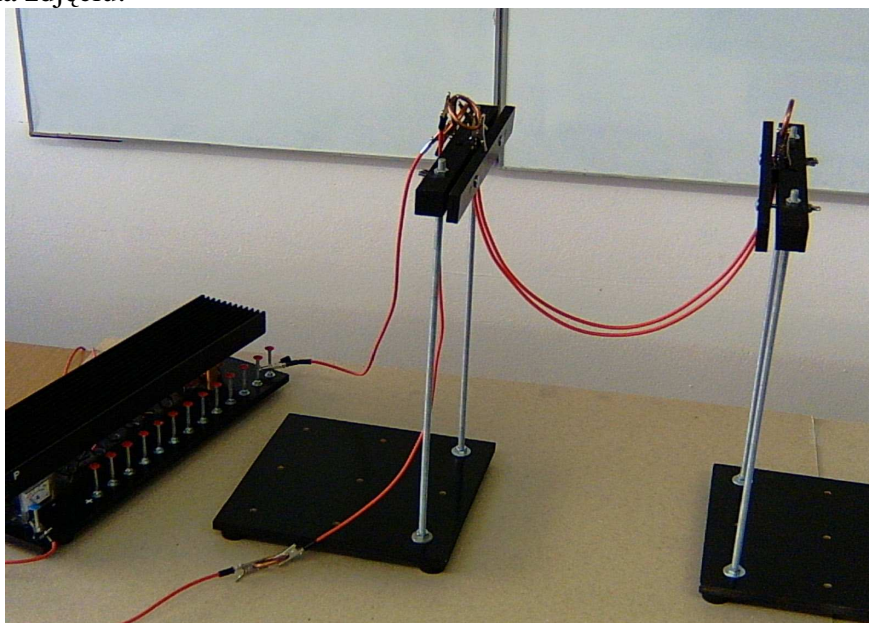
Wykazać wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch równoległych przewodników z prądem w sytuacji, gdy prądy w przewodach płyną w przeciwne strony.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), dwa miękkie przewody, przewody doprowadzające, stojaki, kółka miedziane, krokodylki.

Przebieg doświadczenia:

Budujemy obwód jak na zdjęciu:



Rys.7.6 Zdjęcie połączenia obwodu – wzajemne oddziaływanie dwóch przewodników, w których prąd płynie w przeciwne strony.

- przewody ustawiamy równolegle w odległości około 1 cm i łączymy tak, aby prąd płynął w nich w przeciwne strony,
- prąd w obwodzie włączamy na krótko na maksymalne napięcie.

Obserwacje:



Przewodniki odepchnęły się.

Czas: 25 minut.

Część 7 ćwiczenia

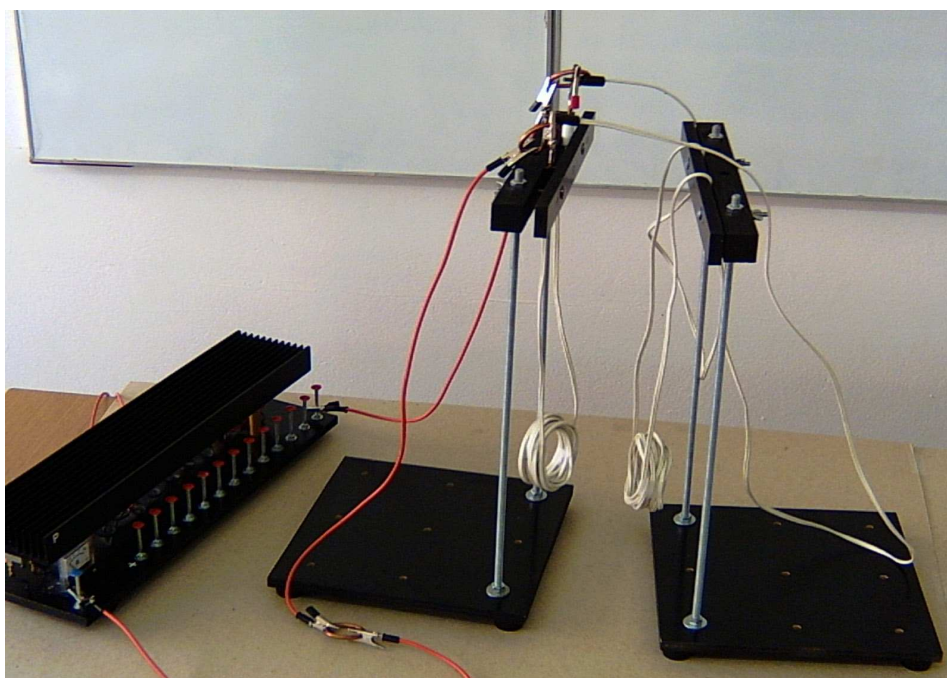
Wykazać wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch cewek z prądem wykonanych z długich przewodów.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), dwa długie przewody (3m i 6m), stojaki, kółka miedziane, taśma klejąca.

Przebieg doświadczenia:

- z przewodów wykonujemy dwie zwojnice po 13 zwojów każda o średnicy około 5cm, które mocujemy przy pomocy taśmy klejącej,
- łączymy poszczególne elementy jak na zdjęciu:



Rys.7.7 Zdjęcie połączenia obwodu – wzajemne oddziaływanie na siebie dwóch cewek.

- Najpierw budujemy obwód, w którym cewki będą połączone tak, że prąd w nich popłynie w tym samym kierunku (cewki ustawiamy w odległości 4 cm od siebie), a następnie w kierunku przeciwnym (cewki ustawiamy blisko siebie).



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Obserwacje:

W sytuacji gdy prąd płynął w tym samym kierunku cewki przyciągnęły się, a gdy prąd w cewkach płynął w kierunkach przeciwnych cewki odepchnęły się.

Czas: 25 minut.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W 1-szej części ćwiczenia uczniowie sprawdzają, że wokół przewodnika z prądem istnieje pole magnetyczne.

Każdy przewodnik z prądem wytwarza wokół siebie pole magnetyczne. Linie pola magnetycznego wokół przewodnika prostoliniowego mają kształt współśrodkowych okręgów. Wektor indukcji magnetycznej jest styczny do tych okręgów, a jego wartość określa wzór:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \pi r}, \quad (73)$$

gdzie:

I – natężenie prądu,

μ_0 – przenikalność magnetyczna próżni,

r – odległość od przewodnika, w jakiej badamy pole magnetyczne.

Jeśli w polu magnetycznym takiego przewodnika znajdzie się igła magnetyczna lub galwanometr, pole magnetyczne przewodnika będzie oddziaływało z polem magnetycznym igły magnetycznej lub galwanometru. Z powyższego wzoru wynika, że oddziaływanie to rośnie, gdy wzrasta wartość indukcji pola magnetycznego, czyli gdy w obwodzie wzrasta natężenie prądu lub odległość od przewodnika jest mała, a maleje gdy odległość od przewodnika rośnie.

Linie pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem mają kształt współśrodkowych okręgów.

W celu ustalenia zwrotu linii pola magnetycznego wokół przewodnika z prądem stosuje się regułę prawej dłoni.

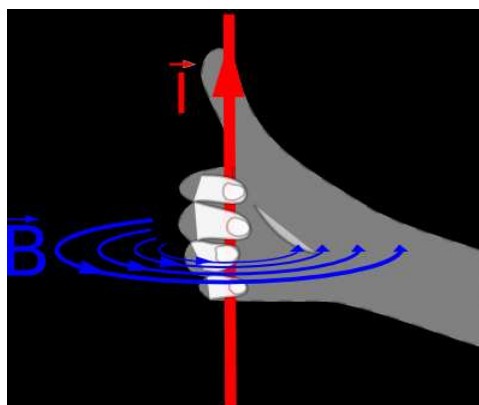


- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

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



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.7.8 Reguła prawej dłoni.

Reguła prawej dłoni:

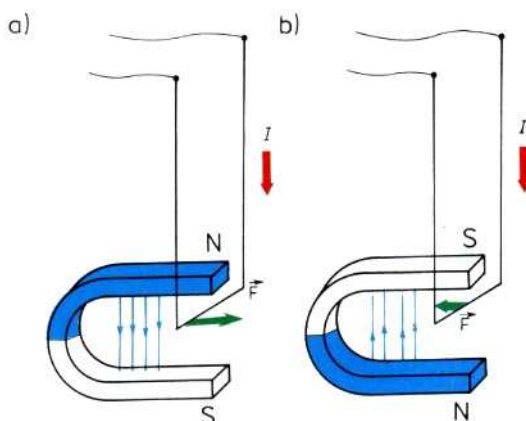
Jeżeli prawą dłonią obejmiemy przewodnik tak, że kciuk będzie wskazywał kierunek przepływu prądu elektrycznego w przewodniku to pozostałe cztery zgięte palce wskażą zwrot linii pola magnetycznego.

W 2-giej części uczniowie badają, od jakich wielkości i w jaki sposób zależy siła elektrodynamiczna.

Na przewodnik z prądem umieszczony w polu magnetycznym działa siła elektrodynamiczna:

$$\vec{F} = I \Delta \vec{l} \times \vec{B}, \quad (74)$$

której wartość zależy od natężenia płynącego prądu I , długości przewodnika Δl obejmowanego przez pole magnetyczne i wartości wektora indukcji magnetycznej \vec{B} .

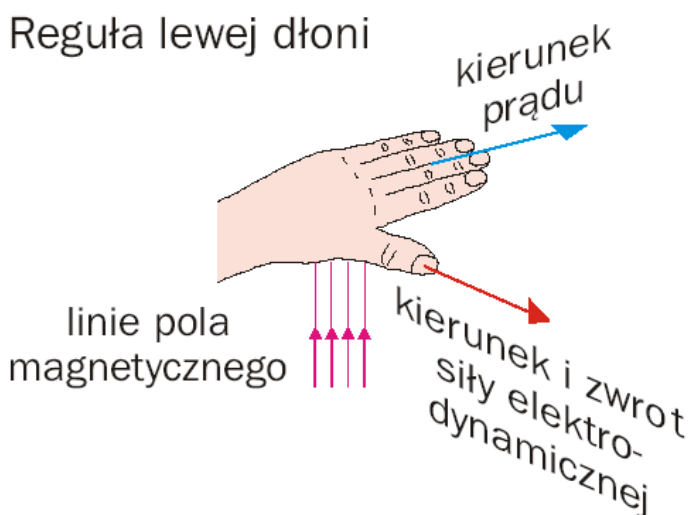




Rys.7.9 Kierunek i zwrot siły działającej na przewodnik z prądem (wektor zielony) w zależności od zwrotu wektora indukcji magnetycznej.

Kierunek tej siły możemy wyznaczyć przy pomocy reguły lewej dłoni.
Reguła lewej dłoni (Reguła Fleminga):

Jeżeli lewą dłoń ustawi się tak, aby linie pola magnetycznego zwrócone były prostopadle ku wewnętrznej powierzchni dłoni, (aby wnikały w wewnętrzną stronę dłoni), a wszystkie palce - z wyjątkiem kciuka - wskazywały kierunek płynącego prądu dodatniego (poruszającej się cząsteczki), to odchylony kciuk wskaże kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej działającej na dodatni ładunek elektryczny umieszczony w tym polu (dla ładunku ujemnego zwrot siły będzie przeciwny).



Rys.7.10 Reguła lewej dłoni – wyznaczanie kierunku i zwrotu siły elektrodynamicznej.

W 3-ciej i 4-tej części ćwiczenia uczniowie badają przykład działania siły elektrodynamicznej na aluminiową szpulę umieszczoną na szynach metalowych, podłączonych do napięcia w polu magnetycznym magnesów ferrytowych.

Gdy nie ma podkowy z magnesami i prąd w obwodzie płynie to szpula się nie porusza (tak samo jak w przypadku przewodnika z prądem, który nie jest umieszczony w polu magnetycznym). Gdy szpulę umieścimy w polu magnetycznym będzie na nią działała siła elektrodynamiczna, której kierunek zależy od kierunku pola magnetycznego i kierunku płynącego w obwodzie prądu.

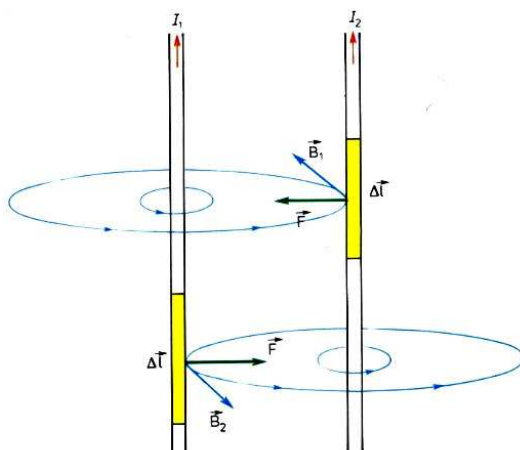


Człowiek – najlepsza inwestycja

W doświadczeniu 4-tym aluminiowa szpula wypchnięta z pola magnetycznego pierwszego magnesu toczy się po szynach, aż do momentu, gdy zaczyna hamować przed polem magnetycznym od drugiego magnesu. Pole magnetyczne drugiego magnesu jest przeciwnie skierowane, kierunek prądu nie uległ zmianie, dlatego szpula porusza się w przeciwną stronę i przez to wykonuje oscylacje.

W 5-tej części ćwiczenia uczniowie badają przyciąganie się dwóch równoległych przewodników z prądem w sytuacji, gdy prądy w przewodach płyną w tę samą stronę.

Przewodniki pierwszy jak i drugi wytwarzają wokół siebie pole magnetyczne. Przewodnik pierwszy znajdując się w polu magnetycznym przewodnika drugiego doznaje działania siły. Sytuacja dla przewodnika drugiego jest zupełnie symetryczna. Przyjmijmy, że przez przewodnik pierwszy płynie prąd o natężeniu I_1 , a przez przewodnik drugi prąd o natężeniu I_2 .



Rys.7.11 Oddziaływanie na siebie dwóch równoległych przewodników, w których płynie prąd w tę samą stronę.

Wartość wektora indukcji pola magnetycznego wytworzonego przez przewodnik pierwszy w odległości r od niego wynosi:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi r} \quad (75)$$

Siła elektrodynamiczna działająca na odcinek Δl przewodnika drugiego określona wzorem:

$$F = I_2 \cdot \Delta l \cdot B_1, \quad (76)$$

wyniesie ostatecznie:





$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \Delta l}{2 \pi r} \quad (77)$$

Jak widzimy na rysunku siły F dla obu przewodników mają taką samą wartość i są skierowane do siebie. Wektory $\vec{B}, \vec{\Delta l}$ są do siebie prostopadłe. Korzystając z reguły lewej dłoni łatwo określić zwrot siły elektrodynamicznej. W sytuacji, gdy w przewodach płynie prąd w tę samą stronę widzimy, że przewody będą się przyciągały.

W 6-tej części ćwiczenia uczniowie badają odpychanie dwóch równoległych przewodników z prądem w sytuacji, gdy prądy w przewodach płyną w strony przeciwne.

Rozumowanie w tym przypadku jest analogiczne jak w doświadczeniu poprzednim tylko, że w tej sytuacji wektory sił są skierowane od siebie. Łatwo to ustalić korzystając z reguły lewej dłoni.

W 7-mej części ćwiczenia uczniowie wykazują wzajemne przyciąganie i odpychanie dwóch cewek.

Zwinięcie przewodu powoduje, że w polu magnetycznym jednej zwojnicy znajduje się przewodnik o większej długości. Ponieważ siła elektrodynamiczna wyrażona wzorem:

$$F = I \cdot \Delta l \cdot B \quad (78)$$

zależy od długości przewodnika, dlatego też oddziaływania pomiędzy zwojnicami są bardziej widoczne. Dalsza analiza tego doświadczenia jest taka sama jak w doświadczeniu poprzednim.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!
- Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).
- O powstałych w czasie ćwiczeń wątpliwościach z zakresu BHP należy informować prowadzącego zajęcia.

U.7.08

Tytuł ćwiczenia:



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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Dynamo, czyli jak oświetlić drogę podczas nocnej jazdy rowerem.

Cel ćwiczenia, krótki jego opis:

Zapoznanie ucznia z różnymi sposobami wzbudzania prądu indukcyjnego oraz warunkami, jakie muszą być spełnione, aby taki prąd powstał. Udowodnienie, że natężenie prądu indukcyjnego zależy od szybkości zmian pola magnetycznego prądu. Zastosowanie reguły Lenza do ustalenia kierunku prądu indukcyjnego.

Zapoznanie ucznia z podstawowymi częściami transformatora, zasadą jego działania oraz wyjaśnienie, w jaki sposób zachodzi podwyższanie i obniżanie napięcia w transformatorze.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni/wysoki

Wymagane pojęcia: Indukcja elektromagnetyczna. Prawo indukcji elektromagnetycznej Faradaya. Reguła Lenza. Sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego. Przemiany energii podczas wzbudzania prądu indukcyjnego. SEM indukcji. Samoindukcja. Transformator – budowa i zasada działania.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Galwanometr (G), zwojnica, magnes sztabkowy, podkowa aluminiowa z magnesami ferrytowymi, źródło prądu zmiennego (T), model transformatora składanego (TS), głośnik, dwa długie przewody (3m i 6m), żarówka (20W), kółka miedziane, rdzeń żelazny, rura aluminiowa z magnesem w kształcie walca, krokodylki.

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Część 1 ćwiczenia

Określenie czynników wzbudzających prąd indukcyjny.

Przyrządy:

zwojnica, galwanometr, magnes sztabkowy

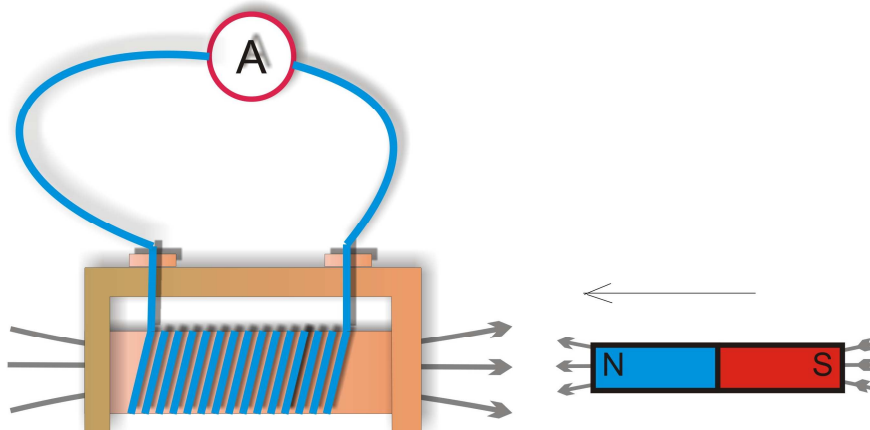
Przebieg doświadczenia:

- łączymy zwojnicę z galwanometrem tak, aby tworzyły obwód zamknięty,
- zbliżamy magnes do zwojnicy, obserwujemy wskazania miernika,
- następnie szybkim ruchem oddalamy magnes od zwojnicy,
- umieszczamy nieruchomo magnes obok zwojnicy,
- odwracamy magnes przeciwnym biegunem i powtarzamy doświadczenie.

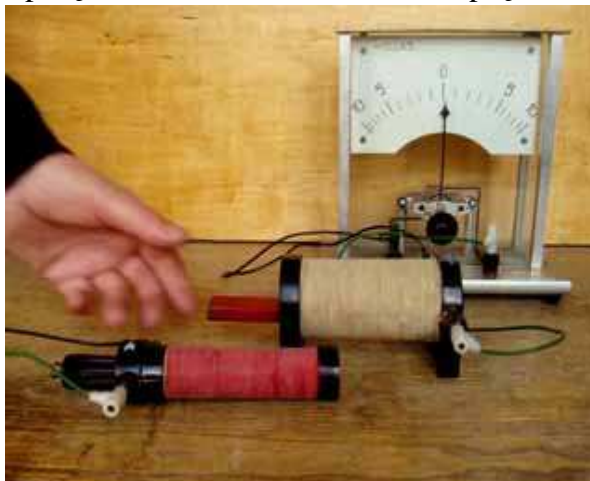


- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

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



Rys.8.1 Schemat połączenia obwodu - wzbudzenie prądu indukcyjnego.



Rys.8.2 Zdjęcie połączenia obwodu - wzbudzenie prądu indukcyjnego.

Obserwacje:

Podczas zbliżania magnesu do zwojnicy powstawał w niej prąd elektryczny. Gdy magnes oddalał się od zwojnicy również powstawał w niej prąd, przy czym w tej sytuacji miał kierunek przeciwny. Gdy magnes leżał nieruchomo obok zwojnicy, to prąd w zwojnicy nie płynął. Zbliżanie magnesu biegunem przeciwnym powoduje powstanie prądu o kierunku przeciwnym.

Czas: 15 minut.

Część 2 ćwiczenia

Zademonstrować zjawisko indukcji elektromagnetycznej.



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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



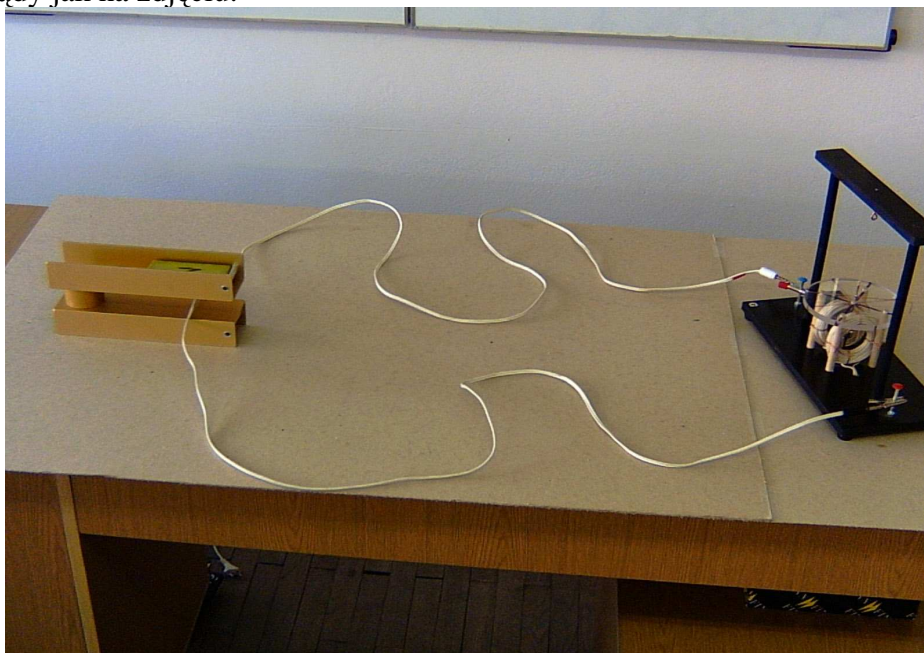
Człowiek – najlepsza inwestycja

Przyrządy:

galwanometr (G), podkowa aluminiowa z magnesami ferrytowymi, długi przewód, krokodylki.

Przebieg doświadczenia:

- łączymy przyrządy jak na zdjęciu:



Rys.8.3 Zdjęcie połączenia obwodu - wzbudzenie prądu indukcyjnego.

- pojedynczym przewodem poruszamy w polu magnetycznym magnesów obserwując wskazówkę galwanometru,
- następnie z przewodu wykonujemy kilka zwojów i powtarzamy czynności.

Obserwacje:

W pierwszym przypadku wskazówka galwanometru wychyla się z położenia równowagi jednak wychylenie to jest nieznaczne w porównaniu z sytuacją drugą.

Czas: 15 minut.

Część 3 ćwiczenia

Wykazać przepływ prądu w przewodniku poruszonym w polu magnetycznym Ziemi.

Przyrządy:

galwanometr (G), długi przewód (6m), krokodylki.

Przebieg doświadczenia:

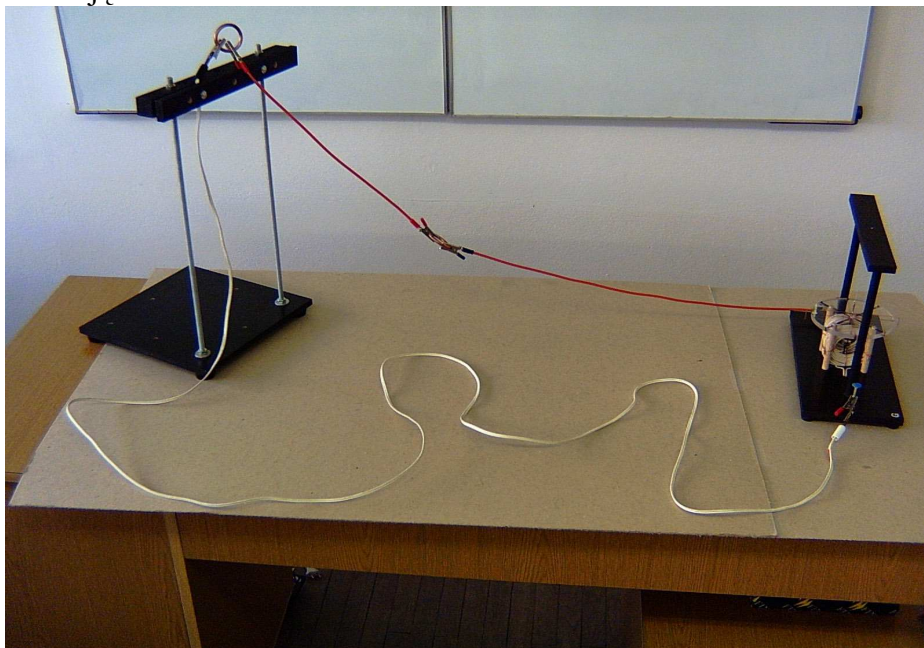


- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

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



- Łączymy elementy jak na zdjęciu:



Rys.8.4 Zdjęcie połączenia obwodu - wzbudzenie prądu indukcyjnego.

- końce przewodu łączymy z galwanometrem,
- poruszamy w poziomie przewodem i obserwujemy galwanometr.

Obserwacje:

Wskazówka galwanometru nieznacznie się wychyliła.

Czas: 15 minut.

Część 4 ćwiczenia

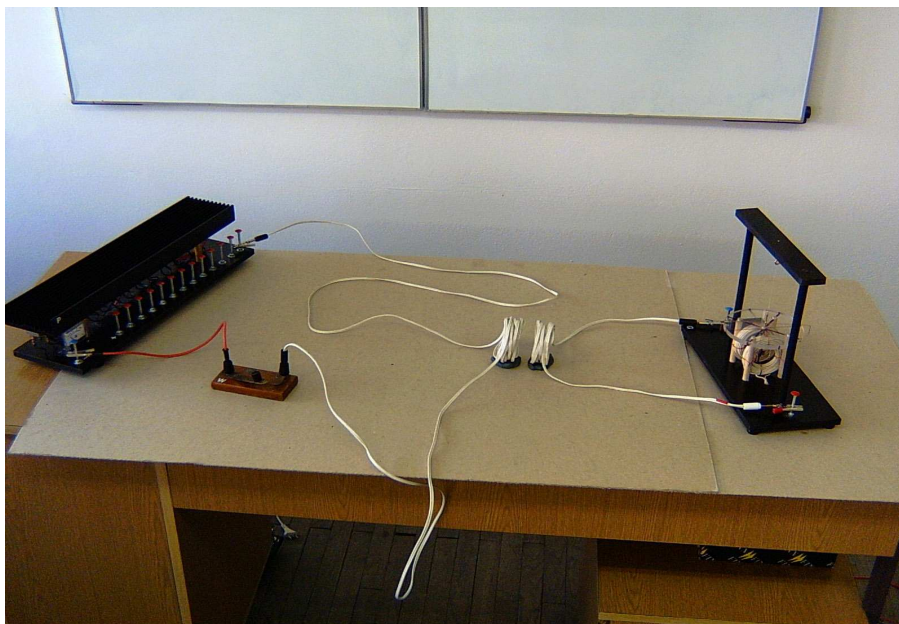
Zademonstrować wzbudzenie prądu indukcyjnego w obwodzie.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), galwanometr (G), dwa długie przewody (3m i 6m), wyłącznik, krokodylki, plastelina.

Przebieg doświadczenia:

- Budujemy obwód jak na zdjęciu:



Rys.8.5 Zdjęcie połączenia obwodu - wzbudzanie prądu indukcyjnego. Model transformatora.

- z przewodów wykonujemy dwie zwojnice po 13 zwojów każda o średnicy około 5cm, które mocujemy na stole przy pomocy plasteliny,
- cewki ustawiamy w odległości ok.1 cm od siebie,
- przy pomocy wyłącznika zamykamy i otwieramy na przemian obwód.

Obserwacje:

W momencie przerywania i zamykania obwodu wskazówka galwanometru wychyla się nieznacznie.

Uwagi techniczne: Galwanometr należy jak najdalej odsunąć od zwojnic, aby wyeliminować zakłócenia mogące wpłynąć na prawidłowe funkcjonowanie miernika.

Czas: 25 minut.

Część 5 ćwiczenia

Zademonstrować wzbudzanie prądu indukcyjnego w obwodzie.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), galwanometr (G), dwa długie przewody (3m i 6m), wyłącznik, rdzeń żelazny, krokodylki, plastelina.

Przebieg doświadczenia:





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

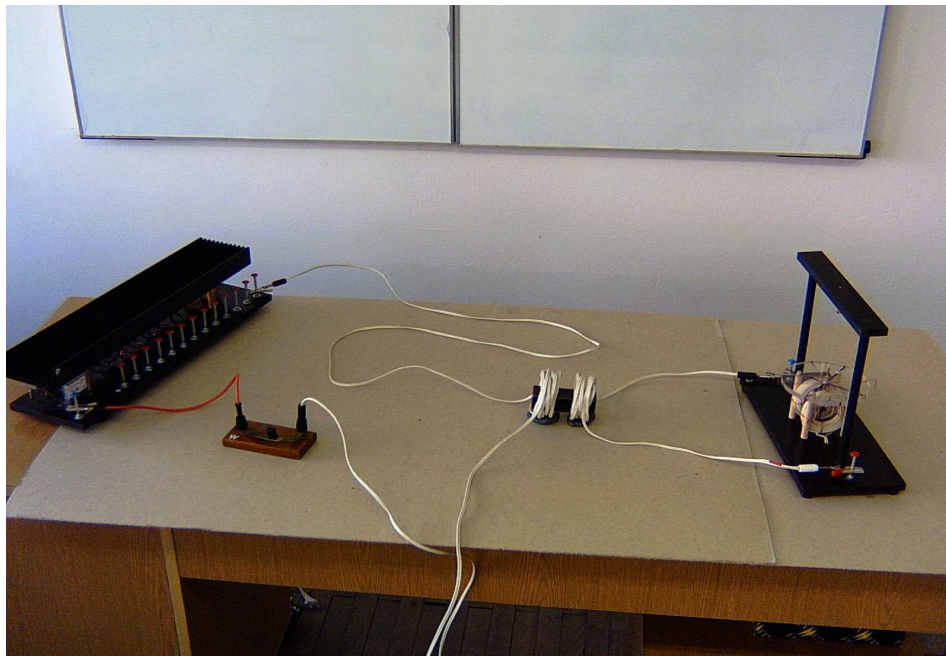


UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

- Doświadczenie to wykonujemy tak samo jak doświadczenie poprzednie, z tym, że do cewek wsuwamy rdzeń żelazny jak na zdjęciu:



Rys.8.6 Zdjęcie połączenia obwodu - wzbudzanie prądu indukcyjnego. Model transformatora z żelaznym rdzeniem.

- Kolejne czynności wykonujemy tak jak w poprzednim doświadczeniu.

Obserwacje:

Zauważamy, że wskazówka galwanometru wychyliła się mocniej.

Czas: 10 minut.

Część 6 ćwiczenia

Zademonstrować wzbudzanie prądu indukcyjnego w obwodzie.

Przyrządy:

rura aluminiowa, magnes (przyrządy przedstawia zdjęcie).



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



Rys.8.7 Rura aluminiowa i magnes w kształcie walca.

Przebieg doświadczenia:

- wkładamy od środka rury magnes i pozwalamy mu swobodnie wypaść z drugiej strony rury.

Obserwacje:

Magnes zaskakująco długo opada wewnątrz aluminiowej rury.

Czas: 10 minut.

Część 7 ćwiczenia

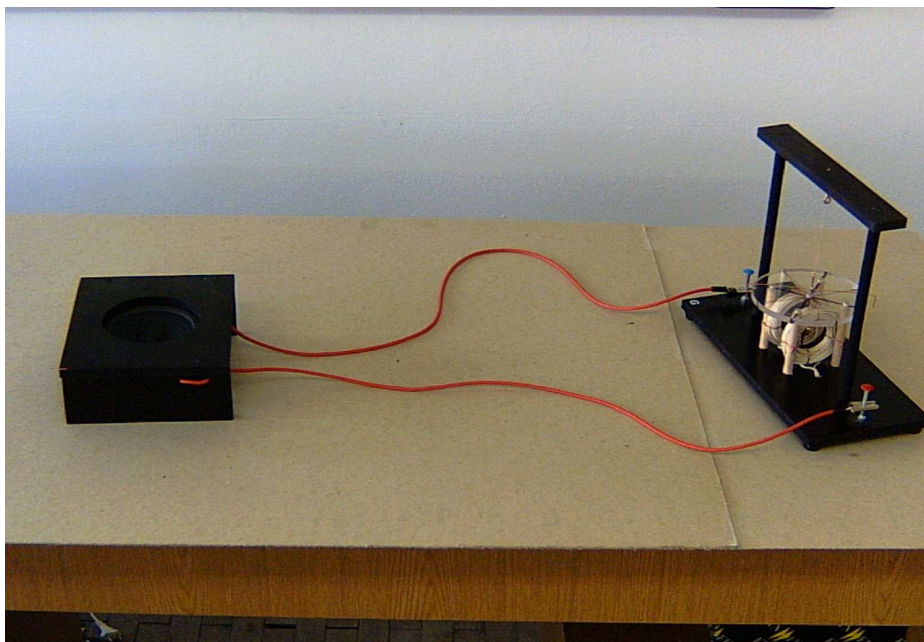
Zademonstrować powstawanie prądu indukcyjnego w obwodzie.

Przyrządy:

galwanometr (G), głośnik, przewody.

Przebieg doświadczenia:

- Łączymy wszystkie elementy jak na zdjęciu:



Rys.8.8 Zdjęcie połączenia obwodu - wzbudzenie prądu indukcyjnego.

- Ustawiamy galwanometr w pozycji „0”,
- poruszamy delikatnie membraną głośnika do góry i do dołu, z częstością drgań własnych galwanometru,
- obserwujemy wskazówkę galwanometru.

Obserwacje:

Wskazówka galwanometru wychyla się wyraźnie, po kilkadziesiąt stopni w każdą stronę.

Czas: 15 minut.

Część 8 ćwiczenia

Zademonstruj zasadę działania transformatora.

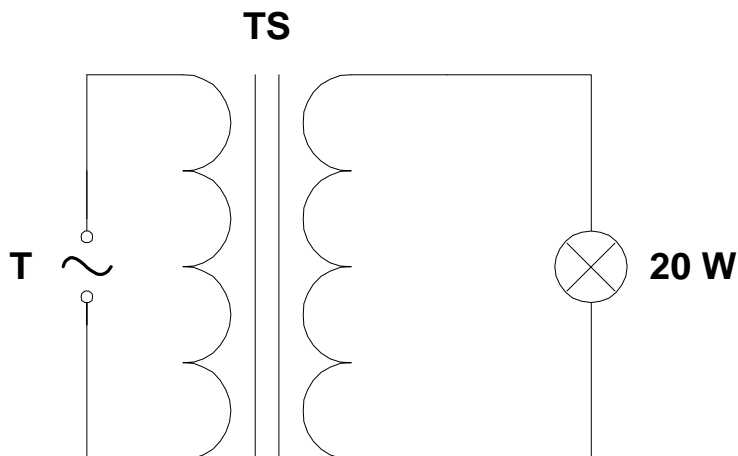
Przyrządy:

źródło prądu zmiennego (T), model transformatora składanego (TS), dwa długie przewody (3m i 6m), żarówka (20W), kółka miedziane, krokodylki.

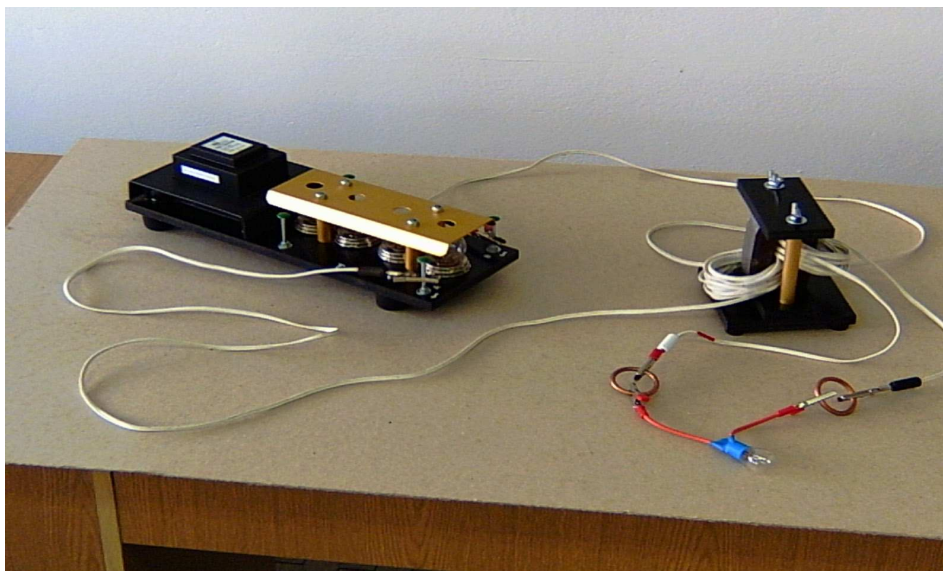
Przebieg doświadczenia:

- z przewodów wykonujemy dwie zwojnice i nakładamy je na rdzeń transformatora,
- budujemy obwód według schematu:





Rys.8.9 Schemat obwodu do demonstracji zasady działania transformatora.



Rys.8.10 Zdjęcie obwodu do demonstracji zasady działania transformatora.

- transformator podłączamy do źródła prądu zmiennego i obserwujemy żarówkę.

Obserwacje:

Żarówka świeci.

Czas: 30 minut.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:



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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

W 1-szej części ćwiczenia uczniowie wzbudzają prąd zbliżając magnes do zwojnicy.

Badane zjawisko nazywa się indukcją elektromagnetyczną. Polega na powstawaniu prądu elektrycznego w zamkniętym obwodzie, gdy obwód ten znajduje się w zmiennym polu magnetycznym. Kierunek tego prądu określa reguła Lenza.

Reguła Lenza:

W najogólniejszym sformułowaniu mówi, że *każdy proces indukcji przebiega w kierunku przeciwnym do działającej przyczyny.*

Mówi ona, że prąd indukcyjny (nazywany też prądem wtórnym) wzbudzony w przewodniku pod wpływem zmiennego pola magnetycznego, ma zawsze taki kierunek, że wytworzone przez niego wtórne pole magnetyczne przeciwdziała przyczynie (zmianie pierwotnego pola magnetycznego), która go wywołała. Reguła Lenza wyraża zasadę zachowania energii.

W 2-giej części ćwiczenia demonstrują zjawisko indukcji elektromagnetycznej za pomocą przewodnika poruszanego w polu magnetycznym magnesów.

Wychylenie się wskazówki galwanometru jest dowodem na to, że w przewodniku popłynął prąd elektryczny. Prąd zwany indukcyjnym powstał w wyniku zmian w czasie strumienia wektora indukcji pola magnetycznego obejmującego obwód elektryczny, a dokładniej zmian powierzchni obwodu elektrycznego, przez który przenikało pole magnetyczne. Mamy tutaj do czynienia ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej. Zwiększenie powierzchni przewodnika obejmowanej przez pole magnetyczne powoduje, że prąd indukcyjny ma większą wartość.

W 3-ciej części ćwiczenia demonstrują zjawisko indukcji elektromagnetycznej za pomocą przewodnika poruszanego w polu magnetycznym Ziemi.

Wychylenie wskazówki świadczy o tym, że w obwodzie popłynął prąd. Prąd ten wyindukował się w wyniku zmian wzajemnego położenia wektora indukcji magnetycznej i powierzchni obwodu elektrycznego, czyli zmian strumienia wektora indukcji pola magnetycznego.

W 4-tej części ćwiczenia uczniowie wzbudzają prąd indukcyjny w obwodzie z cewką za sprawą otwierania i zamykania obwodu.

Warunkiem powstania prądu indukcyjnego w obwodzie z drugą cewką jest zmienne w czasie pole magnetyczne przenikające tą cewkę, a pochodzące od zwojnicy pierwszej. Jeżeli, więc przez dłuższą chwilę obwód będzie zamknięty to wskazówka nie wychyli się, bo prąd nie będzie się indukował.

W 5-tej części ćwiczenia wzbudzają prąd indukcyjny w obwodzie z cewką za sprawą żelaznego rdzenia.

Wprowadzenie do cewek żelaznego rdzenia znacznie zwiększa efekt indukcji elektromagnetycznej. Zbliżenie do rdzenia zewnętrznego pola magnetycznego powoduje jego namagnesowanie. Teraz rdzeń posiada własne pole magnetyczne, które wzmacnia pole magnetyczne cewek i dlatego obserwujemy większe wychylenie wskazówki galwanometru.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

W 6-tej części ćwiczenia uczniowie wzbudzają prąd indukcyjny w aluminiowej rurze przy pomocy magnesu.

Doświadczenie to jest przykładem indukowania się w rurze aluminiowej prądu. Jest ono analogiczne do sytuacji, kiedy do zwojnicy wsuwamy magnes i indukuje się w niej prąd. Prąd indukcyjny powstaje dzięki energii włożonej do układu. Kierunek jego jest taki, że pole magnetyczne, które on wytwarza, przeciwstawia się zmianom pola magnetycznego, dzięki któremu prąd ten powstał. Dlatego też czas opadania magnesu jest taki długi.

W 7-mej części ćwiczenia uczniowie wzbudzają prąd indukcyjny w obwodzie z głośnikiem.

Wychylenie galwanometru wskazuje na przepływ prądu w obwodzie. Poruszanie membraną głośnika powoduje ruch cewki w polu magnetycznym magnesu głośnika. Zmiana strumienia indukcji pola magnetycznego przenikającego cewkę indukuje w niej prąd, co wskazuje galwanometr.

W 8-mej części ćwiczenia uczniowie budują transformator i poznają zasadę jego działania.

Pole magnetyczne wytworzone przez zwojnicę pierwszą przenika zwojnicę drugą. Jednak samo istnienie pola magnetycznego nie wystarczy, aby popłynął prąd. Ważnym warunkiem indukowania się prądu w obwodzie wtórnym transformatora jest to, aby następowała zmiana pola, które przenika cewkę drugą. Uzyskujemy to dzięki wykorzystaniu źródła prądu zmiennego.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!
- Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).
- O powstałych w czasie ćwiczeń wątpliwościach z zakresu BHP należy informować prowadzącego zajęcia.

U.7.09

Tytuł ćwiczenia:

„Elektryka prąd nie tyka.”

Cel ćwiczenia, krótki jego opis:



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Budowanie przez uczniów prostych obwodów elektrycznych i nazywanie poszczególnych elementów tych obwodów. Dokonywanie pomiarów napięcia i natężenia prądu w obwodzie. Wykonanie doświadczenia, na podstawie, którego można zbadać, od czego i jak zależy natężenie prądu w obwodzie. Badanie nieliniowej zależności $I = f(U)$. Wykonanie doświadczeń potwierdzających I i II prawo Kirchhoffa. Wyznaczanie; na podstawie doświadczenia; oporu zastępczego dla oporników połączonych szeregowo i równoległe.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Średni.

Wymagane pojęcia: Mikroskopowy obraz przewodnictwa elektrycznego. Obwód elektryczny. Warunki przepływu prądu w obwodzie. Skutki przepływu prądu. Natężenie prądu elektrycznego. Włączanie amperomierza w obwód. I prawo Kirchhoffa. Napięcie elektryczne. Włączanie woltomierza w obwód. Zależność między natężeniem prądu elektrycznego a napięciem. Prawo Ohma. Opór elektryczny. Jednostki oporu elektrycznego. Od czego zależy opór elektryczny przewodnika? Izolatory i przewodniki. Opór zastępczy w obwodzie szeregowym i równoległym.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Źródło prądu (T + P), 2 oporniki drutowe (R), 5 mierników M830 BUZ, 4 kółka miedziane, przewody: krokodyl/banan (10szt.), krokodyl/krokodyl (3 szt.), trzy żarówki (20 W, 10 W, 5 W).

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Część 1 ćwiczenia

Wykazać zależność natężenia prądu w przewodniku od przyłożonego napięcia.
(Sprawdzenie prawa Ohma)

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), opornik drutowy (R), 2 mierniki M830 BUZ, przewody.

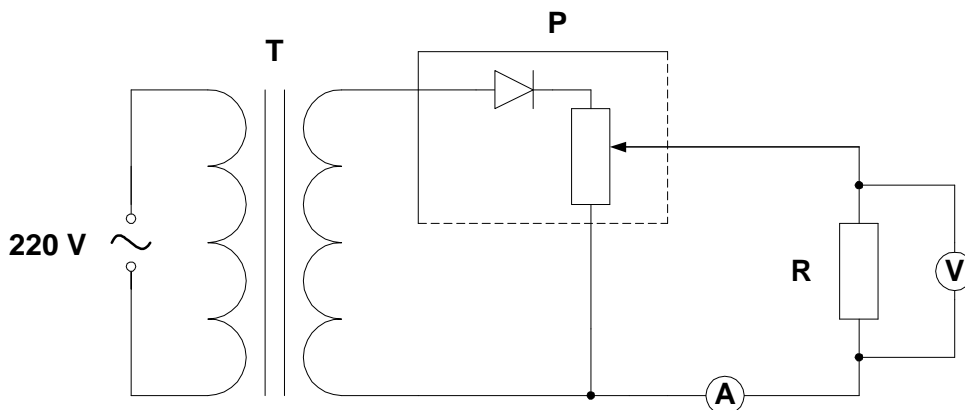
Przebieg doświadczenia:

- budujemy obwód złożony ze źródła prądu (T + P), opornika (R), amperomierza i woltomierza według schematu i jak na zdjęciu:

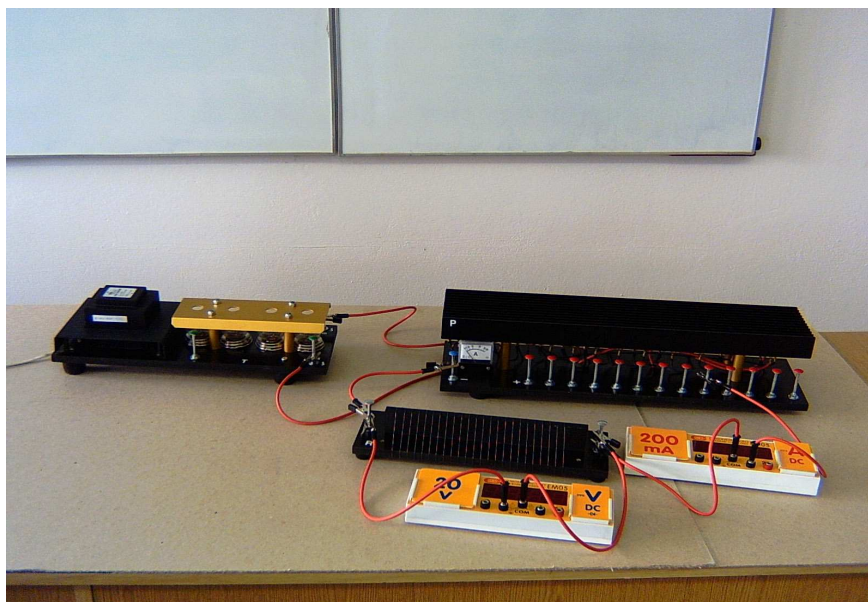


- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

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



Rys.9.1 Schemat obwodu do sprawdzenia prawa Ohma.



Rys.9.2 Zdjęcie obwodu do sprawdzenia prawa Ohma.

- transformator włączamy do sieci 220V, a do jego zacisków A i B podłączamy zasilacz,
- korzystając z zasilacza możemy uzyskać 13 różnych wartości napięcia





Człowiek – najlepsza inwestycja

- badając zależność natężenia prądu w obwodzie od przyłożonego napięcia należy zmieniać napięcie na zasilaczu i odczytywać wartości natężenia prądu I oraz napięcia U z mierników,
- opornik (R) włączamy na maksymalny opór.

Obserwacje:

Tabela 9.1 Pomiary napięcia i natężenia prądu do prawa Ohma.

U, V	0,86											
I, mA	17,1											

Obserwujemy, iż wraz ze wzrostem napięcia wzrasta również natężenie prądu.

Analiza pomiarów:

$$U_I = (0,86 \pm 0,01) \text{ V}$$

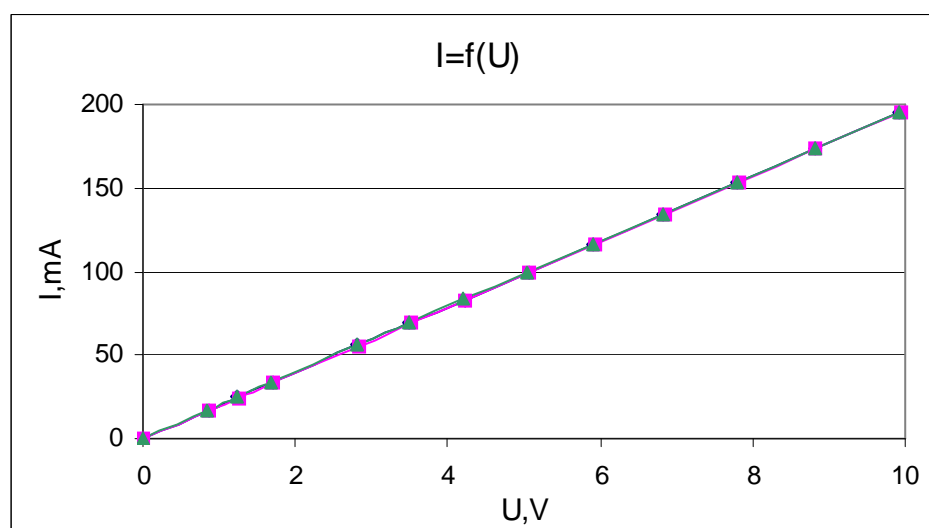
$$I_I = (17,1 \pm 0,01) \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$R_I = \frac{U_{I_{\max}}}{I_{I_{\min}}} = \frac{0,87\text{V}}{17,0 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = 51,2 \Omega \quad (79)$$

$$R_{II} = \frac{U_{I_{\min}}}{I_{I_{\max}}} = \frac{0,85\text{V}}{17,2 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = 49,4 \Omega \quad (80)$$

$$\Delta R = \frac{51,2 \Omega - 49,4 \Omega}{2} = 0,9 \Omega \quad (81)$$

$$R = \frac{U_I}{I_I} = \frac{0,86\text{V}}{17,1 \cdot 10^{-3} \text{ A}} = 50,3 \Omega \quad (82)$$



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



Wykres 9.1 Przykładowy wykres zależności napięcia od natężenia prądu dla opornika R w przypadku, w którym spełnione jest prawo Ohma.

Uwagi techniczne: Pracując na zakresie amperomierza 200 mA opornik jest zimny, jego temperatura w sposób istotny nie wzrasta i otrzymujemy liniową zależność $I = f(U)$. Zamiast transformatora i zasilacza możemy użyć baterii płaskich.

Czas: 25 minut.

Część 2 ćwiczenia

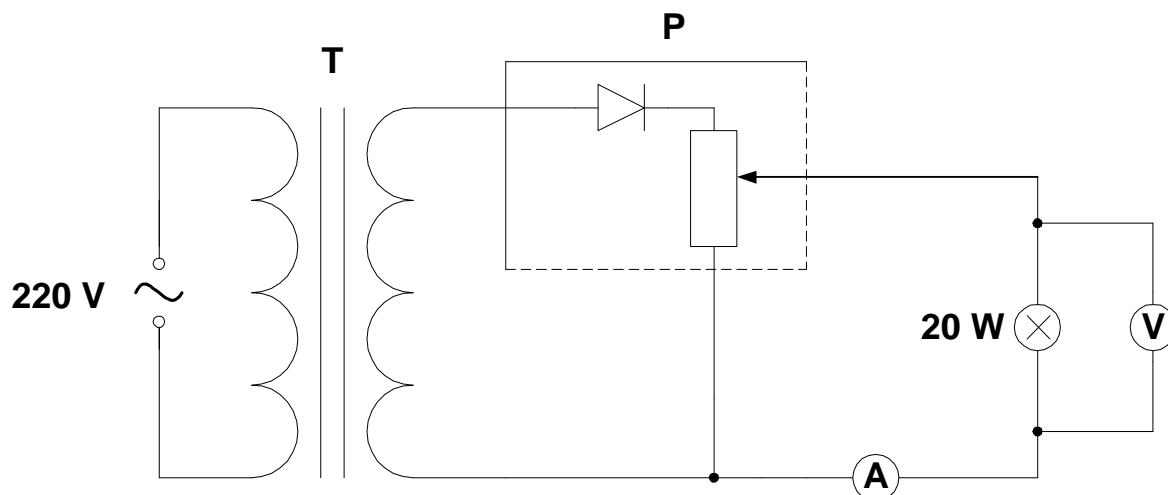
Wykazać, że zamieniając opornik z doświadczenia 1 na żarówkę otrzymamy nieliniową zależność $I = f(U)$.

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), żarówka 20 W (kulka), amperomierz zakres 10 A dla prądu stałego, woltomierz zakres 20 V dla prądu stałego, przewody, kółka miedziane.

Przebieg doświadczenia:

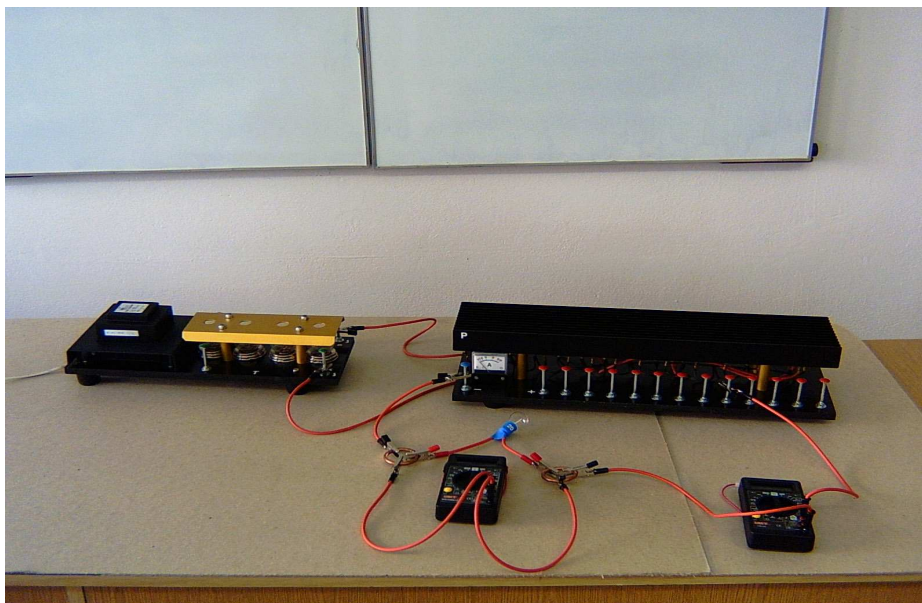
- łączymy obwód tak samo jak w doświadczeniu 1,
- zamiast opornika włączamy w obwód żarówkę przy pomocy miedzianych kółek.



Rys.9.3 Schemat obwodu do sprawdzenia nieliniowej zależności dla obwodu z żarówką.



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.9.4 Zdjęcie obwodu do sprawdzenia nieliniowej zależności dla obwodu z żarówką.

- korzystając z zasilacza zmieniamy napięcie w obwodzie,
- odczytujemy wartości z mierników i umieszczamy je w tabeli.

Obserwacje:

Tabela 9.2. Tabela pomiarów.

U, V	0,07												
I, A	0,12												

Napięcie rośnie, natężenie prądu również rośnie.

Analiza pomiarów:

$$U_1 = (0,07 \pm 0,01) \text{ V}$$

$$I_1 = (0,12 \pm 0,01) \text{ A}$$

$$R_I = \frac{U_{1\max}}{I_{1\min}} = \frac{0,08\text{V}}{0,11\text{A}} = 0,73 \Omega \quad (83)$$

$$R_{II} = \frac{U_{1\min}}{I_{1\max}} = \frac{0,06\text{V}}{0,13\text{A}} = 0,46 \Omega \quad (84)$$

$$R = \frac{U_1}{I_1} = \frac{0,07\text{V}}{0,12\text{A}} = 0,58 \Omega \quad (85)$$

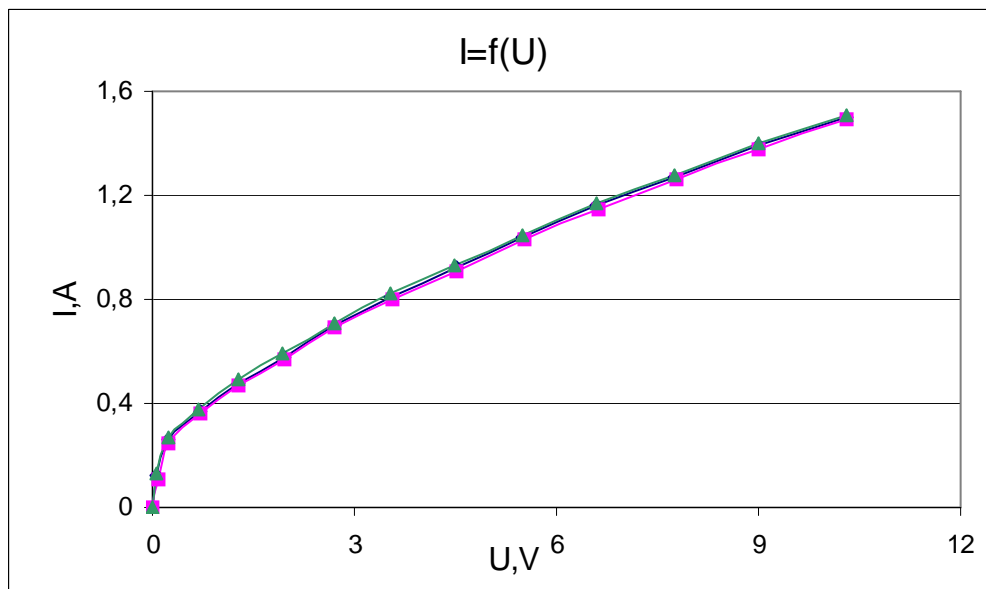


- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

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



$$\Delta R = \frac{0,73\Omega - 0,46\Omega}{2} = 0,13\Omega \quad (86)$$



Wykres 9.2 Wykres zależności napięcia od natężenia prądu dla obwodu z żarówką.

Uwagi techniczne: Źródłem prądu mogą być również baterie płaskie.

Czas: 15 minut.

Część 3 ćwiczenia

Zbadać natężenia prądów w prostym obwodzie rozgałęzionym.
(Sprawdzenie I prawa Kirchhoffa.)

Przyrządy:

źródło prądu (T + P), trzy żarówki (20 W, 10 W, 5 W), amperomierz A zakres 10 A dla prądu stałego, amperomierze A₁ i A₂ zakres 10 A dla prądu stałego, kółka miedziane, przewody.

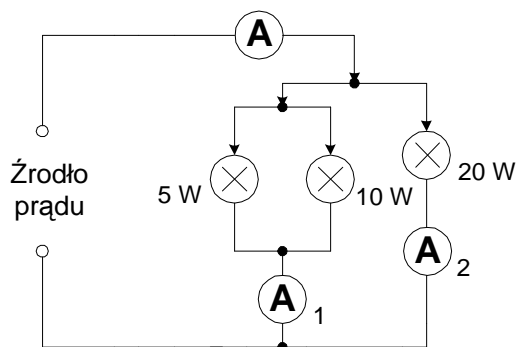
Przebieg doświadczenia:

- źródło prądu, amperomierze i żarówki łączymy według schematu i zdjęcia:

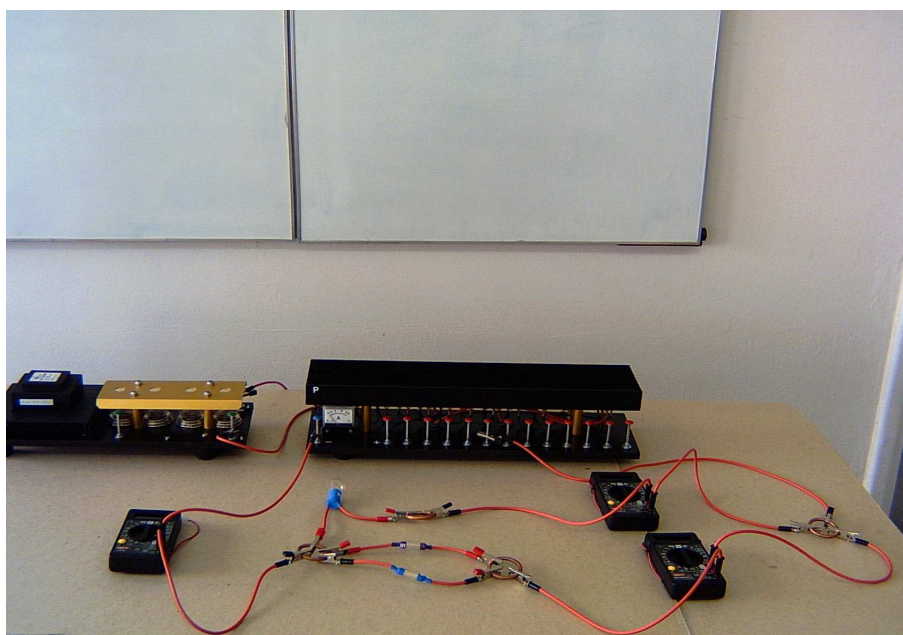




Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.9.5 Schemat obwodu do I prawa Kirchhoffa.



Rys.9.6 Zdjęcie obwodu do I prawa Kirchhoffa.

- dokonujemy odczytów z mierników przy różnych napięciach doprowadzonych z zasilacza do obwodu.

Obserwacje:

Tabela 9.3 Tabela pomiarów.

I, A	0,12								
I ₁ , A	0,05								
I ₂ , A	0,07								



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



Wraz ze wzrostem napięcia wzrasta prąd. Zauważamy, że suma natężeń prądów z miernika 1 i 2 jest równa natężeniu prądu na mierniku A. Błąd pomiaru natężenia prądu wynosi 0,01 A, błąd pomiaru $I_1 + I_2$ wynosi 0,02 A.

Uwagi techniczne: Źródłem prądu mogą być baterie płaskie. Zamiast żarówek możemy stosować oporniki.

Czas: 25 minut.

Część 4 ćwiczenia

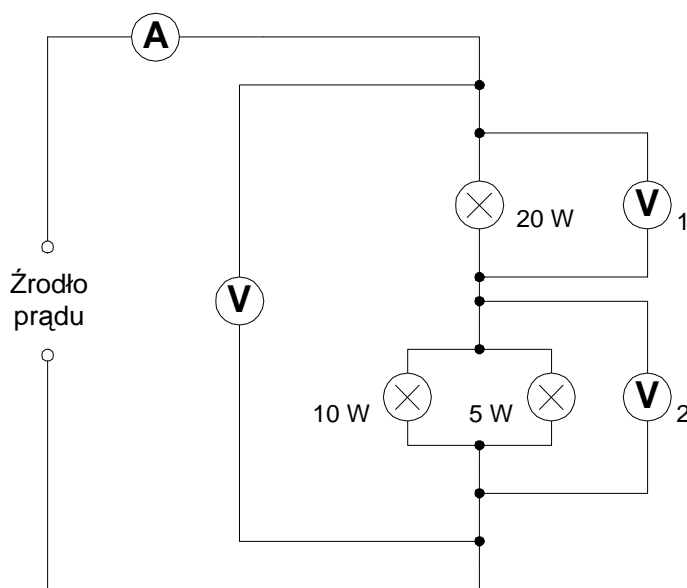
Zbadać napięcia w oczku obwodu (sprawdzenie II prawa Kirchhoffa).

Przyrządy:

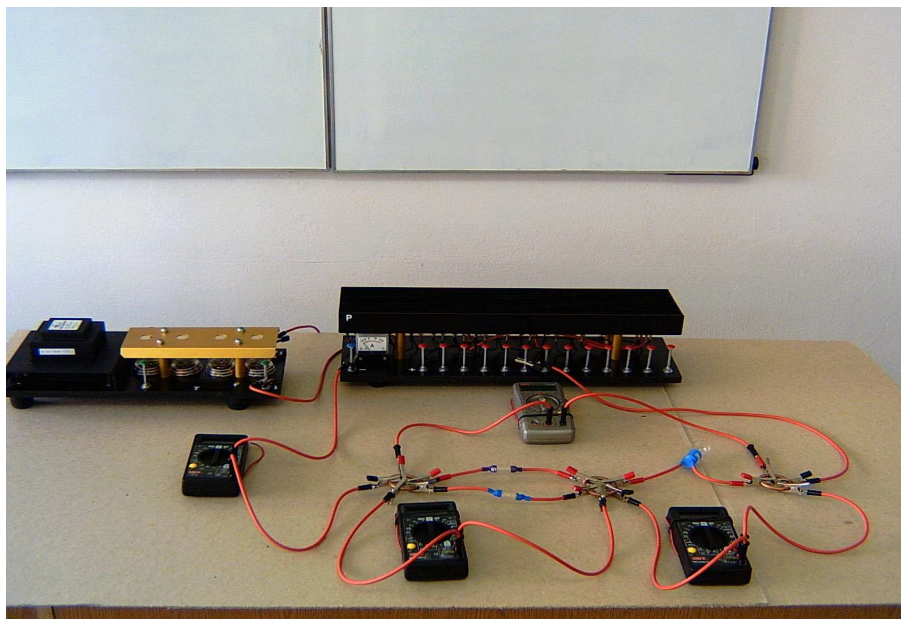
źródło prądu: (T + P), żarówki (5 W, 10 W, 20 W), amperomierz zakres 10 A dla prądu stałego, woltomierz V zakres 20 V dla prądu stałego, dwa woltomierze V_1 i V_2 zakres 20 V dla prądu stałego, kółka miedziane, przewody.

Przebieg doświadczenia:

- łączymy obwód według schematu (punkty rozgałęzień to miedziane kółka):



Rys.9.7 Schemat obwodu do II prawa Kirchhoffa.



Rys.9.8 Zdjęcie obwodu do II prawa Kirchhoffa.

- zmieniamy napięcie w obwodzie przy pomocy zasilacza, a wartości z poszczególnych mierników umieszczamy w tabeli.

Obserwacje:

Tabela 9.4 Tabela pomiarów.

I, A	0,09													
U, V	0,17													
U ₁ , V	0,05													
U ₂ , V	0,12													

Zmieniając napięcie przy pomocy zasilacza obserwujemy zmianę natężenia prądu w obwodzie. Zauważamy, że suma napięć odczytanych z mierników V_1 i V_2 ($U_1 + U_2$) jest równa wartości napięcia z miernika V . Błąd odczytu z woltomierz wynosi 0,01V, z amperomierza 0,01A.

Uwagi techniczne: Zamiast zestawu (T + P) możemy użyć, jako źródła transformatora (T), pamiętając o odpowiednich ustawieniach na miernikach. W obwodzie możemy używać także oporników i żarówek łącząc je w dowolny sposób.

Czas: 25 minut.





Część 5 ćwiczenia

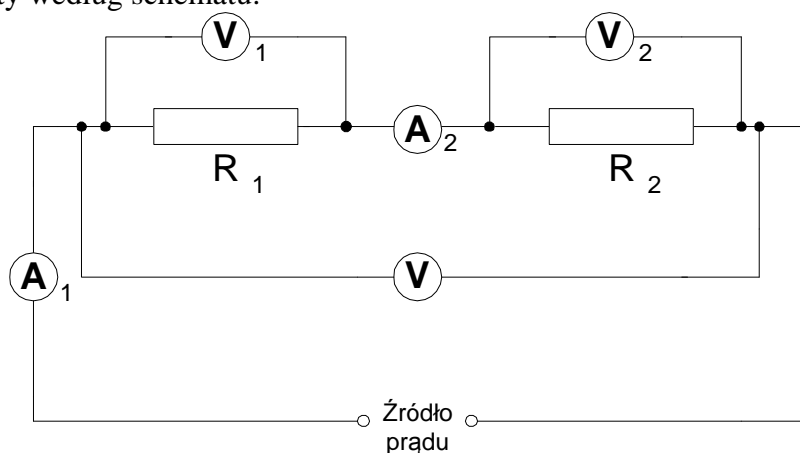
Wyznaczyć na podstawie doświadczenia opór zastępczy oporników połączonych szeregowo.

Przyrządy:

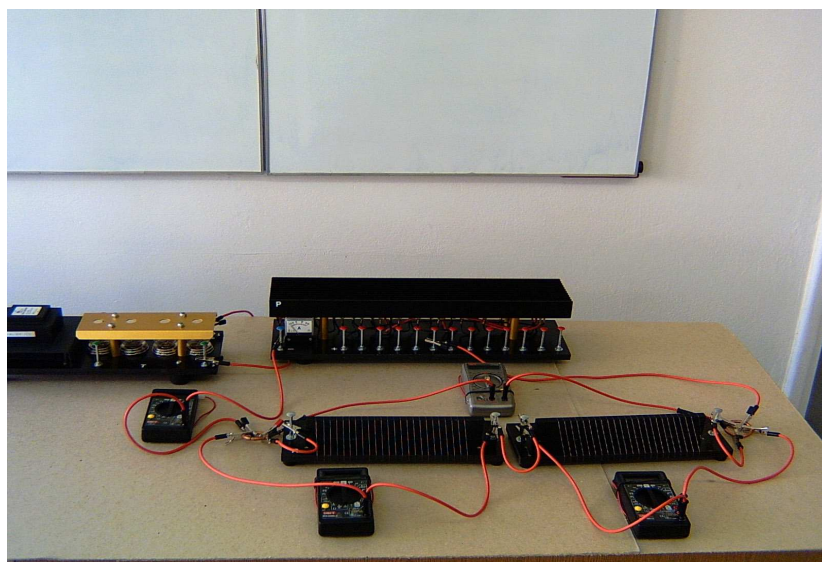
źródło prądu (T + P), dwa oporniki drutowe (R_1 i R_2), amperomierz A_1 zakres 10 A dla prądu stałego, amperomierz A_2 zakres 10 A dla prądu stałego, dwa woltomierze V_1 i V_2 zakres 20 V dla prądu stałego woltomierz zakres 20 V dla prądu stałego miedziane kółka, przewody.

Przebieg doświadczenia:

- łączymy elementy według schematu:



Rys.9.9 Schemat obwodu do wyznaczania oporu zastępczego na podstawie doświadczenia przy szeregowym połączeniu oporów.





Rys.9.10 Zdjęcie obwodu do wyznaczania oporu zastępczego na podstawie doświadczenia przy szeregowym połączeniu oporów.

Oporniki R_1 i R_2 łączymy szeregowo. Zmieniamy napięcie w obwodzie i notujemy w tabeli odczyty z mierników.

Obserwacje:

Tabela 9.5 Tabela pomiarów.

I_1, A	0,01					
I_2, A	0,01					
U, V	1,18					
U_1, V	0,59					
U_2, V	0,59					

Z analizy tabeli pomiarów wynika, że suma napięć na miernikach V_1 i V_2 jest równa napięciu na mierniku V , czyli $U = U_1 + U_2$. (87)

Natomiast natężenie prądu jest takie samo w każdym punkcie obwodu
 $I = I_1 = I_2$. (88)

Uwagi techniczne: Oporniki drutowe nie musi się włączać na maksymalny opór, można przy pomocy krokodylka wybrać dowolną wartość oporu.

Czas: 25 minut.

Część 6 ćwiczenia

Wyznaczyć opór zastępczy oporników połączonych równolegle na podstawie doświadczenia.

Przyrządy:

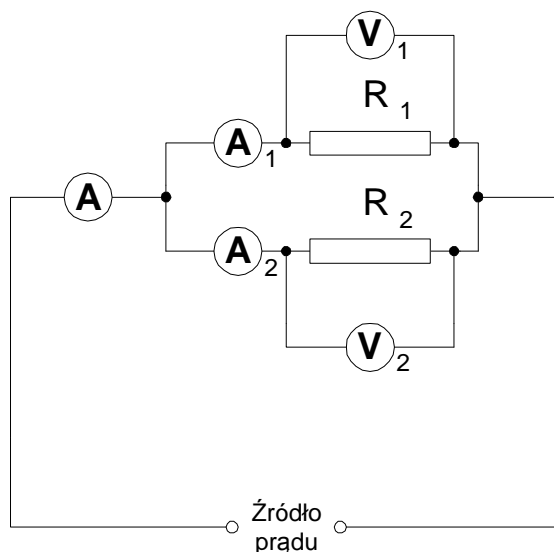
źródło prądu (T + P), dwa oporniki drutowe (R_1 i R_2), amperomierz zakres 10 A dla prądu stałego, dwa zakres 10 A dla prądu stałego woltomierze zakres 20 V dla prądu stałego, kółka miedziane, przewody.

Przebieg doświadczenia:

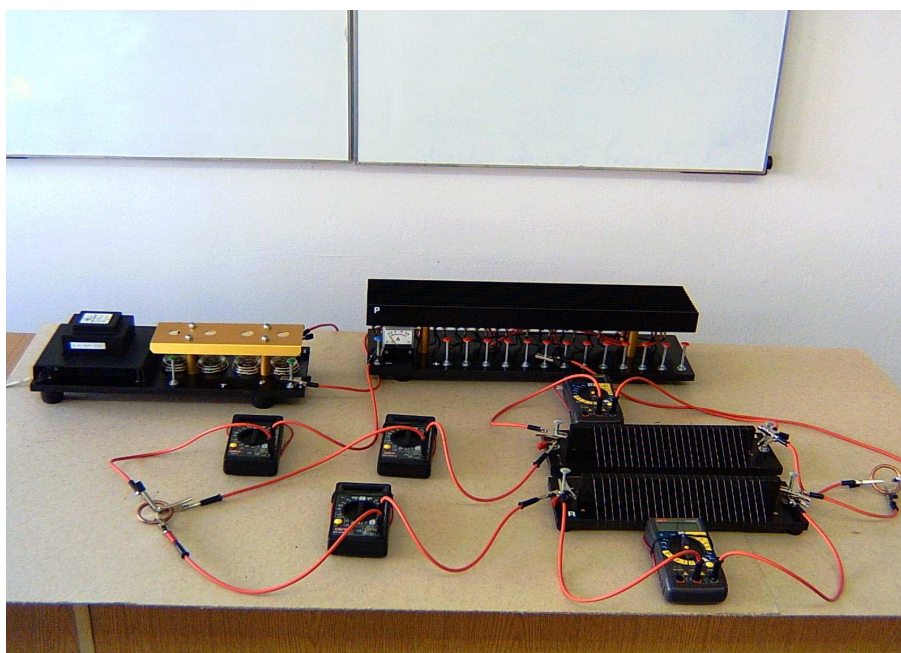
- źródło prądu, mierniki i oporniki łączymy przy pomocy kółek miedzianych według schematu:



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.9.11 Schemat obwodu do wyznaczania oporu zastępczego oporników połączonych równolegle.



Rys.9.12 Zdjęcie obwodu do wyznaczania oporu zastępczego oporników połączonych równolegle.

- zmieniając napięcie na zasilaczu (P) możemy dokonać pomiarów kilku różnych wartości napięcia i natężeń prądu,
- odczytane z mierników pomiary umieszczamy w tabeli.



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



Obserwacje:

Tabela 9.6 Tabela pomiarów.

I, A	0,06										
I ₁ , A	0,03										
I ₂ , A	0,03										
U ₁ , V	1,55										
U ₂ , V	1,55										

Na podstawie tabeli pomiarów możemy powiedzieć, że przy połączeniu równoległym suma natężeń prądów w rozgałęzieniach obwodu jest równa całkowitemu natężeniu prądu w obwodzie: $I = I_1 + I_2$. (89)

Natomiast przy takim połączeniu spadek napięcia na każdym z oporników jest taki sam $U = U_1 = U_2$. (90)

Czas: 20 minut.

Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W 1-szej części ćwiczenia uczniowie sprawdzają prawo Ohma, czyli że natężenie prądu płynącego przez opornik jest wprost proporcjonalne od napięcia panującego na jego zaciskach. Iloraz napięcia i natężenia jest stały:

$$R = \text{const} \Rightarrow I = \frac{1}{R} \cdot U \rightarrow \frac{U}{I} = R \rightarrow I \sim U. \quad (91)$$

W 2-giej części uczniowie sprawdzają warunki, przy których zależność $I = f(U)$ nie jest liniowa.

Przy coraz większym natężeniu prądu włókno żarówki rozgrzewa się. Metale charakteryzują się bardzo dużą koncentracją swobodnych elektronów n , która nie zależy od temperatury. Przewodność właściwa metali jest określona wzorem $\sigma = enu$ gdzie u jest ruchliwością swobodnych nośników ładunku, którą definiuje się jako stosunek prędkości dryfu do wartości przyłożonego natężenia pola elektrycznego.

W metalach rozróżniamy dwa podstawowe mechanizmy rozpraszania elektronów: rozpraszanie elektronów na fononach, które występuje w dostatecznie wysokich temperaturach (powyżej 100 K) oraz rozpraszanie elektronów na domieszkach, które dominuje w temperaturach bardzo niskich (rzędu kilku K). Ze wzrostem temperatury maleje, zatem ruchliwość i przewodność właściwa metali. Temperatura żarówki wzrasta w sposób istotny, co powoduje wzrost jej oporu. Prawo Ohma jest natomiast spełnione tylko wtedy, gdy temperatura nie zmienia się podczas pomiaru.





Człowiek – najlepsza inwestycja

W konsekwencji zależność $I = f(U)$ dla tego przypadku jest nieliniowa.

W 3-ciej części uczniowie sprawdzają słuszność I prawa Kirchhoffa, które mówi, że: Suma natężeń prądów wpływających do węzła jest równa sumie natężeń prądów wypływających z niego. Prawo to wynika z zasady zachowania ładunku.

W 4-tej części uczniowie sprawdzają słuszność II prawa Kirchhoffa, które mówi, że: Suma algebraiczna czynnych sił elektromotorycznych w oczku obwodu elektrycznego jest równa sumie spadków napięć na poszczególnych odcinkach tego oczka.

W 5-tej części uczniowie wyznaczają na podstawie doświadczenia opór zastępczy oporników połączonych szeregowo.

Przy szeregowym połączeniu oporników napięcie na woltomierzu V jest równe sumie napięć na poszczególnych oporach: $U = U_1 + U_2$, a natężenie prądu płynącego przez każdy opornik jest takie samo, czyli

$$U = I \cdot R_1 + I \cdot R_2. \quad (92)$$

Widzimy, więc, że

$$\frac{U}{I} = R_1 + R_2. \quad (93)$$

Ponieważ $\frac{U}{I} = R$, mamy ostatecznie, że

$$R = R_1 + R_2. \quad (94)$$

Opór zastępczy układu oporników połączonych szeregowo jest równy sumie wartości oporów poszczególnych oporników wchodzących w skład obwodu.

W 6-tej części uczniowie wyznaczają opór zastępczy oporników połączonych równolegle na podstawie doświadczenia.

Dla równoległego połączenia oporników uwzględniając powyższe obserwacje wyznaczmy opór zastępczy tych oporników korzystając z prawa Ohma i I prawa Kirchhoffa.

Wiemy, że

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad (95)$$

$$\text{oraz } I_1 = I_2 + I_3. \quad (96)$$

Możemy, więc zapisać:

$$I = U \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \quad (97)$$

$$\frac{I}{U} = \frac{1}{R}, \quad (98)$$

$$\text{gdzie } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}. \quad (99)$$

Podsumowując stwierdzamy, że przy połączeniu równoległym oporów suma odwrotności oporów cząstkowych jest równa odwrotności oporu zastępczego.





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!
- Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).
- O powstałych w czasie ćwiczeń wątpliwościach z zakresu BHP należy informować prowadzącego zajęcia.

U.7.10

Tytuł ćwiczenia:

„Wystarczy potrzeć”, czyli jak skutecznie naelektryzować ciało?

Cel ćwiczenia, krótki jego opis:

Badanie przez uczniów zachowania się ciał naelektryzowanych. Poznanie sposobów elektryzowania oraz trwałego elektryzowania przez indukcję. Modelowanie pola elektrostatycznego jednorodnego i centralnego. Badanie, od czego i w jaki sposób zależy pojemność kondensatora.

Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy/średni

Wymagane pojęcia: ładunek elektryczny. Jednostka ładunku. Elektryzowanie ciał. Dwa znaki elektryczności. Indukcja elektrostatyczna. Sposoby trwałego elektryzowania ciał. Siła elektrostatyczna. Prawo Coulomba. Mikroskopowy obraz elektryzowania ciał. Rozmieszczenie ładunków na przewodnikach. Zasada zachowania ładunku elektrycznego. Pole elektrostatyczne. Linie pola. Własności pola jednorodnego. Siła działająca na cząstkę naładowaną w polu elektrostatycznym. Energia ładunku w polu elektrostatycznym. Kondensator. Pojemność elektryczna. Łączenie kondensatorów.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:



Statywy izolacyjne



Laski ebonitowe i szklane



Wahadełka elektryczne



2 elektroskopy



Maszyna elektrostatyczna



Generator van de Graffa

Kondensator płaski



Zestaw do demonstracji sił pola elektrostatycznego



Elektrofor

Tkanina wełniana, rura z PCV, gazeta do elektryzowania, przewody elektryczne, nieprzewodząca nić.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Część 1 ćwiczenia

Badanie ciał naelektryzowanych.

Przyrządy:

2 Statywy, 2 laski szklane, 2 laski ebonitowe (lub rurki z PCV), sukno, sucha gazeta

Przebieg doświadczenia:

- na osobnych statywach wieszamy po jednej lasce ebonitowej (lub rurce z PCV),
- obie laski pocieramy suknem,
- zbliżamy je do siebie,
- obserwujemy, co się stanie,
- następnie na osobnych statywach wieszamy laskę szklaną i ebonitową (lub rurkę z PCV),
- pocieramy jedną z nich, a następnie drugą,
- zbliżamy je do siebie,
- obserwujemy, co się stanie.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.10.1 Oddziaływanie na siebie dwóch lasek naelektryzowanych jednoimiennie i różnoimiennie.

Obserwacje:

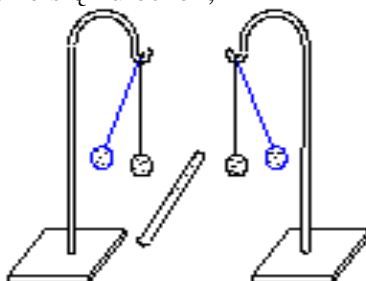
2 potarte laski ebonitowe odepchnęły się, natomiast pomiędzy laską ebonitową a szklaną nastąpiło przyciąganie.

b) Przyrządy:

Laska ebonitowa i szklana, 2 wahadła elektryczne

Przebieg doświadczenia:

- kuleczki wahadła elektryzujemy przez zetknięcie z potartą laską Np. ebonitową,
- odsuwamy laskę i zbliżamy wahadła do siebie,
- obserwujemy zachowanie się kuleczek,



Rys.10.2 Oddziaływanie pomiędzy laską a wahadkiem elektrycznym.

- Następnie: jedno wahadko elektryzujemy przez zetknięcie z ebonitem potartym tkaniną, a drugie szkłem potartym papierem,
- zbliżamy wahadła do siebie.

Obserwacje:

Kuleczki przyciągają się do siebie.

Czas: 20 minut.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Część 2 ćwiczenia

Sposoby elektryzowania ciał.

a) przez tarcie

Przyrządy:

Laska ebonitowa (lub rurka z PCV), tkanina wełniana, laska szklana, gazeta do elektryzowania, skrawki papieru

Przebieg doświadczenia:

- elektryzujemy laskę ebonitową poprzez pocieranie tkaniną wełnianą, a szklaną poprzez pocieranie gazetą,
- zbliżamy laskę do skrawków papieru.

Obserwacje:

Papier zostaje przyciągnięty przez laskę.

b) przez dotyk

Przyrządy:

Maszyna elektrostatyczna lub elektrofor – przyrządy do wytwarzania dużych ładunków, kulka o średnicy ok. 1cm, utworzona ze zgniecionej folii aluminiowej, przymocowana do nieprzewodzącej nici o długości ok. 0,5m, statyw z uchwytem wykonanym z izolatora. W doświadczeniu można również wykorzystać piłeczkę pingpongową pokrytą farbą metaliczną.

Przebieg doświadczenia:

- kulkę zawieszamy na statywie tak, by niczego nie dotykała,
- dotykamy jej naelektryzowanym biegunem maszyny elektrostatycznej lub płyty metalowej elektroforu.

Obserwacje:

Po zetknięciu z naelektryzowanym ciałem kulka odchyła się.

Przyrządy:

Maszyna elektrostatyczna, dwie płyty metalowe osadzone na izolujących uchwytych, piłeczka pingpongowa pokryta farbą metaliczną, 2 przewodniki.

Przebieg doświadczenia:

- płyty metalowe umieszczamy na statywach, tak jak pokazuje rysunek,
- łączymy do nich bieguny maszyny elektrostatycznej za pomocą przewodów,
- umieszczamy piłeczkę w połowie odległości między płytami,
- elektryzujemy płyty poprzez pokręcenie korbką maszyny elektrostatycznej,
- płyty naelektryzują się różnoimiennie.

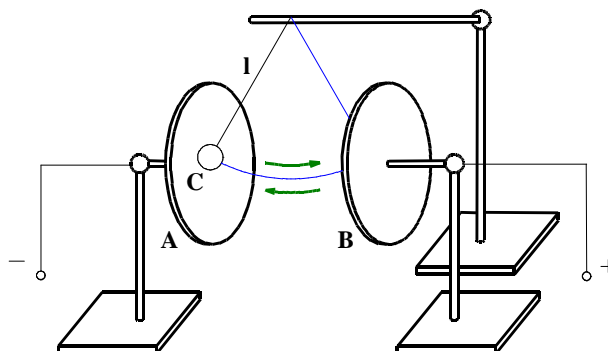
Obserwacje:

Pometalizowana kulka zawieszona na izolacyjnej nici, porusza się tam i z powrotem pomiędzy naładowanymi płytami metalowymi A i B.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



Rys.10.3 Ruch kulki pomiędzy metalowymi płytami połączonymi z maszyną elektrostatyczną.

c) przez wpływ

Przyrządy:

Elektroskop, laska ebonitowa, tkanina wełniana

Przebieg doświadczenia:

- elektryzujemy laskę pocierając ją tkaniną,
- zbliżamy do elektroskopu (nie dotykając) i odsuwamy.

Obserwacje:

Wskaźówka elektroskopu wychyla się, gdy zbliżymy naelektryzowany przedmiot i opada, gdy go oddalamy.



Rys.10.4 Elektryzowanie elektroskopu przez wpływ.
Czas: 30 minut.



Część 3 ćwiczenia

Trwałe elektryzowanie ciał przez indukcję

Przyrządy:

Elektroskop, laska ebonitowa, tkanina wełniana

Przebieg doświadczenia:

- zbliżamy laskę do elektroskopu, tak by jego listki się odchyliły (Rys.10.5.I).
- dotykamy palcem kulki elektroskopu,
- cofamy dłoń,
- a następnie cofamy laskę.

Obserwacje:

Rys.10.5 Trwałe elektryzowanie elektroskopu przez indukcję

Nasz palec będzie działał jak uziemienie. Elektrony odepchnięte na listki będą "szukały" dalszej drogi by jak najdalej uciec od ujemnej laski i przez nasz palec opuszczają elektroskop (Rys.10.5.II). Listki z powrotem opadną. Zabierzmy teraz palec z elektroskopu - sytuacja nie zmienia się (Rys.10.5.III). Ale zabierzmy teraz naelektryzowaną laskę, którą cały czas trzymaliśmy blisko elektroskopu, wówczas listki ponownie się odchyłą (Rys.10.5.IV).

Czas: 20 minut.

Część 4 ćwiczenia

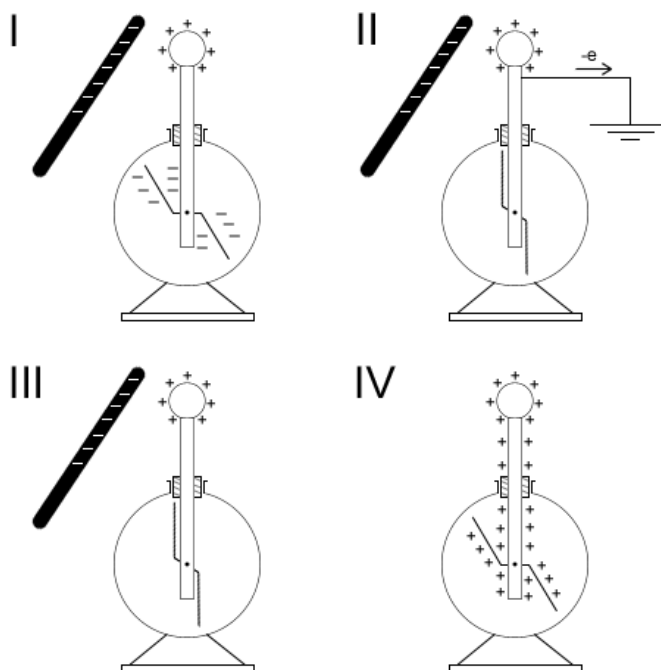
Badanie słuszności zasady zachowania ładunku elektrycznego.

Przyrządy:

2 identyczne elektroskopy, rozbrajacz (metalowe widełki umieszczone w izolowanym uchwycie), laska ebonitowa, tkanina wełniana lub sucha gazeta do elektryzowania

Przebieg doświadczenia:

- elektryzujemy jeden elektroskop,
- łączymy rozbrajaczem z drugim elektroskopem.





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



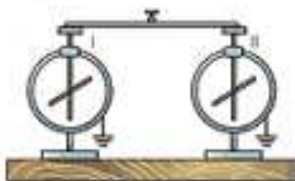
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Obserwacje:

Po połączeniu rozbrajaczem listki drugiego elektroskopu wychyliły się.



Rys.10.6 Zasada zachowania ładunku elektrycznego

Czas: 10 minut.

Część 5 ćwiczenia

Demonstracja działania siły w polu elektrostatycznym.

Przyrządy:

Generator van de Graffa, maszyna elektrostatyczna, dwie płyty metalowe osadzone na izolujących uchwytych, 2 przewodniki, paski bibułki.

Przebieg doświadczenia:

- do czaszy generatora van de Graffa przylepiamy paski bibułki,
 - uruchamiamy generator.
- Obserwujemy ułożenie pasków bibułki.

Obserwacje:

Paski bibułki podnoszą się.

Przebieg doświadczenia:

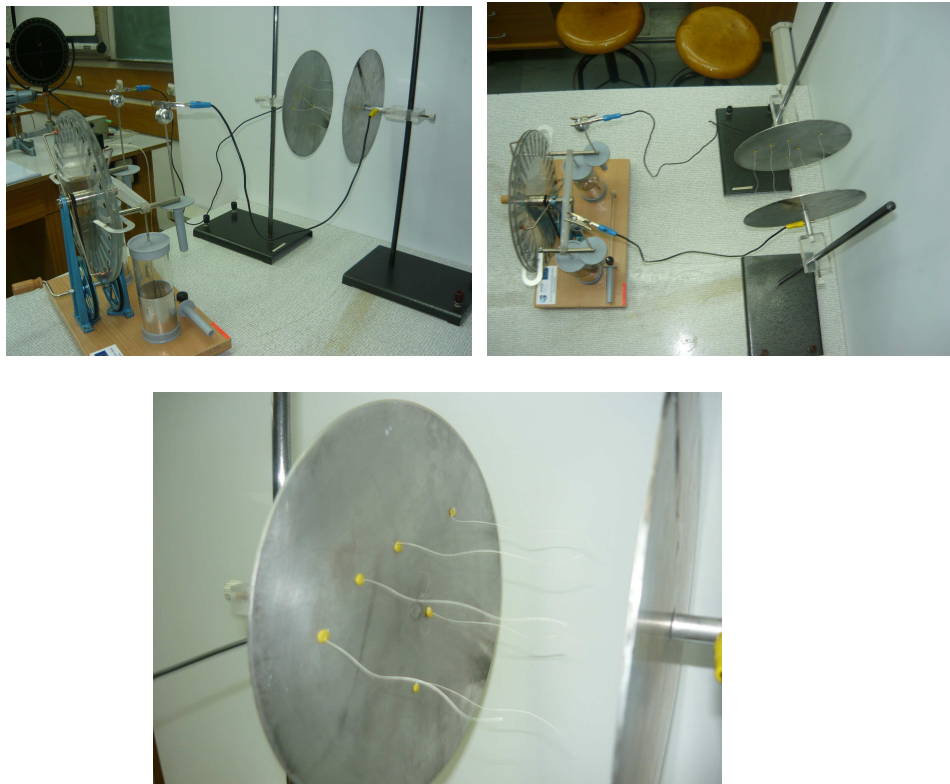
- do jednej z płyt metalowych przylepiamy nitki,
- do płyt podłączamy bieguny maszyny elektrostatycznej za pomocą przewodów,
- ustawiamy płyty równoległe względem siebie,
- elektryzujemy płyty poprzez pokręcenie korbką maszyny elektrostatycznej,
- obserwujemy ułożenie nitek.

Obserwacje:



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



Rys.10.7 Naelektryzowane płyty metalowe z przyczepionymi nitkami - demonstracja pola elektrycznego jednorodnego.

Nitki podnoszą się i układają w pewien charakterystyczny sposób.

Czas: 25 minut.

Część 6 ćwiczenia

Badanie, od czego zależy pojemność kondensatora.

Przyrządy:

Elektroskop, dwie płyty równoległe A i B

a) od odległości płyt

Przebieg doświadczenia:

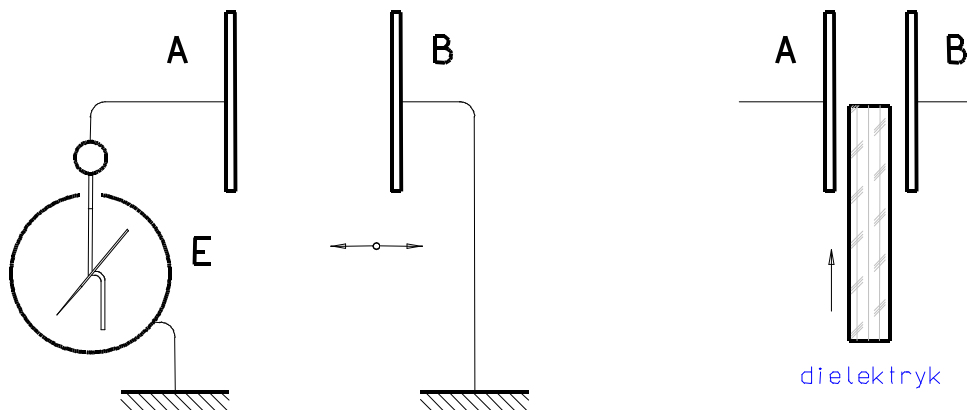
- płytę A łączymy z elektroskopem E, płyta B jest uziemiona,
- ładujemy płytę A (np. elektroforem) tak, aby elektroskop znacznie się wychylił,
- następnie zmniejszamy odległość płyt.

a)

b)



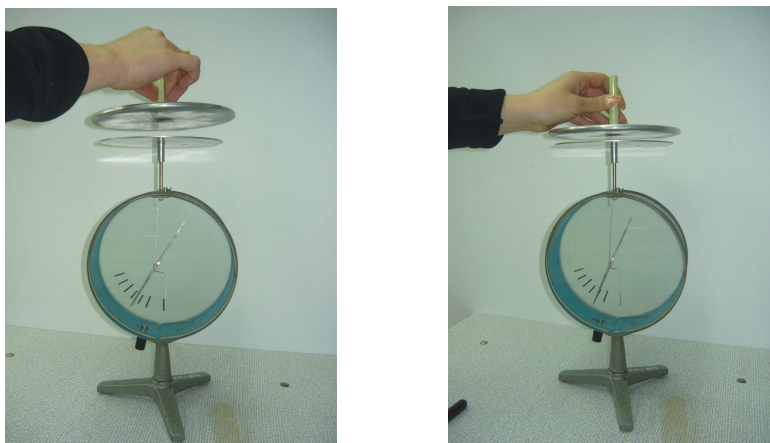
- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów



Rys.10.8 Zależność pojemności kondensatora od odległości pomiędzy płytkami (a) oraz od stałej dielektrycznej substancji pomiędzy płytkami (b).

Obserwacje:

Gdy zmniejszamy odległość płyt; wychylenie elektroskopu maleje.



Rys.10.9 Zależność pojemności kondensatora od odległości pomiędzy płytkami

b) od stałej dielektrycznej substancji pomiędzy płytkami

Przebieg doświadczenia:

- zmniejszamy odległość płyt do wartości o ok. 2mm. większej od grubości wsuwanej płytki dielektryka,
- płytę A ładujemy tak, aby uzyskać znaczne wychylenie elektroskopu E,



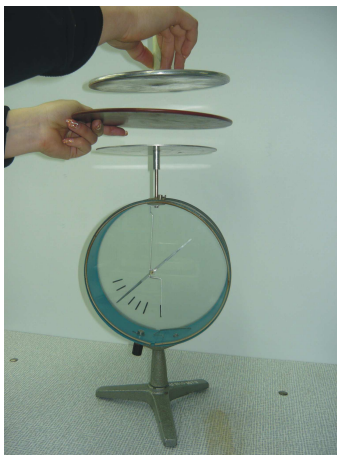
- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów



Człowiek – najlepsza inwestycja

- teraz wsuwamy pomiędzy płyty A i B płytkę dielektryka (np. szkło),
- obserwujemy zachowanie się wskazówki elektroskopu.

Obserwacje:



Rys.10.10 Zależność pojemności kondensatora od stałej dielektrycznej substancji pomiędzy płytkami.

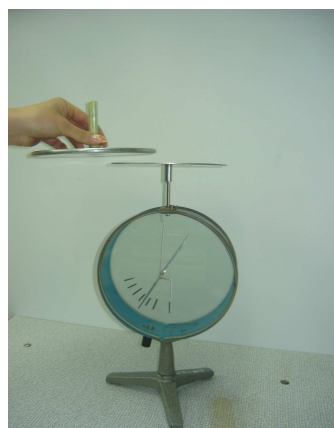
Po umieszczeniu dielektryka pomiędzy płytkami elektroskopu wskazówka elektroskopu silnie opada.

c) od powierzchni okładek kondensatora

Przebieg doświadczenia:

- po zbliżeniu górnej płytki na pewną odległość d od dolnej płytki zatrzymaj ją, a następnie przesuwaj poziomo,
- co dzieje się z kątem wychylenia wskazówki elektroskopu?

Obserwacje:





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Rys.10.11 Zależność pojemności kondensatora od powierzchni okładek kondensatora.

Wchylenie elektroskopu maleje, gdy płytki znajdują się całą powierzchnią jedna nad drugą.

Czas: 30 minut.

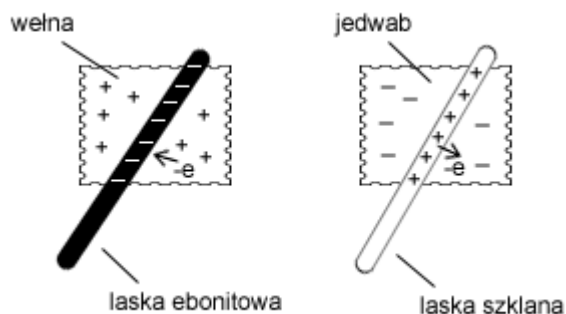
Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W 1-szej części ćwiczenia uczniowie badają jak zachowują się ciała naelektryzowane i wyciągają wniosek, że ładunki jednoimienne odpychają się, a ładunki różnoimienne przyciągają się.

W 2-giej części uczniowie poznają trzy sposoby elektryzowania ciał: tarcie, dotyk wpływ.

Poprzez potarcie laski ebonitowej o sukno elektrony z sukna przechodzą na laskę ebonitową i laska jest naelektryzowana ujemnie, a sukno dodatnio.

Poprzez potarcie laski szklanej o papier elektrony z laski przechodzą na papier i laska jest naelektryzowana dodatnio, a papier ujemnie.



Rys.10.12 Laska ebonitowa naelektryzowana ujemnie i szklana naelektryzowana dodatnio.

Po zetknięciu ciała naelektryzowanego ujemnie z ciałem elektrycznie obojętnym swobodne elektrony metalu przemieszczają się od ciała posiadającego ładunek i kulka ładuje się ładunkiem ujemnym.

Po dotknięciu jednej z płyt kulka ładuje się jej ładunkiem np. ujemnym i odpychana porusza się do drugiej płyty; tam ładuje się ładunkiem dodatnim i odpychana porusza się z powrotem.



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



Człowiek – najlepsza inwestycja

Wiemy, że ładunki ujemne się odpychają. Ujemnie naelektryzowana laska ebonitowa odpycha elektrony z elektroskopu i uciekają one do jego wnętrza na jego listki. We wnętrzu elektroskopu występuje nadmiar elektronów a na zewnątrz ich niedobór (tam, do którego miejsca zbliżyliśmy laskę). Jeżeli laskę oddalimy od elektroskopu, nadmiar elektronów z wnętrza elektroskopu zostanie zniwelowany, bo elektrony wrócą z powrotem na swoje poprzednie miejsce.

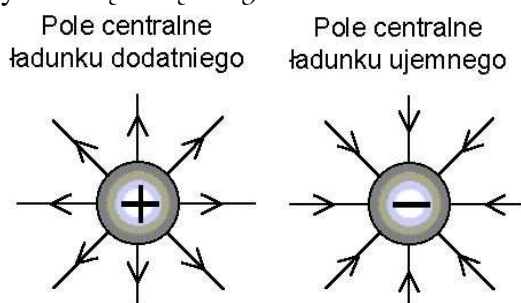
Gdy do metalu (pręcik elektroskopu) zbliżymy ciało naelektryzowane ujemnie, swobodne elektrony metalu grupują się w obszarze oddalonym od ciała posiadającego ładunek. Po oddaleniu laski (ładunku wzbudzającego) rozmieszczenie ładunków wraca do sytuacji początkowej. Jest to elektryzowanie przez wpływ.

W 3-ciej części uczniowie trwale elektryzują ciało (elektroskop) przez indukcję za pomocą naelektryzowanej laski ebonitowej. Elektroskop naelektryzuje się trwale, ponieważ, elektrony uciekły przez palec, bo były odpychane, przez laskę. Ale jak zabraliśmy palec i laskę od elektroskopu, to okazało się, że w elektroskopie jest niedobór elektronów, bo miały odciętą drogę powrotu (najpierw zabraliśmy palec, a dopiero później laskę).

W 4-tej części uczniowie sprawdzają słuszność zasady zachowania ładunku, która mówi, że w układzie ciał izolowanych elektrycznie od otoczenia ładunek elektryczny może być przenoszony między ciałami układu, ale jego łączna wartość pozostaje stała.

W 5-tej części uczniowie poznają dwa rodzaje pól elektrostatycznych: centralnego i jednorodnego.

W pierwszym przypadku za pomocą za pomocą generatora Ivan de Graffa i przyczepionych do niego pasków z bibułki. Paski bibułki układają się wzdłuż linii pola elektrostatycznego centralnego (jest ono wytworzone przez spoczywający ładunek punktowy lub jednorodnie naelektryzowaną sferę/kulę).

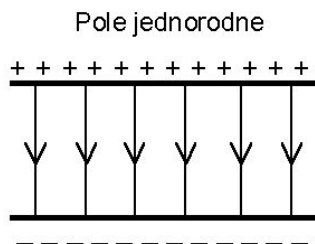


Rys.10.13 Pola elektryczne centralne.

W drugim przypadku za pomocą metalowych płytek połączonych do maszyny elektrostatycznej. Nitki układają się wzdłuż linii pola elektrostatycznego jednorodnego. Jednorodne pole elektryczne występuje między równoległymi płytami metalowymi naelektryzowanymi różnoimiennie (Np. w kondensatorze płaskim).



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.10.14 Pole elektryczne jednorodne.

W 6-tej części ćwiczenia uczniowie sprawdzają, od czego i w jaki sposób zależy pojemność kondensatora. Najpierw zmieniają odległość d pomiędzy okładkami. Ponieważ ładunek płyty A pozostaje taki sam, przy zbliżaniu okładek wychylenie elektroskopu maleje, zatem wzrasta pojemność układu. Oddalenie płyty B powoduje ponowny wzrost wychylenia elektroskopu (pojemność maleje).

Następnie umieszczenie pomiędzy okładkami płyty z dielektryka świadczy o wzroście pojemności. Przyczyną tego jest naelektryzowanie obu powierzchni dielektryka wskutek polaryzacji cząsteczek. Po wysunięciu płytki dielektryka wskazanie elektroskopu powraca do poprzedniej wartości.

Następnie przesuwając poziomo okładki względem siebie można zaobserwować, że pojemność kondensatora wzrasta (wskazówka elektroskopu opada), gdy powierzchnia okładek jest większa.

Zapisując ostateczny wzór na pojemność kondensatora płaskiego mamy:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d} \quad (100)$$

gdzie:

- ϵ_0 -przenikalność elektryczna próżni,
- ϵ_r - względna przenikalność elektryczna dielektryka,
- S - powierzchnia okładek kondensatora,
- d - odległość między okładkami.

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

- Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.
- Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!
- Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).
- O powstałych w czasie ćwiczeń wątpliwościach z zakresu BHP należy informować prowadzącego zajęcia.





KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

U.7.11

Tytuł ćwiczenia:

Wszystko zaczęło się od jasności...

Cel ćwiczenia, krótki jego opis:

Badanie przez uczniów zjawiska powstawania i mieszania barw. Dokonanie analizy i syntezy światła białego. Badanie zachowania się wiązki światła przy przejściu przez soczewki, pryzmat i płytkę równoległościenną. Modelowanie działania światłowodów. Modelowe przedstawienie dyfrakcji i interferencji światła. Obliczanie długości fali światła laserowego na podstawie zjawiska dyfrakcji. Obserwowanie widm atomowych za pomocą spektroskopu.

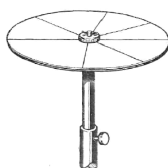
Stopień zaawansowania, wymagana wiedza ucznia:

Podstawowy/średni.

Wymagane pojęcia: złożony charakter światła białego. Falowa teoria światła. Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna. Długość fali świetlnej. Dyspersja światła. Elektromagnetyczna teoria światła. Prędkość światła. Powstawanie barw. Barwy podstawowe i dopełniające. Trójkąt barw. Mieszanie barw. Powstawanie barw przez odbicie, rozpraszanie i pochłanianie. Powstawanie barw interferencyjnych. Widzenie barwne. Wady widzenia (daltonizm). Analiza widmowa. Spektroskop. Prawo odbicia i załamania światła. Powstawanie obrazów w zwierciadłach i soczewkach.

Lista niezbędnych przedmiotów i materiałów:

Krążek Newtona



Wirownica elektryczna



Induktor Ruhmkorffa

Spektroskop



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



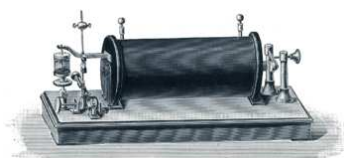
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



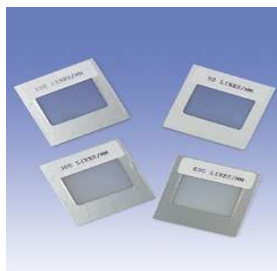
Człowiek – najlepsza inwestycja



Siatki dyfrakcyjne



Zestaw magnetyczny do optyki



I dodatkowo: ekran, pryzmat, rurki Plücker'a oraz rurki Geisler'a, laser, oświetlacz, statyw, przewody, pryzmat, szpilki, papier w kratkę, kątomierz, naczynie z wodą, internet
Procedura przeprowadzenia ćwiczenia, szacunkowy czas trwania:

Część 1 ćwiczenia

Badanie zjawiska powstawania i mieszania barw.

Przyrządy:

Ekran, siatka dyfrakcyjna, źródło światła białego

Przebieg doświadczenia:

- na ekran kierujemy wiązkę światła białego,
- między źródłem a ekranem umieszczamy siatkę dyfrakcyjną.

Obserwacje:

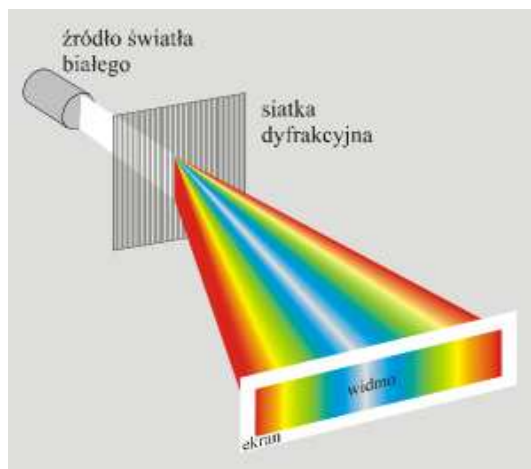


- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów

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



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.11.1 Przejście światła białego przez siatkę dyfrakcyjną.



Rys.11.2 Obraz widziany na ekranie po przejściu światła białego przez siatkę dyfrakcyjną.

Na ekranie obserwujemy kolorowe wstęgi widma.

Przyrządy:

Krażek Newtona, wirownica.

Przebieg doświadczenia:

- krażek Newtona wprawiamy w ruch za pomocą wirownicy.



Rys.11.3 Krażek Newtona umieszczony na wirownicy.

Obserwacje:

Po wprawieniu krażka w ruch obrotowy, wydaje się on prawie biały.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



Człowiek – najlepsza inwestycja

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Czas: 20 minut.

Część 2 ćwiczenia

Analiza i synteza światła białego.

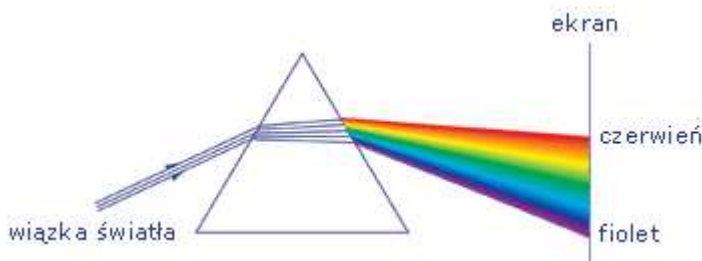
Przyrządy:

Ekran, pryzmat, źródło światła białego

Przebieg doświadczenia:

- wiązkę światła białego kierujemy na stolik z pryzmatem,
- dokonujemy powolnego obrotu stolikiem optycznym do momentu uzyskania wielobarwnej smugi na ekranie,
- wyszczególniamy barwy powstałe na ekranie.

Obserwacje:



Rys.11.4 Bieg światła białego przez pryzmat.

Obserwujemy, że dla pewnego kąta światło białe, „przechodzące” przez pryzmat, „przekształca się” w wielobarwną smugę.

Część 3 ćwiczenia

Pomiar długości fali świetlnej za pomocą siatki dyfrakcyjnej.

Przyrządy:

Laser, siatka dyfrakcyjna, ekran.

Przebieg doświadczenia:

- umieszczamy w uchwycie siatkę dyfrakcyjną,
- ustawiamy przyrządy w następującej kolejności: laser - źródło światła monochromatycznego, siatka dyfrakcyjna, ekran,
- włączamy laser,
- obserwujemy obraz powstały na ekranie,
- następnie mierzymy odległość x pomiędzy prążkami oraz l – odległość pomiędzy siatką dyfrakcyjną a ekranem.

Obserwacje:



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

Na ekranie uzyskujemy obraz w postaci prążków monochromatycznych symetrycznych względem punktu 0.

Czas: 30 minut.

Część 4 ćwiczenia

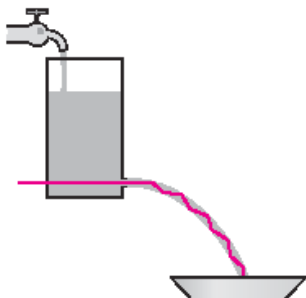
Modelowanie działania światłowodów.

Przyrządy:

Duże naczynie z wodą z małym otworem u dołu, laser.

Przebieg doświadczenia:

- do naczynia wlewamy wodę,
- strumień wody oświetlamy od tyłu laserem,
- obserwujemy strumień wypływający z naczynia.



Rys.11.5 Naczynie szklane z wodą do modelowania działania światłowodu.

Obserwacje:

Wiązka światła laserowego pozostaje uwięziona w tym strumieniu.

Czas: 10 minut.

Część 5 ćwiczenia

Obserwacja widm przy pomocy spektroskopu.

Przyrządy:

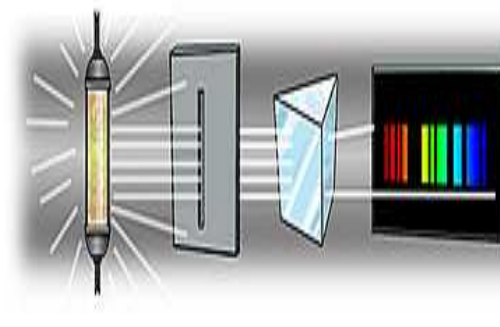
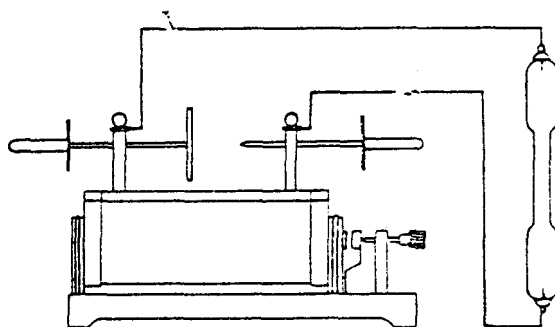
Rurki Plückerera i rurki Geislera, spektroskop, induktor Ruhmkorffa, statyw, przewody.

- do specjalnego uchwyty umocowanego w statywie podłączamy kolejno rurki Plückerera oraz rurki Geislera,
- przed szczeliną kolimatora spektroskopu ustawiamy świecące rurki napełnione gazami,
- po włączeniu napięcia z induktora obserwujemy świecenie różnych gazów.



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

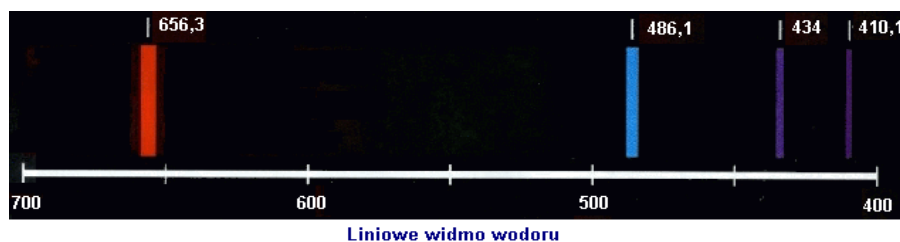
Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Rys.11.6 Schemat połączenia rurek Plückera z induktorem. Bieg promieni przez spektroskop.

Obserwacje:

Obserwujemy widma tych gazów. Obserwujemy strukturę liniową tych widm.



Rys.11.7 Widmo liniowe wodoru.

Czas: 25 minut.

Część 6 ćwiczenia

Wyznaczanie współczynnika załamania

- w celu wyznaczenia biegu promieni w pryzmacie (rys 1) metodą szpilek należy położyć pryzmat na kratkowanym arkuszu papieru umieszczonym na styropianie i obrysować jego kontur,
- kierunek promienia padającego wyznaczyć za pomocą 2 szpilek wbitych w punktach A i B wbijając jedną blisko ścianki pryzmatu, a drugą możliwie daleko tak, aby kierunek AB tworzył z pierwszą płaszczyzną łamiącą pryzmatu kąt $- 45^{\circ}$,
- patrząc na pryzmat z drugiej strony, wbić dwie nowe szpilki w punktach C i D tak, aby pokrywały się z obrazami widzianymi przez pryzmat szpilek wbitych w punktach A i B,



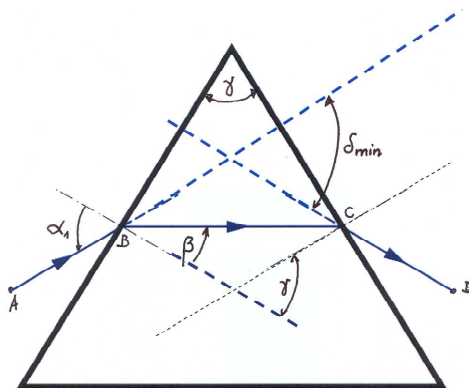


Człowiek – najlepsza inwestycja

- po usunięciu pryzmatu i szpilek narysować bieg promienia padającego przechodzącego przez punkty A i B, promień wychodzący z pryzmatu przez punkty C i D oraz bieg promienia wewnątrz pryzmatu,
- w celu wyznaczenia kąta minimalnego odchylenia δ_{\min} ustawić pryzmat ponownie na arkuszu papieru w kratkę obrysować jego kontury i wyznaczyć kierunek promienia przechodzącego przez pryzmat za pomocą 2 szpilek wbitych w punktach B i C. Promień ten musi być równoległy do podstawy pryzmatu,
- patrząc na pryzmat od strony punktu C, tak go ustawić, aby szpilka wbita w punkcie C pokryła się z obrazem szpilki wbitej w punkcie B. Wbić szpilkę w punkcie D, tak aby zasłoniła szpilkę wbita w punkcie C i obraz szpilki wbitej w punkcie B. Następnie patrząc od strony szpilki B, tak ustawić pryzmat, aby szpilka wbita w punkcie A zakryła szpilkę wbita w punkcie B i obrazy szpilek wbitych w punktach C i D,
- po usunięciu pryzmatu i szpilek narysować bieg promienia padającego przechodzącego przez punkty A i B, promień wychodzący z pryzmatu przez punkty C i D oraz bieg promienia wewnątrz pryzmatu,
- zmierzyć kątomierzem kąt łamiący γ oraz kąt δ_{\min} ,
- obliczyć współczynnik załamania szkła pryzmatu względem powietrza ze wzoru

(101)

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \frac{\delta_{\min} + \gamma}{2}}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$



Rys.11.8 Schemat biegu promienia świetlnego przez pryzmat.

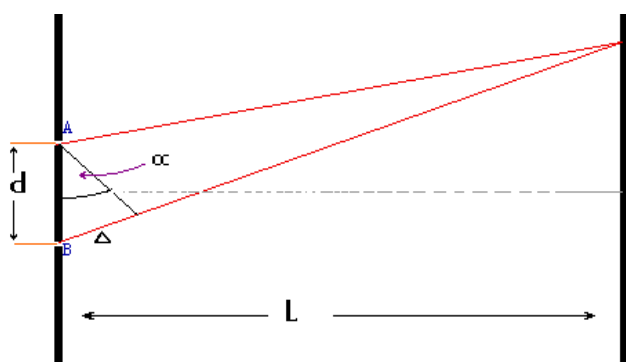


Dyskusja zasad fizycznych demonstrowanych w ćwiczeniu:

W 1-szej części ćwiczenia uczniowie doświadczalnie potwierdzają złożoną naturę światła. Za pomocą siatki dyfrakcyjnej na ekranie otrzymują wszystkie barwy składowe światła białego. Następnie za pomocą wirownicy dokonują składania barw.

W 2-giej części uczniowie dokonują analizy i syntezy światła białego. Wielobarwna smuga powstała na ekranie to widmo światła białego. Wiązka światła białego została odchylona i rozszczepiona. Dokonana została analiza światła białego. Kolejność barw nie jest przypadkowa. Najbardziej od pierwotnego kierunku odchyła się część światła zabarwiona na fioletowo, następnie można wyodrębnić barwy niebieską, błękitno – seledynową, zieloną, żółtą, pomarańczową i czerwoną.

W 3-ciej części uczniowie wyznaczają długość fali światła laserowego.



Rys.11.9 Schemat biegu promienia świetlnego z siatki dyfrakcyjnej na ekran.

Odległość między sąsiednimi szczelinami (na rysunku oznaczona, jako d) nazywana jest stałą siatki.

Z rysunku widać, że kąt α , pod którym zaobserwujemy wzmocnienie interferencyjne (jasny prążek) i kąt B w trójkącie ABC są równe.

(Uwaga. Na rysunku nie jest zachowana skala. W rzeczywistości odległość między szczelinami $d = AB \ll L$ (L to odległość między szczelinami a ekranem), dzięki czemu obie wiązki wychodzą jakby - w tej skali - z tego samego punktu).

Z zależności geometrycznych widać, że:

$$\sin \alpha = \frac{\Delta}{d} \quad (102)$$

oraz

$$\Delta = k \cdot \lambda \quad (103)$$

Otrzymujemy stąd tzw. równanie siatki dyfrakcyjnej:

$$d \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda \quad (104)$$





gdzie:

k – rząd ugięcia, λ - długość fali, d – stała siatki

Położenie prążków na ekranie określa zależność:

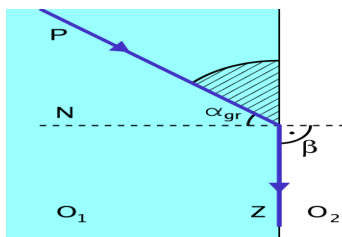
$$\sin \alpha = \frac{x}{\sqrt{(x^2 + l^2)}} \quad (105)$$

Kojarząc powyższe wzory otrzymujemy zależność, w oparciu, o którą można doświadczalnie wyznaczyć długość fali światła:

$$\lambda = \frac{d \cdot x}{k \cdot \sqrt{(x^2 + l^2)}} \quad (106)$$

W 4-tej części uczniowie poznają zasadę działania światłowodów. W światłowodach znalazło zastosowanie zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.

Całkowite wewnętrzne odbicie to zjawisko fizyczne zachodzące dla fal (najbardziej znane dla światła) występujące na granicy ośrodków o różnych współczynnikach załamania. Polega ono na tym, że światło padające na granicę od strony ośrodka o wyższym współczynniku załamania pod kątem większym niż kąt graniczny, nie przechodzi do drugiego ośrodka, lecz ulega całkowitemu odbiciu.



Rys.11.10 Kąt graniczny.

W 5-tej części uczniowie obserwują widma pierwiastków za pomocą spektroskopu. Światło emitowane przez gazy składa się z pewnej liczby fal o różnych długościach. Każdy pierwiastek ma charakterystyczne dla siebie widmo liniowe - nazwane widmem emisyjnym. Widmo może być używane do identyfikacji substancji. Dzięki niemu udało się odkryć, z czego zbudowane jest Słońce oraz inne ciała niebieskie. Udało się też odkryć nowe, nieznanne wcześniej pierwiastki.



Rys.11.11 Widmo emisyjne ciągłe



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja



Rys.11.12 Widmo emisyjne liniowe

Potencjalne zagrożenia, zasady BHP:

Obwody elektryczne w zestawach ćwiczeniowych należy łączyć zgodnie ze schematami podanymi w instrukcjach ćwiczeniowych.

Uczniowi nie wolno włączać do źródła zasilania zmontowanego przez siebie obwodu bez zgody prowadzącego zajęcia!

Wszystkie przyrządy i urządzenia należy stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i zasadami ich stosowania (podanymi w instrukcjach obsługi).

O powstałych w czasie ćwiczeń wątpliwościach z zakresu BHP należy informować prowadzącego zajęcia.

Bibliografia

1. M. Rozenbajgier, R. Rozenbajgier, J. Kreiner; Fizyka dla gimnazjum; część 3; Zamkom
2. G. Francuz-Ornat; Fizyka i astronomia dla gimnazjum. Moduł 3. Elektryczność i magnetyzm. Nowa Era
3. T. Ruchel; Technika demonstracji z fizyki : elektryczność i magnetyzm; Wydawnictwo WSP w Rzeszowie\
4. http://www.ap.krakow.pl/fizyka/elektromagnetyzm/pole_magnetyczne.html
5. http://www.ap.krakow.pl/fizyka/elektromagnetyzm/sia_elektrodynamiczna.html
6. http://www.ap.krakow.pl/fizyka/elektromagnetyzm/regua_lenza.html
7. http://www.ap.krakow.pl/fizyka/elektromagnetyzm/indukcja_elektromagnetyczna.html
8. http://pl.wikipedia.org/wiki/Prawo_Lenza
9. http://pl.wikipedia.org/wiki/Indukcja_elektromagnetyczna
10. <http://www.wsipnet.pl/obudowy/index.html?id=1240>
11. G. Francuz-Ornat, T. Kulawik, J. Kulawik, M. Nowotny-Róžańska; Fizyka i astronomia dla gimnazjum; Moduł 4: Optyka, Fizyka jądrowa; Nowa Era.
12. <http://labor.ps.pl/gry/interf/interference.html>
http://pl.wikipedia.org/wiki/Ca%20kowite_wewn%99trzne_odbicie



- długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania 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