



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Człowiek – najlepsza inwestycja

# 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**

### **– instrukcje dla uczniów**

mgr Marcin Drabik, mgr inż. Paweł Jagodziński

*Institut Fizyki,*

*Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy*

*Jana Kochanowskiego w Kielcach,*

*ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce*

## **Wersja UJK/1.0**

Niniejszy tekst 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



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Człowiek – najlepsza inwestycja

### Spis treści

Spis treści .....	2
Elektrostatyka.....	3
Pole elektrostatyczne.....	4
Badanie pola elektrostatycznego .....	5
Oddziaływanie naelektryzowanych ciał.....	6
Doświadczenie I.....	6
Doświadczenie II.....	8
Indukcja elektromagnetyczna.....	9
Badanie indukcji elektromagnetycznej.....	10
Doświadczenie I.....	10
Doświadczenie II.....	11
Obwód prądu stałego.....	12
Badanie obwodów prądu stałego.....	13
Prawo Ohma.....	13
Badanie prawa Ohma .....	14
Doświadczenie I.....	15
Doświadczenie II.....	16
Prąd zmienny.....	17
Drgania relaksacyjne .....	18
Badanie drgań relaksacyjnych.....	19
Ćwiczenie projektowe .....	21



*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**

## **Elektrostatyka**

Elektrostatyka jest dziedziną fizyki zajmująca się oddziaływaniami pomiędzy nieruchomymi ładunkami elektrycznymi. Oddziaływania te zwane są elektrostatycznymi. W elektrostatyce rozpatrywany jest ruch ładunków z pominięciem wszystkich efektów wynikających z ruchu ładunków z wyjątkiem zmiany ilości ładunku. Podstawowym prawem opisującym oddziaływanie pomiędzy ładunkami jest prawo Coulomba. Podaje ono wartość siły z jaką działają na siebie punktowe ładunki elektryczne. Mówi, że siła wzajemnego oddziaływania dwóch punktowych ładunków elektrycznych jest wprost proporcjonalna do iloczynu ładunków i odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między ich środkami.

Z prawa tego wynika, że im większy ładunek będą miały punktowe ciała, tym między nimi będzie większa siła; także im większa odległość będzie między nimi, tym mniejsza siła będzie między nimi. Prawo to opublikował w 1785 Charles Coulomb.



*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**

## **Pole elektrostatyczne**

Pole elektryczne jest to stan przestrzeni otaczającej ładunki elektryczne. W polu elektrycznym na ładunek elektryczny działa siła elektrostatyczna. Koncepcję pola elektrycznego wprowadził Michael Faraday (w połowie XIX wieku) jako opis oddziaływania ładunków elektrycznych. Z biegiem czasu okazało się, że pole elektryczne ma dużo szersze znaczenie.



*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

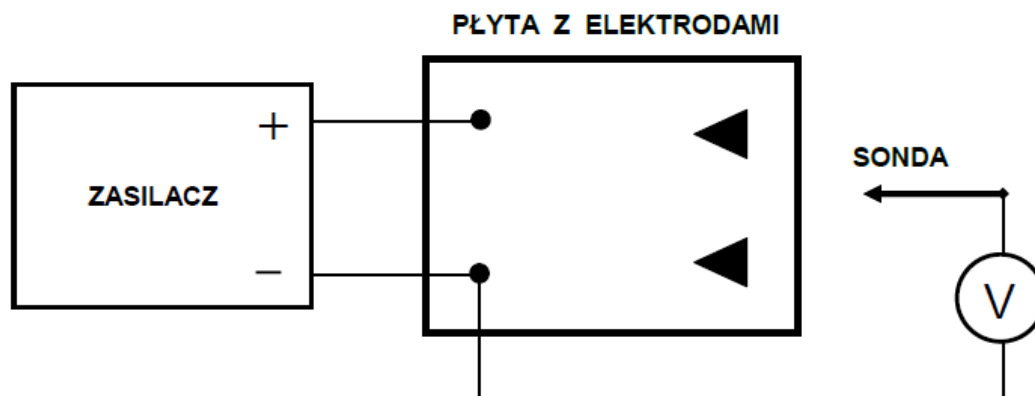


UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Człowiek – najlepsza inwestycja Badanie pola elektrostatycznego

- Zbudować układ według schematu



- Wykreślić na papierze milimetrowym kształt elektrod znajdujących się na płytce z zachowaniem odległości między nimi.
- Włączyć zasilacz ustawiając napięcie zasilania na wartość 10 V.
- Za pomocą sondy znaleźć punkty o jednakowym potencjale.
- Zaznaczyć położenie tych punktów na papierze.
- Zaobserwować jaki kształt mają linie łączące punkty o tych samych wartościach potencjału.
- Doświadczenie powtórzyć dla płytek o różnych kształtach elektrod.

### Sposób przygotowania płytki.

Na płytę HDF przyklejamy papier przewodzący. Na papierze umieszczamy dwie elektrody wykonane z metalu np. wycięte z folii aluminiowej. Za pomocą przewodów do elektrod podłączamy zasilacz.



*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 Oddziaływanie naelektryzowanych ciał

### Doświadczenie I

#### Niezbędne przedmioty i materiały

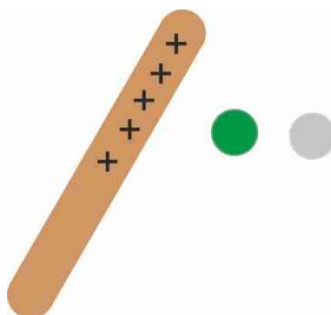
Metalowe i plastikowe sita w kształcie półkuli, rura PCV (od odkurzacza), dwie piłeczki pingpongowe, folia aluminiowa, przewód

#### Przygotowanie

Jedną z piłeczek pingpongowych należy owinąć dokładnie folią aluminiową.

#### Przebieg ćwiczenia – Część 1

- Położyć obie piłeczki na stole.
- Potrzeć rurę PCV kawałkiem wełnianego materiału.
- Zbliżyć naelektryzowaną rurę do każdej z piłeczek.
- Zaobserwować ich zachowanie.



#### Przebieg ćwiczenia – Część 2

- Położyć obie piłeczki na stole.
- Przykryć piłeczki sitem plastikowym.
- Potrzeć rurę PCV kawałkiem wełnianego materiału.
- Zbliżyć naelektryzowaną rurę do piłeczek znajdujących się pod przykryciem.
- Zaobserwować ich zachowanie.



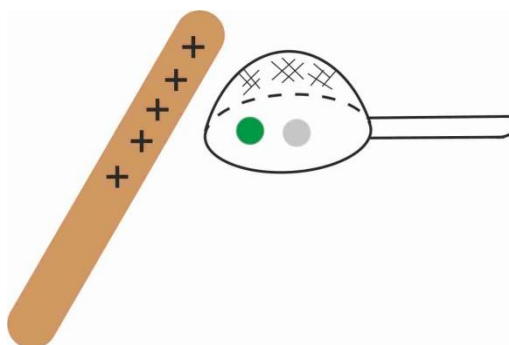
*długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomaganie fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo - technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów*

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



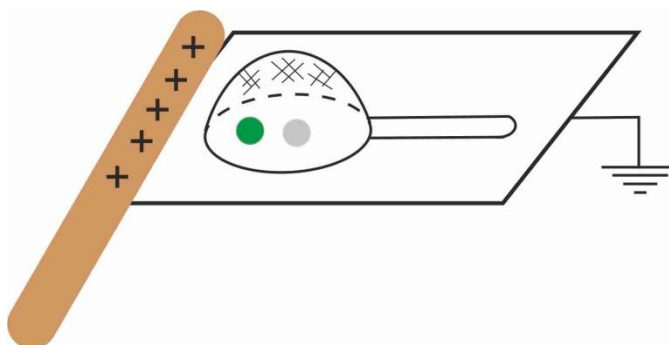
### Człowiek – najlepsza inwestycja

- Powtórzyć doświadczenie przykrywając piłeczkę sitem metalowym.
- Zaobserwować zachowanie piłeczek.



#### Przebieg ćwiczenia – Część 3

- Położyć piłeczkę owiniętą folią aluminiową na metalowej uziemionej tacce (uziemiaenie można wykonać poprzez połączenie tacki z niepomalowaną częścią kaloryfera).
- Przykryć piłeczkę sitem plastikowym.
- Potrzeć rurę PCV kawałkiem wełnianego materiału.
- Zbliżyć naelektryzowaną rurę do piłeczki znajdującej się pod przykryciem.
- Zaobserwować jej zachowanie.
- Powtórzyć doświadczenie przykrywając piłeczkę sitem metalowym.
- Zaobserwować zachowanie piłeczki.





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Człowiek – najlepsza inwestycja**

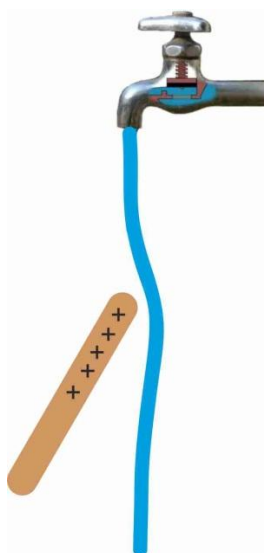
## Doświadczenie II

*Niezbędne przedmioty i materiały*

Rura PCV (od odkurzacza), struga wody

*Przebieg ćwiczenia*

- Naelektryzować rurę PCV kawałkiem wełnianego materiału.
- Zbliżyć naelektryzowaną rurę do strugi wody z kranu na bardzo małą odległość, zwracając uwagę aby nie dotknąć strugi.
- Zaobserwować zachowanie strugi.



*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**

## **Indukcja elektromagnetyczna**

Indukcja elektromagnetyczna jest zjawiskiem polegającym na powstawaniu siły elektromotorycznej w przewodniku na skutek zmian strumienia pola magnetycznego. Zmiana ta może być spowodowana zmianami pola magnetycznego. Może być również wywołana względnym ruchem przewodnika i źródła pola magnetycznego. Wartość SEM indukcji zależy od szybkości zmian strumienia magnetycznego w czasie. Zależność tę wyraża tzw. prawo Faradaya. Jeżeli obwód jest zamknięty, to konsekwencją wzbudzenia SEM indukcji jest przepływ prądu elektrycznego. Tak wzbudzony prąd nazywamy prądem indukcyjnym. Zjawisko to zostało odkryte w 1831 roku przez angielskiego fizyka Michała Faradaya.



*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 Badanie indukcji elektromagnetycznej

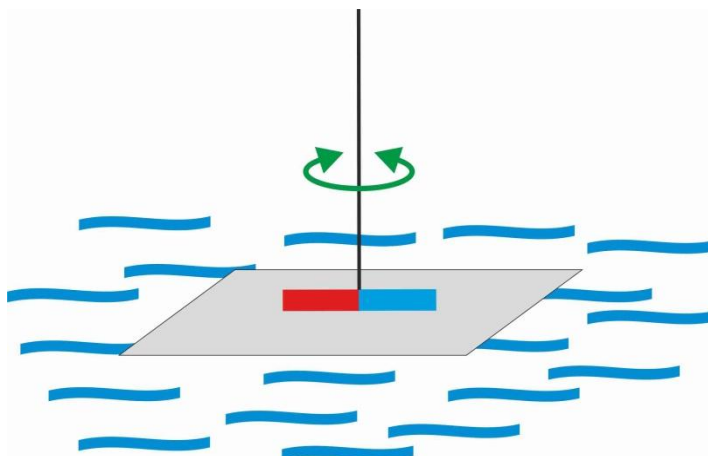
### Doświadczenie I

#### *Niezbędne przedmioty i materiały*

Silny magnes sztabkowy, metalowa tacka, sznurek, naczynie z wodą większe od tacki

#### *Przebieg ćwiczenia*

- Położyć metalową tackę na powierzchni wody.
- Skręcić sznurek z zawieszonym na jego końcu magnesem.
- Utrzymując magnes tuż nad tacką pozwolić na rozkręcenie się sznurka.
- Zaobserwować zachowanie tacki.



*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



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



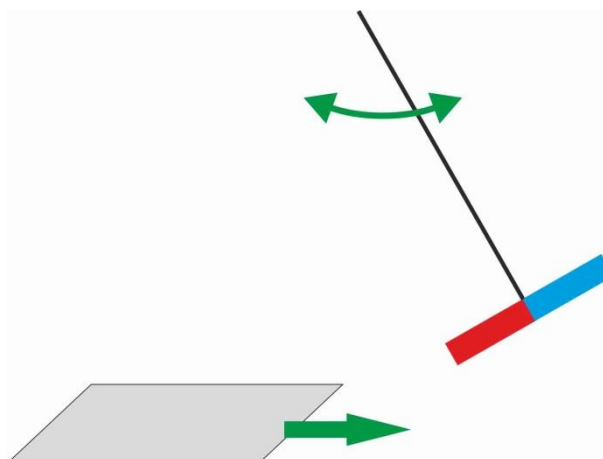
## Człowiek – najlepsza inwestycja Doświadczenie II

### *Niezbędne przedmioty i materiały*

Silny magnes, nitka, sznurek, płytką miedziana lub aluminiowa o długości kilkunasty centymetrów

### *Przebieg ćwiczenia*

- Magnes zawieszony na nitce odchylić od pionu i pozwolić mu swobodnie drgać nisko nad powierzchnią stołu.
- Zaobserwować drgania magnesu.
- Pod drgający magnes wsunąć płytkę.
- Ponownie zaobserwować drgania magnesu.



*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



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Człowiek – najlepsza inwestycja**

## **Obwód prądu stałego**

Prąd elektryczny jest to uporządkowany ruch nośników prądu. W metalach nośnikami tymi są elektrony, w cieczech jony a w półprzewodnikach „dziury”. Prąd stały jest to prąd charakteryzujący się stałą wartością natężenia oraz kierunkiem przepływu. Zaletą prądu stałego jest to, że w przypadku zasilania takim prądem wartość chwilowa dostarczanej mocy jest stała, co ma duże znaczenie dla wszelkich układów wzmacniania i przetwarzania sygnałów. Powodem popularność zastosowania prądu stałego w praktyce jest to, iż może on być wytwarzany za pomocą przenośnych źródeł energii (baterii lub akumulatorów). Dla urządzeń, które używane są w pobliżu sieciowej energii elektrycznej stosuje się zasilanie prądem stałym wytwarzanym przez zasilacze sieciowe. W zasilaczu sieciowe napięcie przemiennie jest najpierw transformowane na odpowiedni poziom napięcia, prostowane (na przykład za pomocą mostka, więcej o tej metodzie w pakiecie 10) oraz filtrowane, tak aby jego ostateczny przebieg był jak najbardziej zbliżony do wartości stałej.



*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 Badanie obwodów prądu stałego

### Prawo Ohma

Natężenie prądu elektrycznego płynącego przez przewodnik jest wprost proporcjonalne do wartości napięcia elektrycznego na jego końcach i odwrotnie proporcjonalne do rezystancji przewodnika. Prawidłowość tę odkrył w 1827 roku niemiecki fizyk, profesor politechniki w Norymberdze i uniwersytetu w Monachium Georg Simon Ohm.



*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



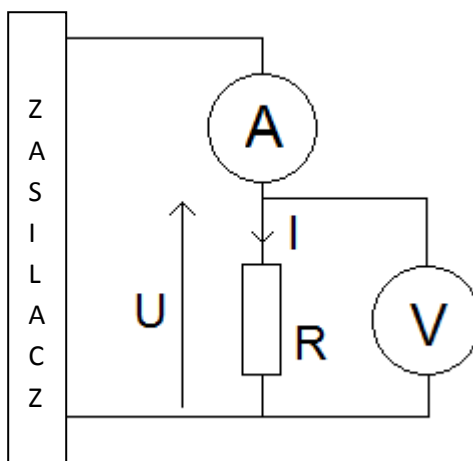
UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Człowiek – najlepsza inwestycja**

## **Badanie prawa Ohma**

- Zbudować układ według schematu:



- Zmieniając wartość napięcia zasilania odczytać wartość natężenia prądu płynącego w obwodzie
- Odczytane wartości zapisać w formie tabelarycznej
- Narysować wykres zależności natężenia od przyłożonego napięcia.
- Jaki charakter mają otrzymane krzywe?
- Co to oznacza?
- Wyznaczyć wartość ilorazu napięcia wskazywanego przez woltomierz do wartości natężenia prądu płynącego w obwodzie.
- Jak uzasadnić otrzymane wyniki?



*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



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Człowiek – najlepsza inwestycja Doświadczenie I

### Niezbędne przedmioty i materiały

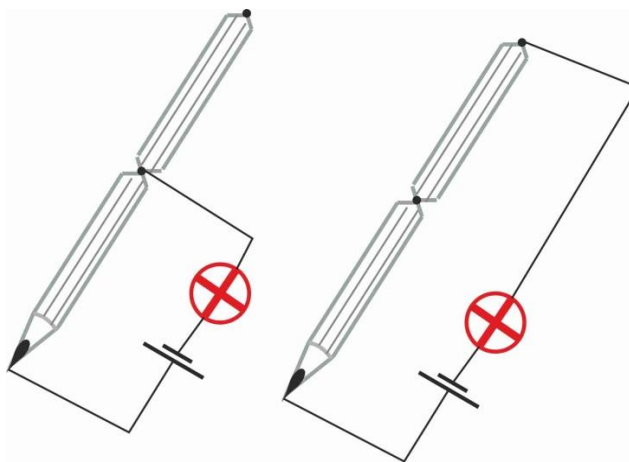
Ołówek, bateria 4.5 V, żarówka 4.5 V, trzy przewody o długości kilku centymetrów

### Przygotowanie

Zaostrzyć ołówek z dwóch stron, oraz naciąć go w jego środku odstaniając grafit.

### Przebieg ćwiczenia

- Za pomocą przewodu jeden biegun baterii podłączyć do końca ołówka, drugi do żarówki.
- Kolejny przewód podłączony do żarówki przyłożyć do drugiego końca ołówka.
- Zaobserwować zachowanie żarówki.
- Odłączyć przewód od drugiego końca żarówki i podłączyć go w środku ołówka.
- Ponownie zaobserwować zachowanie żarówki.



Doświadczenie można wykonać dokonując pomiaru napięcia za pomocą miernika.



*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



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



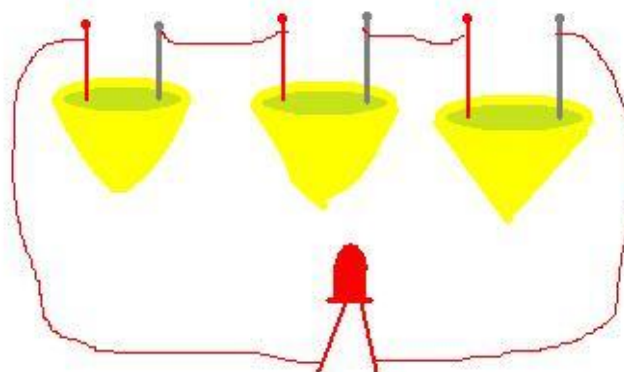
## Człowiek – najlepsza inwestycja Doświadczenie II

### *Niezbędne przedmioty i materiały*

Pięć cytryn, 5 sztuk gwoździ miedzianych oraz 5 sztuk gwoździ cynkowych długości 3-4 cm, 6 sztuk kilkucentymetrowych kabli, dioda LED.

### *Przebieg ćwiczenia*

- W każdą cytrynę wbić gwóźdź miedziany i cynkowy w taki sposób aby się nie dotykały.
- Przewodami łączymy ze sobą cytryny w następujący sposób: gwóźdź miedziany z jednej cytryny z gwoździem cynkowym z kolejnej cytryny.
- Dwa skrajne przewody podłączamy do diody LED, w taki sposób aby przewód od miedzi podłączyć do bieguna dodatniego diody.
- Zaobserwować zachowanie diody.



Doświadczenie można wykonać dokonując pomiaru napięcia za pomocą miernika.



*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



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Człowiek – najlepsza inwestycja**

## **Prąd zmienny**

Prądem zmiennym nazywamy prąd elektryczny, którego wartość natężenia zmienia się w czasie w dowolny sposób.

W zależności od charakteru tych zmian można wyróżnić następujące rodzaje prądu:

- prąd okresowo zmienny
- prąd tętniący
- prąd przemienny
- prąd nieokresowy.

Parametrami które charakteryzują prąd zmienny są:

- częstotliwość,
- wartość skuteczna napięcia.



*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 Drgania relaksacyjne

Drgania relaksacyjne w układach elektrycznych to cyklicznie powtarzające się procesy ładowania i rozładowywania kondensatora. Służyć może do tego obwód w którym istotną rolę odgrywa neonówka. Jest to szklana bańka wypełniona gazem szlachetnym, pod bardzo niskim ciśnieniem, zawierająca dwie metalowe elektrody. Neonówka zaczyna przewodzić prąd, gdy przyłożone do niej napięcie przekracza wartość zwaną napięciem zapłonu  $U_z$ . Przestaje natomiast przewodzić prąd, gdy wartość napięcia spadnie poniżej napięcia gaśnięcia  $U_g$ . Tę właściwość neonówki wykorzystuje się do wytwarzania drgań relaksacyjnych.



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

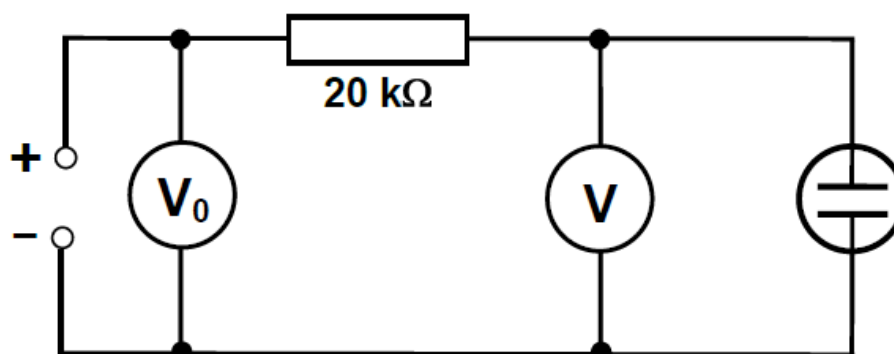
Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



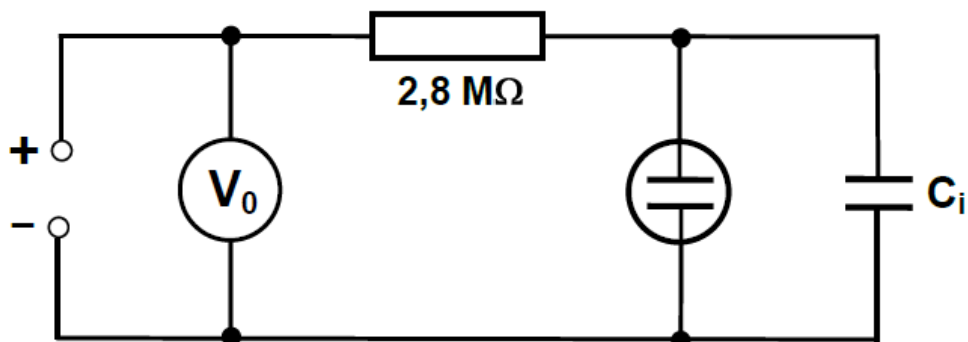
## Człowiek – najlepsza inwestycja

### Badanie drgań relaksacyjnych

- Zbudować układ według schematu



- Zwiększając wartość napięcia zasilania wyznaczyć wartość napięcia przy którym zapali się neonówka.
- Po wyznaczeniu napięcia zapłonu wyznaczyć napięcie gaśnięcia zmniejszając wartość napięcia zasilania.
- Zbudować układ według schematu



- Dla ustalonej (podanej przez nauczyciela wartości napięcia) wyznaczyć czas 25 błysków neonówki.
- Sprawdzić jak zmienia się czas relaksacji wraz ze zmianą pojemności kondensatora wpiętego w obwód.
- Nanieść na wykres zależności czasu relaksacji od pojemności otrzymane wyniki





**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Człowiek – najlepsza inwestycja**



*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



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Człowiek – najlepsza inwestycja Ćwiczenie projektowe

W oparciu o wiadomości zdobyte w czasie zajęć dodatkowych w ramach pakietu 9, zaprojektuj transformator zasilany napięciem sieciowym 230V tak, aby na uzwojeniu wtórnym otrzymać napięcie potrzebne do zasilania oświetlenia choinkowego złożonego z żarówek połączonych równolegle dostosowanych do napięciem 6V.



*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