

Ćwiczenie U.9.1

Tytuł ćwiczenia:

Pomiar ładunku elektrycznego kuli umieszczonej w jednorodnym polu elektrycznym.

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się z własnościami jednorodnego pola elektrycznego.

Krótki opis ćwiczenia:

Naładowana kulka o masie m zawieszona na nici o długości l ulega odchyleniu w polu elektrycznym kondensatora płaskiego. Mierząc kąty odchylenia przy kilku różnych natężeniach pola elektrycznego można wyznaczyć ładunek elektryczny kuli.

Wymagana wiedza ucznia:

- Pole elektryczne, wielkości charakteryzujące pole elektryczne
- Prawo Coulomba, ładunek elektryczny, jednostki ładunku
- Kondensatory, pojemność elektryczna kondensatora, natężenie pola między okładkami kondensatora płaskiego
- Analiza sił działających na naładowaną kulę wahadła umieszczonego w jednorodnym polu elektrycznym. Wyprowadzenie wzoru na ładunek kuli.

Wykonanie doświadczenia:

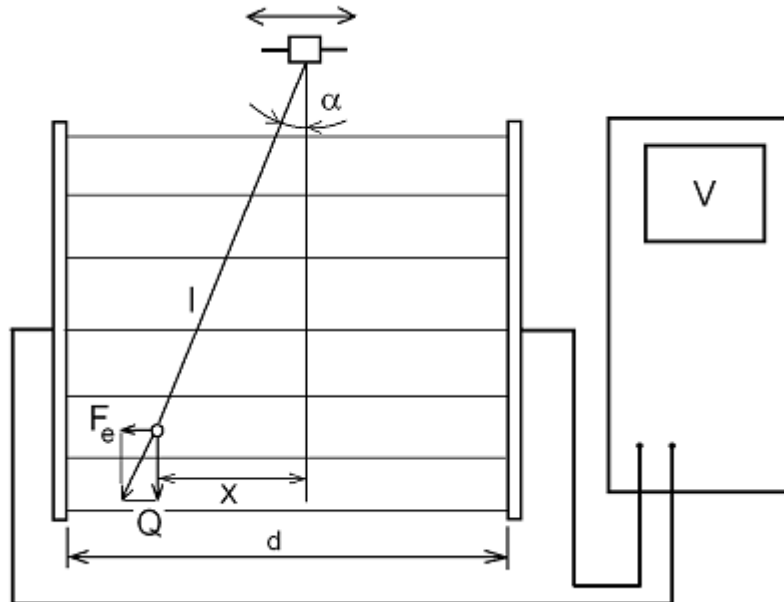
- Zmierzyć masę m kuli, długość l wahadła (jest ona równa sumie długości nici i promienia kulki) oraz odległość d pomiędzy okładkami kondensatora płaskiego.

Uwaga: Pomiary te należy wykonać przy wyłączonym napięciu zasilającym!

- Włączyć zasilacz i ustawić wartość napięcia zasilającego.
- Doprowadzić kulkę do zetknięcia z jedną z okładek kondensatora a następnie odsunąć ją od okładki.
- Odczytać kąt odchylenia α_n kulki na tle skali zwierciadlanej dla danej wartości napięcia U_n na okładkach kondensatora. Pomiar powtórzyć kilkakrotnie przy różnych wartościach napięcia U_n .

Człowiek – najlepsza inwestycja

Uwaga: przednia szyba szafki mieszczącej kondensator musi być zamknięta! Dotykanie elementów układu pomiarowego będących pod napięciem grozi porażeniem prądem elektrycznym!



- Wyłączyć napięcie zasilające a następnie rozładować okładki kondensatora
- Obliczyć wartość ładunku kulki Q_n przy każdym wychyleniu:

$$Q_n = \frac{mgd \operatorname{tg} \alpha_n}{U_n}$$

a następnie znaleźć średnią wartość ładunku Q.

Wskazówki do dyskusji błędów:

- Przy pomiarach wychylenia kulki z położenia równowagi unikać błędu paralaksy: nić na której wisi kulka powinna pokrywać się ze swym odbiciem na skali zwierciadlanej.
- Błąd wartości średniej ładunku kulki można określić licząc błąd średni kwadratowy średniej arytmetycznej.

Ćwiczenie U.9.3

Tytuł ćwiczenia:

Pomiary indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez obwody z prądem

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się z pomiarem indukcji magnetycznej za pomocą osiowej sondy Halla.

Krótki opis ćwiczenia:

Przesuwając sondę teslomierza wzdłuż osi zwojnicy, w której płynie prąd stały o znanym natężeniu można zbadać rozkład indukcji magnetycznej na osi cewki i porównać wyniki pomiarów z rezultatami obliczeń przeprowadzonych w oparciu o znane wzory na indukcję magnetyczną na osi solenoidu.

Wymagana wiedza ucznia:

- Pole magnetyczne. Natężenie pola magnetycznego. Indukcja magnetyczna. Strumień indukcji magnetycznej.
- Prawo Biota – Savarta.
- Prawo Ampere’a.
- Indukcja magnetyczna na osi kołowego przewodnika z prądem i na osi solenoidu.

Przyrządy pomiarowe i materiały:

Komplet siedmiu zwojnic o różnych średnicach i liczbie zwojów, osiowa sonda Halla z modułem pomiarowym Tesli, zasilacz uniwersalny, czujnik ruchu, czujnik natężenia prądu, ława ze skalą liniową, przewody z zaciskami, interfejs Cobra 3.

Wykonanie doświadczenia:

1. Przeglądnąć i sprawdzić układ pomiarowy firmy Phywe zgodnie ze wskazaniem szczegółowej instrukcji dołączonej do ćwiczenia.
2. W obecności prowadzącego ćwiczenia włączyć zasilacz (przełącznik na tylnej ścianie) ustawiając pokrętki regulacji napięcia i natężenia na minimum. Wprowadzić okno startowe „Cobra 3 Force/Tesla”.
3. Zmierzyć rozkład indukcji magnetycznej na osi wybranej cewki z prądem elektrycznym.

Człowiek – najlepsza inwestycja

W tym celu:

- Odnotować promień R , liczbę n zwojów oraz długość l cewki.
- Podłączyć cewkę do zasilacza prądu stałego. Manipulując pokrętkami natężenia i napięcia ustalić wartość natężenia I prądu płynącego przez cewkę.

Uwaga: nie można przekraczać maksymalnego natężenia podanego dla danej cewki przez producenta! Najlepiej ustawić natężenie o około 20% mniejsze.

- Ustawić sondę Halla tak, aby jej koniec znalazł się w środku cewki. Sprawdzić, czy czujnik ruchu wskazuje w tym położeniu wartość $z = 0$. Następnie ustawić koniec sondy na wlocie cewki.
- Postępując zgodnie z wskazaniem instrukcji szczegółowej przesuwając sondę wzdłuż osi z cewki mierząc w kilkunastu punktach wartość indukcji magnetycznej B . Wydrukować wykres $B(z)$.

4. Obliczyć wartość indukcji we środku cewki ($z = 0$) ze wzoru:

$$B = \frac{\mu_0 n I}{\sqrt{4R^2 + l^2}}$$

gdzie $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ jest przenikalnością magnetyczną próżni.

Wyniki obliczeń porównać z danymi eksperymentalnymi dla $z = 0$.

5. Pomiary i obliczenia wykonane w punktach 3, 4 powtórzyć dla kilku zwojnic o innych parametrach.

Literatura:

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, Podstawy fizyki t.3, PWN, Warszawa 2005.
2. A.K. Wróblewski, J.A. Zakrzewski, Wstęp do fizyki t.2, cz.2, PWN, Warszawa 1991.
3. H. Szydłowski, Pracownia fizyczna wspomagana komputerem, PWN, Warszawa 2003.

Ćwiczenie U.9.5

Tytuł ćwiczenia:

Pomiar pojemności kondensatora i współczynnika samoindukcji metodą mostkową.

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się ze sposobem łączenia ze sobą kondensatorów i zwojnic. Zapoznanie się z metodą mostkową wyznaczania pojemności kondensatorów i indukcyjności zwojnic.

Krótki opis ćwiczenia:

Pomiar pojemności kondensatora i indukcyjności zwojnicy może być przeprowadzony za pomocą mostków prądu przemiennego. Uczniowie zestawiają prosty układ mostkowy ze struną oporową, a następnie porównują mierzoną pojemność kondensatora z pojemnością znaną. Podobna metoda jest stosowana dla zwojnicy.

Wymagana wiedza ucznia:

- Pojemność elektryczna, definicja, jednostka w układzie SI.
- Współczynnik samoindukcji zwojnicy, definicja, jednostka w układzie SI.
- Kondensatory, rodzaje i sposoby ich łączenia w baterie kondensatorów, pojemność zastępcza.
- Zwojnice, rodzaje zwojnic, łączenie zwojnic w baterie, indukcyjność zastępcza.
- Kondensator i zwojnica w obwodzie prądu przemiennego.

Przyrządy pomiarowe i materiały:

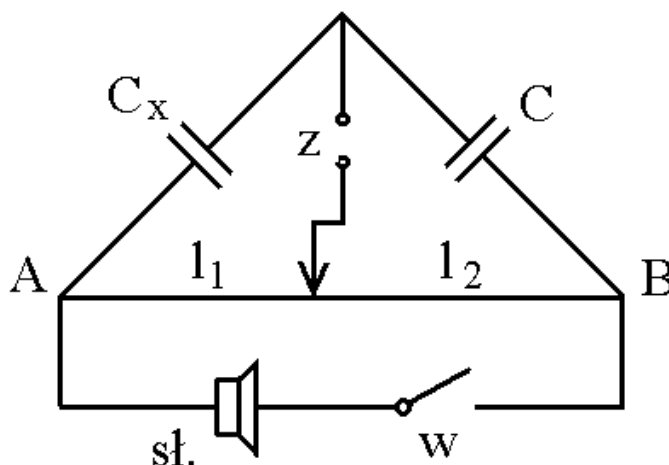
Listwa z drutem oporowym, kondensator dekadowy, indukcyjność dekadowa, generator akustyczny, badane kondensatory, badane zwojnice.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Wykonanie doświadczenia:

Pomiar pojemności kondensatora za pomocą mostka Sautego.

- Zestawić układ do pomiaru pojemności kondensatorów według schematu.



- Generator akustyczny nastawić na częstotliwość, przy której ucho ludzkie ma największą czułość ($\sim 1000[\text{Hz}]$).

Uwaga: W przypadku gdy wiemy, jakiego rzędu jest wartość pojemności C_x , to wartość pojemności C_w należy ustawić zbliżoną do tej wartości, a następnie przesuwając ślizgacz wzdłuż drutu oporowego doprowadzić do sytuacji, w której następuje zanik słyszanego w słuchawce dźwięku. Jeżeli punkt, w którym to osiągnęliśmy, leży zbyt daleko od położenia środkowego ślizgacza, należy skorygować wartość pojemności wzorcowej C_w i pomiary powtórzyć. W przypadku, gdy wartość pojemności C_x nie jest bliżej znana, należy ślizgacz ustawić w położeniu środkowym, a następnie pokręcając gałkami kondensatora dekadowego C_w doprowadzić do częściowego zaniku słyszanego w słuchawce dźwięku. Całkowite wyciszenie uzyskujemy przesuwając suwak wzdłuż drutu oporowego.

- Po ustaleniu równowagi mostka odczytać wartość długości l_1 i l_2 oraz nastawioną wartość kondensatora dekadowego C_w .

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Obliczyć wartość mierzonej pojemności kondensatora:

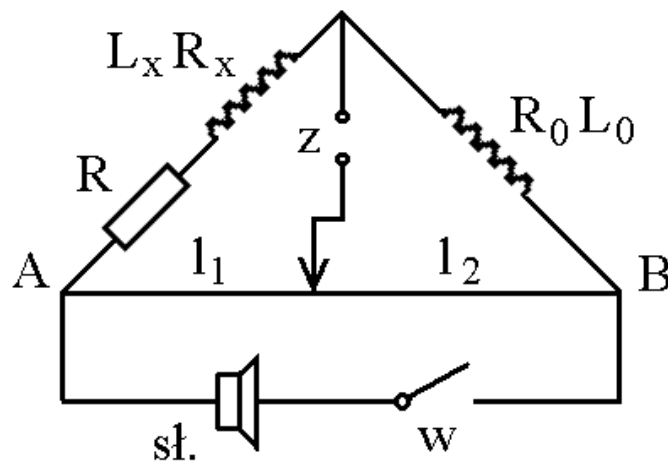
$$C_x = C_w \frac{l_2}{l_1}$$

Pomiary powtórzyć dla innych kondensatorów, a następnie po wyznaczeniu ich pojemności wyznaczyć pojemności zastępcze układów, kondensatorów połączonych szeregowo i równoległe.

- Porównać wartości pojemności zastępczych uzyskanych na drodze pomiaru i przez obliczenia rachunkowe w oparciu o wartości poszczególnych pojemności wchodzących w skład układu zastępczego.

Pomiar współczynnika samoindukcji za pomocą mostka Maxwella-Wiena.

- Połączyć układ według schematu. Opór dodatkowy R służy do wyrównywania oporów czynnych w mostku.



- Zmieniając wartość indukcyjności dekadowej L_0 (a tym samym jej opór czynny R_0), oraz manipulując suwakiem i oporem dekadowym R znaleźć wartości L_0 , I_1 , I_2 , przy których następuje wyciszenie tonu w słuchawkach. Pomiary kilkakrotnie powtórzyć.

Człowiek – najlepsza inwestycja

- Obliczyć wartość mierzonej indukcyjności zwojniczy

$$L_x = L_0 \frac{l_1}{l_2}$$

- Zmierzyć indukcyjność badanych zwojniczy za pomocą mostka uniwersalnego RLC.
Porównać wynik pomiaru na mostku RLC z obliczonym wynikiem.

Literatura:

1. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1999.
2. Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1980.
3. A. H. Piekara, *Elektryczność i budowa materii. cz. 1, Elektryczność i magnetyzm*, PWN Warszawa 1972.
4. D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka, cz. 2*, PWN, Warszawa 2001.
5. E. Purcel, *Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1975.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Ćwiczenie U.9.7

Tytuł ćwiczenia:

Pomiar mocy prądu zmiennego za pomocą watomierza.

Cel ćwiczenia:

Praktyczne zapoznanie się z pomiarem mocy i pracy prądu przemiennego

Krótki opis ćwiczenia:

Moc określa ilość pracy wykonanej w jednostce czasu. W układach prądu zmiennego wyróżniamy moc czynną bierną i pozorną. Moc czynna jest zamieniana na pracę. Wartość tej mocy można zmierzyć watomierzem. Moc bierna nie jest zamieniana na pracę, lecz jest konieczna do utrzymania stabilnego przemiennego pola magnetycznego lub elektrycznego w odbiorniku. Moc pozorna jest geometryczną sumą mocy czynnej i biernej.

Wymagana wiedza ucznia:

- Praca i moc prądu sinusoidalnie zmiennego, na poszczególnych elementach obwodu, praca i moc pozorna.
- Prąd sinusoidalnie zmienny, wielkości charakteryzujące.

Przyrządy pomiarowe i materiały:

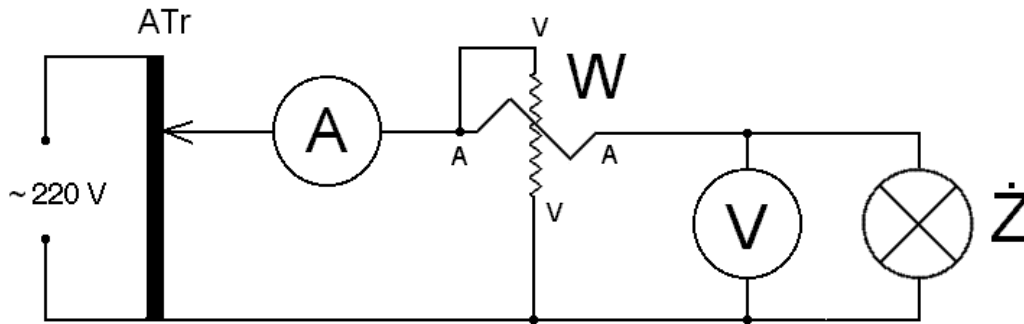
Autotransformator, watomierz, licznik energii elektrycznej, dwa mierniki uniwersalne, żarówka.

Wykonanie doświadczenia:

Pomiar mocy prądu zmiennego za pomocą watomierza.

- Zestawić układ pomiarowy

Człowiek – najlepsza inwestycja



- Zmierzyć moc pobieraną przez żarówkę przy różnych napięciach zasilania.
- Obliczyć moc P_0 czerpaną ze źródła przez żarówkę korzystając ze wzoru:

$$P_0 = P_w - U_0^2 \frac{R + R_V}{R \cdot R_V},$$

gdzie:

U_0 – skuteczna wartość napięcia na zaciskach odbiornika

R – opór cewki napięciowej watomierza (15 k Ω (na zakresie 100 V)).

R_V – opór wewnętrzny woltomierza.

P_w – oznacza moc wskazywaną przez watomierz

- Obliczyć współczynnik mocy odbiornika:

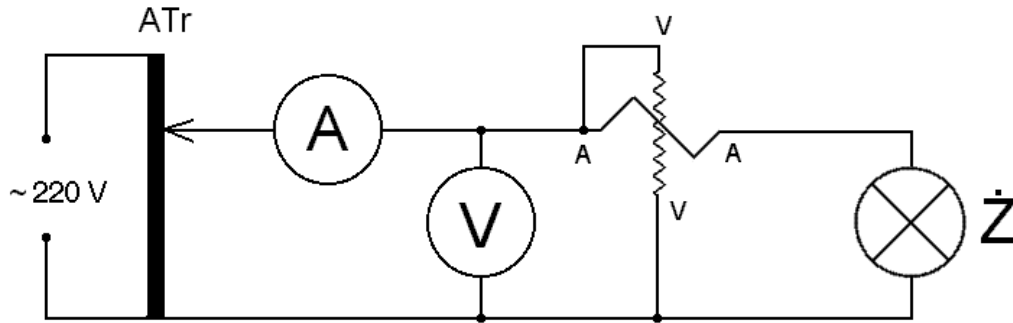
$$\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_0 \cdot I_0} \quad \text{gdzie: } I_0 = I - \left[\frac{U_0}{R} + \frac{U_0}{R_V} \right] \cdot \cos \varphi, \quad \cos \varphi = \frac{P_w}{U_0 \cdot I}$$

I – jest natężeniem prądu wskazywanym przez amperomierz.

Człowiek – najlepsza inwestycja

Pomiar energii prądu zmiennego jednofazowego licznikiem.

- Zestawić układ pomiarowy według schematu:



- Zanotować początkowe wskazania licznika L_p .
- Dokonać pomiaru poboru energii przez odbiornik w ciągu czasu $t=45$ minut.
- Odczytać stan końcowy licznika L_k .
- Obliczyć pobór energii:

$$W_I = L_k - L_p .$$

Uwaga: Podczas łączenia i rozmontowywania obwodu, wtyczka autotransformatora powinna być wyłączona z gniazdka sieciowego.

Ćwiczenie U.9.9

Tytuł ćwiczenia:

Cechowanie termopary metodą pomiaru prądu termoelektrycznego.

Cel ćwiczenia:

Zapoznanie się ze zjawiskiem powstawania siły termoelektrycznej w obwodach utworzonym z dwóch różnych materiałów.

Krótki opis ćwiczenia:

Jeśli złącza dwu różnych metali umieścimy w różnych temperaturach to w obwodzie powstanie siła termoelektryczna, między złączami wystąpi różnica potencjałów i przez obwód popłynie prąd elektryczny. Natężenie prądu I będzie zależne od różnicy temperatur na stykach. Pomiar pozwoli na zbadanie charakteru tej zależności.

Wymagana wiedza ucznia:

- Klasykzna teoria przewodnictwa elektrycznego metali, kontakt dwóch metali, napięcie kontaktowe Galvaniego i Volty. Termopara.
- Zjawisko Seebecka, siła termoelektryczna.
- Szereg termoelektryczny metali.

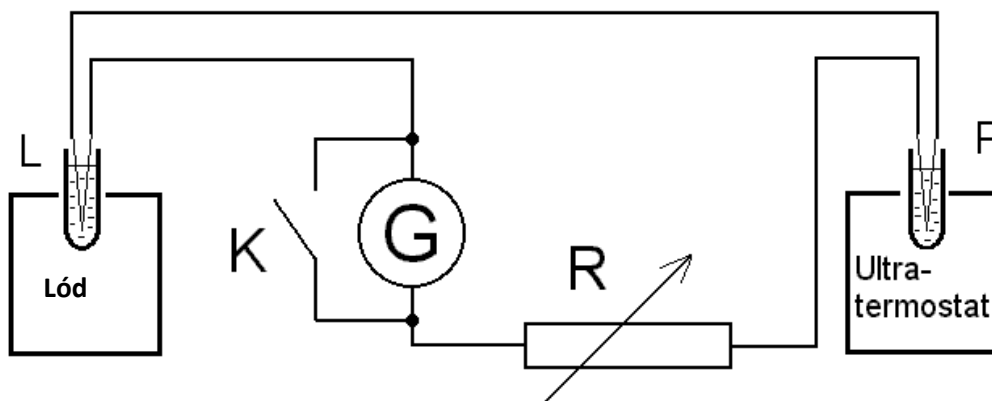
Przyrządy pomiarowe i materiały:

Pojemnik z lodem, ultratermostat, termopara, galvanometr, opornik dekadowy, przerywacz.

Wykonanie doświadczenia:

- Zestawić układ pomiarowy według schematu:

Człowiek – najlepsza inwestycja



Uwaga: W czasie łączenia obwodu galwanometr powinien być zwarty kluczem K. Opór R na oporniku dekadowym ustawiamy na 1 k Ω .

- Włączyć ultratermostat.
- Otworzyć klucz K.
- Na galwanometrze odczytać natężenie prądu termoelektrycznego (w działkach skali) dla danej różnicy temperatur pomiędzy złączami L i P w odstępach co 7–10⁰ C.
- Gdy temperatura złącza P osiągnie 80–90⁰C wyłączyć ultratermostat.
- Jeśli plamka świetlna na skali galwanometru osiągnie pełne wychylenie przy niższej temperaturze złącza P można zakończyć pomiary na tej temperaturze.
- Wykreślić zależność natężenia prądu termoelektrycznego (w działkach skali) od różnicy temperatur pomiędzy złączami L i P.

Literatura:

1. H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1999.
2. Sz. Szczeniowski, *Fizyka doświadczalna, cz. 3 Elektryczność i magnetyzm*, PWN, Warszawa 1980.
3. M. Skorko: *Fizyka*, PWN, Warszawa 1979.
4. J. Massalski, *Fizyka dla inżynierów*, WNT, Warszawa 1975.