

Ćwiczenie E1

Badanie rozkładu pola elektrycznego

E1.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zbadanie rozkładu pola elektrycznego dla różnych układów elektrod i ciał nieprzewodzących i przewodzących umieszczonych między nimi korzystając z relacji pomiędzy liniami sił pola elektrycznego a powierzchniami ekwipotencjalnymi.

E1.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Pole elektryczne i wielkości je opisujące: wektor natężenia pola i potencjał pola,
- związek między natężeniem pola elektrycznego a potencjałem elektrycznym,
- linie sił pola elektrycznego i powierzchnie ekwipotencjalne,
- położenie linii sił pola elektrycznego względem powierzchni ekwipotencjalnych,
- prawo Gaussa,
- rozkład pola elektrycznego wokół ładunków punktowych, naładowanych płaszczyzn, sfer i powierzchni cylindrycznych,
- rozkład pola elektrycznego wokół naładowanych nieprzewodzących i przewodzących ciał, takich jak płyta o zadanej grubości, kula, walec,
- ciała nieprzewodzące i przewodzące w polu elektrostatycznym.

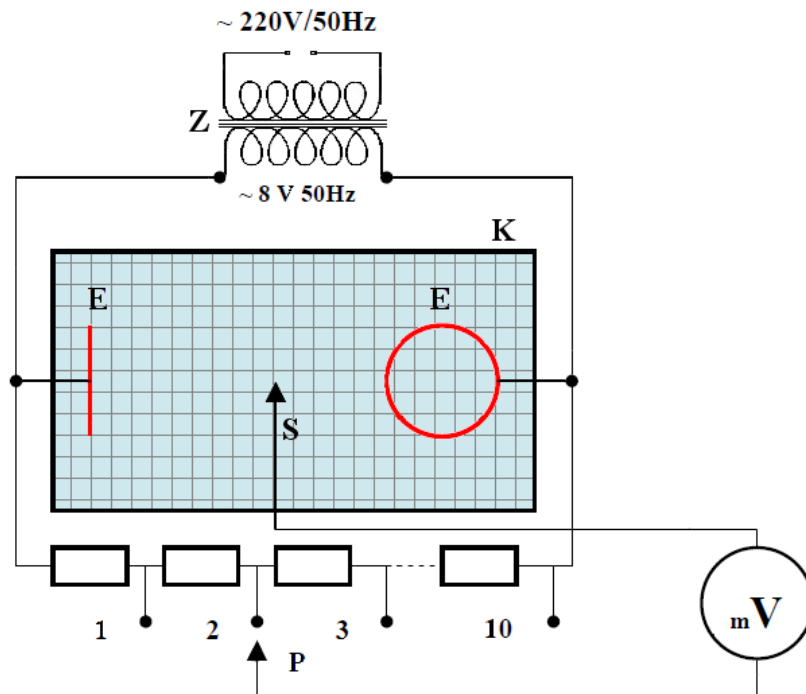
E1.3. Literatura

- [1] Szczeniowski S.: *Fizyka doświadczalna, cz. 3*, PWN, Warszawa.
- [2] Halliday D, Resnick R: *Fizyka, cz.2*, PWN, Warszawa.
- [3] Szydłowski H: *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa
- [4] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

E1.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

Układ doświadczalny

Rysunek E1.1 przedstawia schemat układu pomiarowego, zaś rysunek E1.2 zdjęcie układu z zaznaczonymi podstawowymi elementami: **K** — kuweta wypełniona słabym elektrolitem (woda wodociągowa) z umieszczonym pod jej dnem układem współrzędnych, **E** — elektrody (płaskie, punktowe, pierścieniowe i inne), **Z** — źródło prądu zmiennego, **S** — sonda, **P** — dzielnik oporowy (1-10 oporniki), **mV** — miernik uniwersalny, **C** — ciała nieprzewodzące i przewodzące, którymi możemy zniekształcać rozkład pola między elektrodami.



Rysunek E1.1. Schemat układu pomiarowego

Przebieg doświadczenia

Pole elektrostatyczne można modelować polem prądu elektrycznego płynącego w jednorodnym środowisku, w którym ruch ładunków nie zmienia ich przestrzen-



Rysunek E1.2. Zdjęcie układu pomiarowego

nego rozkładu. Takim środowiskiem może być bardzo słaby elektrolit, np. woda wodociągowa, wypełniająca kuchenkę **K**. W takiej sytuacji, aby zapobiec procesowi elektrolizy i procesowi powstawania ładunków przestrzennych, przez elektrolit przepuszczamy prąd zmienny o częstotliwości akustycznej, np. 50 Hz. Dlatego też do elektrod **E** zanurzonych częściowo w wodzie przyłączamy źródło napięcia zmiennego **Z** i sondą **S** wyszukujemy punkty o określonej (i tej samej dla danej linii ekwipotencjalnej) wartości potencjału. Miernik uniwersalny **mV** wskazuje wartość napięcia, które jest różnicą między potencjałem ustawionym na dzielniku oporowym **P** i potencjałem w danym punkcie pola.

1. Sprawdzić czy jest równomierny poziom wody w kuchenie **K**;
2. Ustalić z przewodzącym układ elektrod **E** do zbadania oraz sposób podłączenia dzielnika oporowego **P**;
3. Połączyć układ według schematu (rysunek E1.1) i zgodnie z wytycznymi przewodzącego;
4. Ustawić w kuchenie wybrane elektrody (ewentualnie elektrody i pomiędzy nimi ciało nieprzewodzące lub przewodzące);
5. Zaznaczyć położenia elektrod i ciała nieprzewodzącego lub przewodzącego (naszkiecować ich kontury) na dołączonym do zestawu szablonie lub na papierze milimetrowym (dobierając odpowiednią skalę);

6. Poprosić prowadzącego o sprawdzenie prawidłowości połączeń;
7. Włączyć źródło prądu zmiennego **Z** (maksymalne napięcie na wyjściu: 9 V);
8. Przesuwając końcówkę sondy **S** w przestrzeni wodnej między elektrodami (i wokół elektrod) wyznaczyć punkty, w których wartość potencjału (odpowiednia wartość wskazywana przez miernik **mV**) jest taka sama.
9. Należy systematycznie przenosić punkty na szablon, na którym wcześniej zostały wykreślone pozycje elektrod i ciała nieprzewodzącego lub przewodzącego, pamiętając o jednoczesnym określaniu niepewności pomiarowych (patrz rozdział E1.5 „Rachunek niepewności”);
10. Wykreślić w oparciu o wyznaczone punkty przebieg linii ekwipotencjalnej;
11. Wybrać kolejną linię stałego potencjału wybierając inną wartość wskazywaną przez miernik **mV** i powtórzyć czynności z punktów 8-10;
12. W powyższy sposób należy wyznaczyć położenie i kształt około 10-20 linii ekwipotencjalnych w całej przestrzeni między elektrodami;
13. Wyłączyć źródło prądu zmiennego **Z** i zdemontować układ elektrod **E**;
14. Na szablonie wykreślić linie sił badanego pola.

Zadania do wykonania

- E1.1. Znaleźć rozkład pola elektrycznego wytworzonego przez wybrany zestaw elektrod, tzn. znaleźć linie ekwipotencjalne, nanieść je na załączony do zestawu szablon i na tym samym szablonie narysować linie sił badanego pola.
- E1.2. Dla pola elektrycznego badanego w zadaniu E1.1 wyznaczyć wartość jego natężenia w kilku wybranych obszarach.
- E1.3. Znaleźć rozkład pola dla wybranego zestawu elektrod, między którymi umieszczono przewodnik o określonym kształcie.
- E1.4. Znaleźć rozkład pola dla wybranego zestawu elektrod, między którymi umieszczono ciało dielektryczne o określonym kształcie.

E1.5. Rachunek niepewności

Niepewność wyznaczenia przebiegu linii ekwipotencjalnych i linii sił pola elektrycznego oceniamy graficznie w trakcie pomiarów, tzn. po znalezieniu punktu pola o wybranej wartości potencjału określamy w przybliżeniu kierunek przebiegu linii ekwipotencjalnej, to znaczy kierunek, wzdłuż którego możemy przesunąć sondę, nie powodując zmian wskazań miernika **mV**, i następnie badamy, jakie przesunięcie sondy w kierunku prostopadłym do linii ekwipotencjalnych wywoła zmianę wskazań miernika **mV** o najmniejszą możliwą do odczytu wartość przy największej jego czułości (przy zakresie na jakim były wykonywane pomiary).

Wartość tego przesunięcia i jego kierunek zaznaczamy przy punkcie pomiarowym na wykresie.

Przy badaniu wpływu przewodników lub dielektryków na rozkład pola elektrycznego należy szczególnie dokładnie przebadać pole w pobliżu tych ciał.