

Laboratorium z fizyki

Ćw. nr: **33**

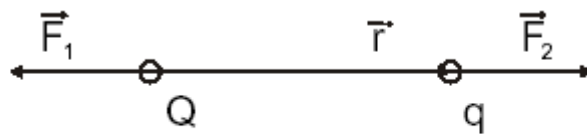
**WYZNACZANIE KSZTAŁTU POWIERZCHNI
EKWIPOTENCJALNYCH POLA
ELEKTROSTATYCZNEGO**

1. Wprowadzenie teoretyczne

Pole elektrostatyczne

Jest to przestrzeń, w której na umieszczone ładunki działają siły elektryczne. Linie, wzdłuż których działają siły, są nazywane liniami pola i ich przebieg stanowi obraz pola. Nadajemy im zwroty zgodne ze zwrotami sił. Źródłami pól elektrostatycznych są wszystkie ładunki i ciała naelektryzowane. Pola pochodzące od kilku źródeł nakładają się na siebie i z tego powodu obrazy źródeł mogą być różne. Poniższe rysunki przedstawiają pola różnych źródeł.

Źródłami pola elektrostatycznego są nieruchome ładunki elektryczne rozmieszczone w przestrzeni. Ładunki oddziałują na siebie siłami. Siły te określa prawo Coulomba (Q i q są ładunkami punktowymi)



$$\vec{F}_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Qq}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$
$$\vec{F}_1 = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Qq}{r^2} \cdot \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

gdzie:

ϵ_0 - stała dielektryczna próżni

ϵ_r - przenikalność względna dielektryka, w którym znajdują się ładunki.

Pole elektrostatyczne w dowolnym punkcie w przestrzeni określa potencjał $\varphi(x, y, z)$

φ - funkcja skalarna oraz natężenie pola $\vec{E}(x, y, z)$ - funkcja wektorowa.

Natężenie pola elektrostatycznego wytworzonego przez ładunek Q definiuje się jako

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{r}$$

gdzie \vec{r} jest wektorem jednostkowym w kierunku wektora \vec{r}

$$\vec{r} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$$

Na podstawie znajomości natężenia pola można obliczyć potencjał pola

$$\varphi(x, y, z) = \varphi(x_0, y_0, z_0) - \int_{x_0, y_0, z_0}^{x, y, z} \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

gdzie $d\vec{s}$ jest elementem drogi łączącej punkty z_0, y_0, x_0 i z, y, x .

Punkt określony współrzędnymi x_0, y_0, z_0 jest punktem odniesienia, a $\varphi(x_0, y_0, z_0)$ potencjałem w punkcie odniesienia.

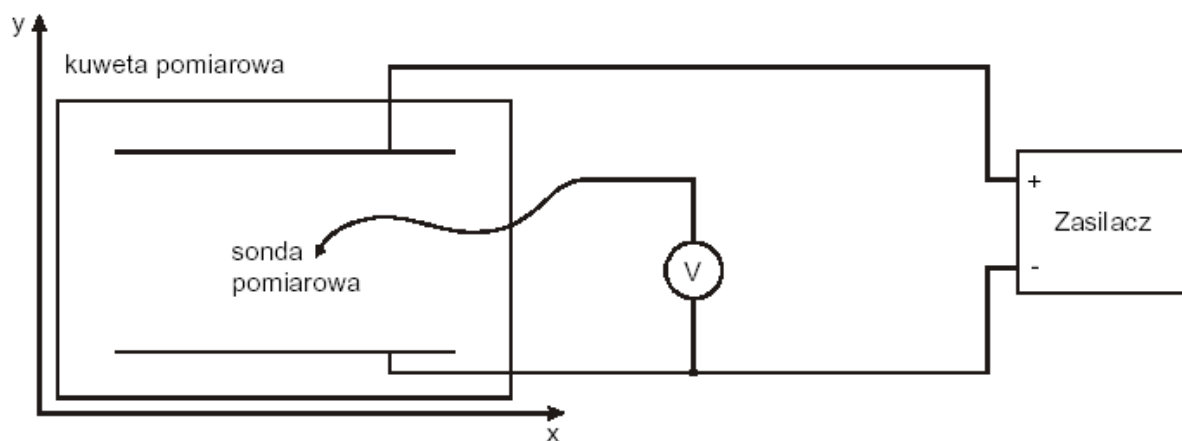
Wybór punktu odniesienia i potencjału w tym punkcie są zwykle dowolne, a potencjał pola elektrostatycznego jest określony z dokładnością do stałej. Znając potencjał pola elektrostatycznego można obliczyć natężenie tego pola:

$$\vec{E}(x, y, z) = -\text{grad } \varphi(x, y, z)$$

Modelem pola elektrostatycznego może być pole elektryczne w przestrzeni wypełnionej jednorodnym materiałem o określonej, zwykle niedużej przewodności elektrycznej. Gęstość prądu w przestrzeni o stałej oporności właściwej ρ określa prawo Ohma:

$$\vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho}$$

2. Wykonanie ćwiczenia



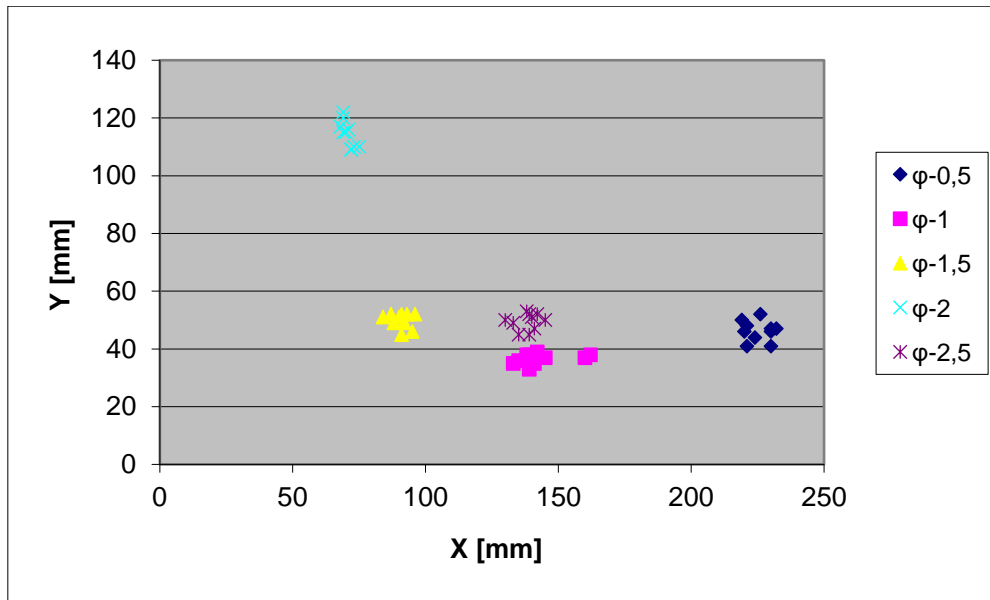
! Schemat pomiarowy

1. Ustawić w kuwecie elektrody wskazane przez prowadzącego ćwiczenia.
2. Ustawić napięcie 3V (lub inne podane przez prowadzącego zajęcia) zasilające elektrody kondensatora.
3. Przesuwając sondę pomiarową wyznaczyć współrzędne x , y punktów posiadających potencjał: 0.5V, 1.0V, 1.5V, 2.0V, 2.5V (lub inne podane przez prowadzącego ćwiczenia).
4. Określić błędy Δx i Δy wyznaczenia współrzędnych punktu posiadającego określony potencjał. W tym celu należy nieznacznie zmieniać położenie sondy pomiarowej wokół danego punktu w takim zakresie, w jakim można uznać, że wskazanie woltomierza nie zmienia się.

3. Tabela

| | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\varphi=0,5 \text{ V}$ | x [mm] | 224 | 220 | 230 | 226 | 227 | 221 | 230 | 50 | 60 | 219 |
| | y [mm] | 44 | 46 | 47 | 52 | 52 | 41 | 46 | 47 | 48 | 50 |
| $\varphi=1 \text{ V}$ | x [mm] | 162 | 160 | 159 | 162 | 155 | 167 | 159 | 158 | 160 | 159 |
| | y [mm] | 38 | 37 | 33 | 36 | 35 | 39 | 38 | 35 | 37 | 38 |
| $\varphi=1,5 \text{ V}$ | x [mm] | 130 | 140 | 139 | 135 | 141 | 144 | 138 | 133 | 145 | 139 |
| | y [mm] | 50 | 51 | 52 | 45 | 47 | 52 | 53 | 49 | 50 | 45 |
| $\varphi=2 \text{ V}$ | x [mm] | 90 | 91 | 88 | 87 | 91 | 95 | 36 | 84 | 83 | 92 |
| | y [mm] | 51 | 52 | 49 | 52 | 45 | 46 | 52 | 51 | 52 | 49 |
| $\varphi=2,5 \text{ V}$ | x [mm] | 70 | 71 | 72 | 69 | 69 | 68 | 72 | 73 | 75 | 69 |
| | y [mm] | 115 | 115 | 116 | 109 | 120 | 122 | 117 | 109 | 110 | 115 |

4. Wykres



5. Wnioski.

Odczytując pomiary z wykresu oraz graficznego jego przedstawienia możemy dostrzec, że każdy punkt badanego potencjału posiada własne położenie w przeznaczonej do naszego padania naczyniu.