



**ĆWICZENIE
108**

**WYZNACZANIE STAŁEJ DIELEKTRYCZNEJ
RÓŻNYCH MATERIAŁÓW**

Zagadnienia

Prawo Gaussa, pole elektrostatyczne, pojemność kondensatora, polaryzacja dielektryczna, łączenie kondensatorów

Instrukcja wykonawcza

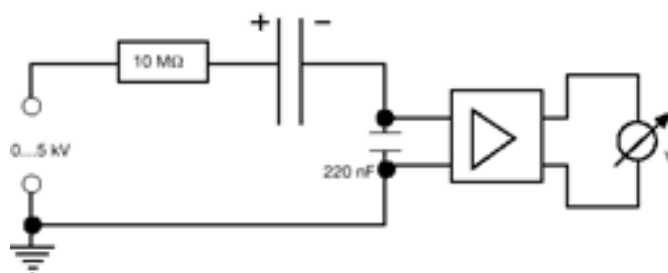
1. Wykaz przyrządów

1. Kondensator płaski, $\phi=260$ mm
2. Zasilacz wysokiego napięcia z cyfrowym wyświetlaczem, 0-10kV, 2 mA, PHYWE
3. Woltomierz 0.3 – 300V DC, 10 –300V AC
4. Płytko plastikowa
5. Uniwersalny wzmacniacz pomiarowy PHYWE z kondensatorem $C=220$ nF

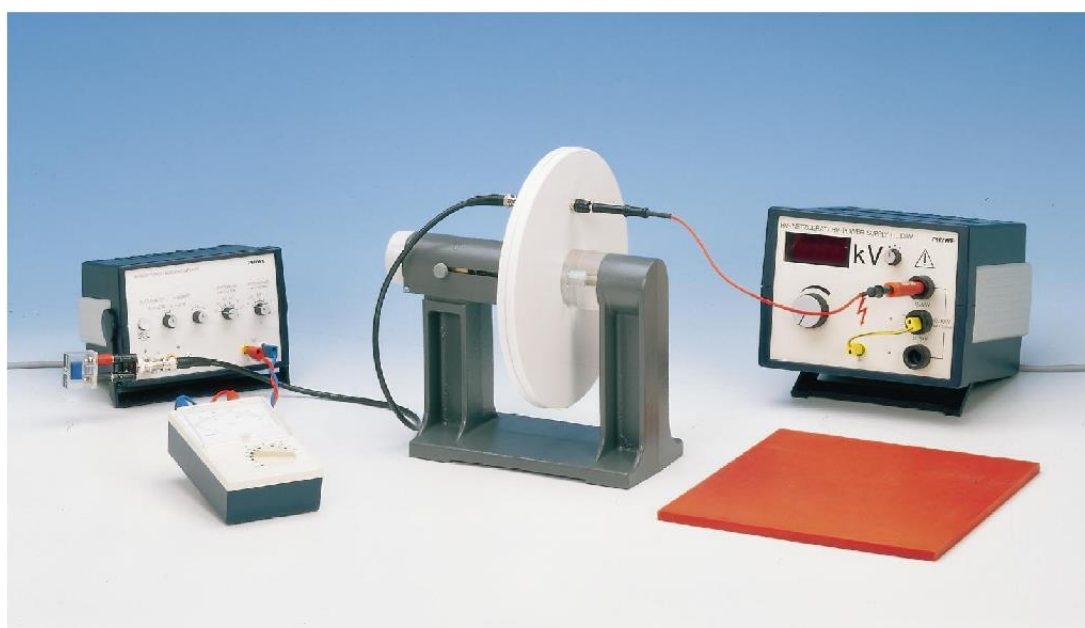
2. Cel ćwiczenia

Pomiar stałej (przenikalności) dielektrycznej próżni oraz stałej dielektrycznej plastiku i szkła.

3. Schemat układu pomiarowego



Rys. 1. Schemat układu pomiarowego.



Rys.2. Stanowisko pomiarowe

4. Przebieg pomiarów

4.1. Wyznaczanie przenikalności dielektrycznej próżni ϵ_0 .

4.1.1. Pomiary dla różnych odległości d między okładkami kondensatora płaskiego (C).

1. Połączyć układ pomiarowy według schematu.
2. Ustawić odległość między płytkami kondensatora płaskiego $d=0.1$ cm. Odległość d między okładkami kondensatora odczytać z podziałki noniusza.
3. Włączyć zasilanie zasilacza wysokiego napięcia i ustawić wartość napięcia przykładanego do płytek kondensatora płaskiego, U_k , na 1,5 kV. Odczekać 60 sekund.
4. Odłączyć przewód łączący okładkę kondensatora z zasilaczem WN (przewód czerwony z opornikiem 10 M Ω).
5. Zmniejszyć pokrętkiem zasilacza napięcie do zera.
6. Połączyć okładkę kondensatora płaskiego ze wzmacniaczem stosując przewód ekranowany, BNC, - czarny z adapterem, gniazdo BNC/wtyk 4 mm.
7. Zmierzyć wartość napięcia U_0 (DC) między okładkami kondensatora (odpowiada napięciu na kondensatorze $C_0=220$ nF). Przed odczytaniem napięcia U_0 odczekać 60 sekund na ustalenie równowagi.
8. Rozładować kondensator przyciskiem „0” znajdującym się w płycie czołowej wzmacniacza (na woltomierzu napięcie U_0 spadnie do zera).
9. Pomiary (punkt 4.1.1.3-4.1.1.8) wykonać dla innych odległości między płytkami kondensatora płaskiego d : 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 i 0.35 mm.

4.1.2. Pomiary dla stałej odległości d między okładkami kondensatora płaskiego.

1. Dla jednej odległości między płytkami kondensatora płaskiego wykonać pomiary (tak jak w części 4.1.1) napięcia, U_0 , między płytkami kondensatora (C_0) dla innych wartości napięcia zasilającego kondensator płaski U_k : 0.5, 1.0, 2.0, 2.5, 3.0, 3,5, 4.0 kV.

4.2. Wyznaczanie stałej dielektrycznej plastiku $\epsilon_{plastiku}$

1. Połączyć układ pomiarowy według schematu.
2. Wstawić między okładki kondensatora płaskiego płytkę plastikową. Odczytać z noniusza grubość płytki (na noniuszu -odległość między płytkami kondensatora).
3. Włączyć zasilanie zasilacza wysokiego napięcia i ustawić wartość napięcia przykładanego do płytek kondensatora płaskiego, U_k , na 1,5 kV. Odczekać 60 sekund.
4. Odłączyć przewód łączący okładkę kondensatora z zasilaczem WN (przewód czerwony z opornikiem 10 M Ω).
5. Zmniejszyć pokrętkiem zasilacza napięcie do zera.
6. Połączyć okładkę kondensatora płaskiego ze wzmacniaczem stosując przewód ekranowany, BNC, - czarny z adapterem, gniazdo BNC/wtyk 4 mm
7. Zmierzyć wartość napięcia U_0 (DC) między okładkami kondensatora (odpowiada napięciu na kondensatorze $C_0=220$ nF). Przed odczytaniem napięcia U_0 odczekać 60 sekund na ustalenie równowagi.
8. Rozładować kondensator przyciskiem „0” znajdującym się w płycie czołowej wzmacniacza (na woltomierzu napięcie U_0 spadnie do zera).
9. Pomiary wykonać dla innych wartości napięcia zasilającego kondensator płaski U_k : 1.0, 1,5, 2.0, 2.5, 3.0, 3,5, 4.0 kV.

5. Opracowanie wyników

5.1. Pomiary przenikalności dielektrycznej (różne odległości między okładkami kondensatora).

1. Obliczyć ładunek elektryczny Q , indukowany w kondensatorze (C_0) dla różnych wartości odległości między okładkami kondensatora płaskiego, korzystając ze wzoru (1):

$$Q = C_0 U_0 \quad (1)$$

gdzie: U_0 - napięcie między okładkami kondensatora (C_0).

Obliczyć niepewność pomiaru $u(U_0)$. Wyznaczyć niepewność pomiaru: $u_c(Q)$.

2. Obliczyć wartość przenikalności dielektrycznej próżni ϵ_0 dla zmierzonych odległości między okładkami kondensatora płaskiego d , korzystając ze wzoru (2):

$$\epsilon_0 = \frac{d}{S} \cdot \frac{Q}{U_k} \quad (2)$$

gdzie: Q - ładunek indukowany na okładkach kondensatora, U_k - napięcie zasilające kondensator płaski, S - powierzchnia okładek kondensatora płaskiego, d - odległość między okładkami kondensatora płaskiego. Przyjąć: $S=0.0531 \text{ m}^2$.

Obliczyć niepewność $u_c(\epsilon_0)$.

3. Narysować wykres zależności ładunku indukowanego na okładkach kondensatora płaskiego od odwrotności odległości między jego okładkami $1/d$ ($U_k=1,5 \text{ kV}$).

5.2. Pomiary przenikalności dielektrycznej próżni (stała odległość między okładkami kondensatora).

1. Analogicznie jak w punkcie 5.1, obliczyć ładunek elektryczny Q , indukowany na okładkach kondensatora (C_0), dla różnych wartości napięcia U_k , zasilającego kondensator (C) dla wybranej odległości między okładkami kondensatora płaskiego (pomiar z punktu 4.1.2) i jego niepewność $u_c(Q)$.

2. Sporządzić wykres zależności $Q=f(U_k)$.

Korzystając z równania (3)

$$Q = C U_k \quad (3)$$

wyznaczyć pojemność kondensatora płaskiego, C , która jest równa wartości współczynnika regresji liniowej (a).

3. Wyznaczyć przenikalność dielektryczną powietrza (ϵ_0) korzystając ze wzoru (4):

$$\epsilon_0 = \frac{C d}{S} \quad (4)$$

i niepewność $u_c(\epsilon_0)$.

4. Obliczyć wartość średnią przenikalności dielektrycznej (ϵ_0) uzyskaną z pomiarów w punkcie 5.1 i 5.2. oraz jej niepewność.

5.3. Pomiary przenikalności dielektrycznej plastiku, $\epsilon_{\text{plastiku}}$.

1. Analogicznie jak w punkcie 5.2.1, obliczyć ładunek elektryczny Q , indukowany na okładkach kondensatora (C_0) dla różnych wartości napięcia zasilającego kondensator płaski z płytką plastikową, U_k , (pomiar z punktu 4.2.6?) i jego niepewność $u_c(Q)$.

2. Sporządzić wykres zależności $Q=f(U_k)$.

Korzystając z równania (5)

$$Q = C_{\text{plastik}} U_k \quad (5)$$

wyznaczyć pojemność kondensatora płaskiego z płytką plastikową, C_{plastik} , która jest równa wartości współczynnika regresji liniowej (a).

3. Wyznaczyć przenikalność dielektryczną plastiku $\epsilon_{\text{plastik}}$, korzystając ze wzoru (6):

$$\epsilon_{\text{plastik}} = \frac{C_{\text{plastik}} d}{S} \quad (6)$$

Obliczyć niepewność $u_c(\epsilon_{\text{plastik}})$.

4. Obliczyć względną przenikalność dielektryczną plastiku ϵ_r korzystając ze wzoru (7):

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_{plastik}}{\varepsilon_0} \quad (7)$$

Obliczyć niepewność względnej przenikalności dielektrycznej plastiku $u_c(\varepsilon_r)$.

5. Na podstawie wyników pomiarów narysować wykres zależności ładunku zgromadzonego na okładkach w zależności od przyłożonego do kondensatora napięcia, U_k , dla kondensatora z płytką plastikową.

Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do odpowiednich tabel.

7. Proponowane tabele (do zatwierdzenia u prowadzącego)

Tabela 1. Pomiary napięcia (U_0) na okładkach kondensatora (C_0) dla różnych odległości między okładkami kondensatora płaskiego (d) i stałego napięcia zasilającego kondensator płaski (U_k), oraz ich niepewności.

U_k kV	$u(U_k)$ kV	d cm	$u(d)$ cm	$1/d$ cm ⁻¹	$u_c(1/d)$ cm ⁻¹	U_0 V	$u(U_0)$ V	Q C	$u_c(Q)$ C	ε_0 pC/Vm	$u_c(\varepsilon_0)$ pC/Vm

Wartość średnia przenikalności dielektrycznej próżni $\varepsilon_{0sr} = \dots\dots\dots$

Niepewność wartości średniej przenikalności dielektrycznej próżni $u_c(\varepsilon_{0sr}) = \dots\dots\dots$

Do obliczeń należy wstawić : $S = 0.0531 \text{ m}^2$, $C_0 = 220 \text{ nF}$

Tabela 2.

Pomiary napięcia (U_0) na okładkach kondensatora (C_0), dla stałej odległości między okładkami kondensatora płaskiego (d), dla różnych napięć zasilających kondensator płaski (U_k) oraz ich niepewności.

d cm	$u(d)$ cm	U_k kV	$u(U_k)$ kV	U_0 V	$u(U_0)$ V	Q C	$u_c(Q)$ C	a C	$u(a)$ C	ε_0 pC/Vm	$u_c(\varepsilon_0)$ pC/Vm

Wartość średnia przenikalności dielektrycznej próżni (Tab.1,2) $\varepsilon_{0sr} = \dots\dots\dots$

Niepewność wartości średniej przenikalności dielektrycznej próżni $u_c(\varepsilon_{0sr}) = \dots\dots\dots$

Do obliczeń należy wstawić : $S = 0.0531 \text{ m}^2$, $C_0 = 220 \text{ nF}$

Tabela 3.

Pomiary napięcia na okładkach kondensatora (U_0), dla stałej odległości między okładkami (d), dla różnych napięć przyłożonych do płytek kondensatora płaskiego (U_k) oraz ich niepewności.

Kondensator wypełniony dielektrykiem (płytką plastikową)

d cm	$u(d)$ cm	U_k kV	$u(U_k)$ kV	U_0 V	$u(U_0)$ V	Q C	$u_c(Q)$ C	a C	$u(a)$ C	$\epsilon_{plastik}$ pC/Vm	$u_c(\epsilon_{plastik})$ pC/Vm

Względna przenikalność plastiku $\epsilon_r = \dots\dots\dots$

Niepewność względnej przenikalności dielektrycznej plastiku $u_c(\epsilon_r) = \dots\dots\dots$

Za wartość przenikalności dielektrycznej próżni ϵ_0 przyjąć wartość otrzymaną w części pierwszej ćwiczenia

Do obliczeń należy wstawić : $S = 0.0531 \text{ m}^2$, $C_0 = 220 \text{ nF}$