

Wydział	Imię i nazwisko 1. 2.	Rok	Grupa	Zespół
PRACOWNIA FIZYCZNA WFiIS AGH	Temat:			Nr ćwiczenia 34
Data wykonania	Data oddania	Zwrot do popr.	Data oddania	Data zaliczenia
				OCENA

Ćwiczenie 34

Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie stałej elektrycznej próżni ϵ_0 oraz weryfikacja wzorów pozwalających obliczyć pojemność zastępczą układu kondensatorów połączonych równoległe i/lub szeregowo.

Zagadnienia kontrolne:

1. Prawo Gaussa i prawo Coulomba.
2. Pojemność elektryczna kondensatorów.
3. Wyliczyć pole elektryczne pochodzące od nieskończonej płaszczyzny naładowanej ładunkiem ze stałą gęstością powierzchniową
4. Wyprowadzić wzór na pojemność kondensatora płaskiego.
5. Szeregowe i równoległe połączenie kondensatorów oraz wyprowadzenie wzorów na pojemności zastępcze.
6. Proszę rozwiązać zadanie przedstawione w części teoretycznej.
7. Prędkość światła, sposoby jej wyznaczania oraz jej niepewność.

Wykonanie:

Przyrządy:

- kondensator płaski o kwadratowych okładkach,
- miernik pojemności,
- zestaw przekładek pleksiglasowych,
- płyty z pleksi oraz rezotexu,
- śruba mikrometryczna, linijka.

Sposób wykonania ćwiczenia:

I. Pomiar stałej elektrycznej próżni oraz wyznaczenie prędkości światła w próżni:

1. Zmierzyć średnice kilku przekładek i wyliczyć ich średnią wartość, D_p .
2. Pogrupować przekładki w grupy po trzy.
3. Zmierzyć grubość przekładek z pierwszej grupy, a następnie umieścić je na dolnej płycie kondensatora. Umieścić płytę górną starając się, aby płyty górna i dolna nie były przesunięte względem siebie. Zmierzyć pojemność tak zbudowanego kondensatora.
Uwaga:
 - proszę zwracać uwagę, żeby nie zewrzeć okładek kondensatora.
 - proszę włączyć miernik i zobaczyć, ile wynosi pojemność kabli dołączeniowych przed podpięciem kondensatora.
 - w trakcie pomiaru nie można dotykać okładek kondensatora ani kabli podłączeniowych, ponieważ powoduje to zmianę mierzonej pojemności.
4. Na pierwszą grupę przekładek położyć przekładki z kolejnej grupy. Zmierzyć grubość słupków złożonych z dwóch przekładek, zbudować kondensator i zmierzyć jego pojemność.
5. Dodając kolejne przekładki i powtarzając procedurę opisaną w poprzednim punkcie, zmierzyć pojemność kondensatora dla kolejnych odległości pomiędzy jego okładkami.
6. Pozostawiając jedną warstwę przekładek ponownie zmierzyć pojemność kondensatora o najmniejszej odległości między okładkami.
7. Zmierzyć długość boku kondensatora

Opracowanie wyników:

1. Sporządzić wykres zależności Cd w funkcji d .
2. Dopasować wielomian drugiego lub trzeciego stopnia. Wyraz wolny oraz jego niepewność odpowiadają $(Cd)_{extrapolowane}$ oraz $u((Cd)_{extrapolowane})$.
3. Korzystając ze wzoru (13) wyliczyć ϵ_0 .
4. Oszacować niepewność wyznaczenia ϵ_0 , czyli $u(\epsilon_0)$. Można skorzystać ze wzoru (13) uproszczonego jako: $\epsilon_0 = \frac{(Cd)_{extrapolowane}}{s}$ (pominięto w nim poprawkę od przekładek), oraz z metody przenoszenia niepewności względnych.

5. Proszę porównać otrzymany wynik z wartością tablicową.
6. Korzystając z otrzymanego wyniku ε_0 oraz wzoru (21) proszę wyliczyć wartość prędkości światła w próżni, jej niepewność oraz porównać otrzymany wynik z tablicowym.

II. Pomiary względnej przenikalności elektrycznej:

1. Zmierzyć pojemność kondensatora całkowicie wypełnionego płytą pleksi o grubości 8 mm. Proszę zapisać również zakres pomiaru miernika, przy którym był wykonany odczyt.
2. Niepewność pomiaru pojemności przy pomocy miernika CHY 15, oblicza się biorąc pod uwagę zakres pomiarowy:
 - a) dla zakresu 200 pF: $u(C) = 0,5\% \text{zakresu} + 1c + 0,5pF$,
 - b) dla zakresów: 2000 pF, 20 nF, 200 nF, 2 μF , 20 μF oraz 200 μF : $u(C) = 0,5\% \text{zakresu} + 1c$,
 - c) dla zakresu 2000 mF: $u(C) = 2\% \text{zakresu} + 1c$,
 - d) dla zakresu 20 mF: $u(C) = 4\% \text{zakresu} + 1c$,
 gdzie 1c oznacza błąd kwantyzacji¹ czyli najmniejszą wartość, jaką można odczytać w danym zakresie.
Przykład: jeżeli wynik pomiaru pojemności zmierzonej na zakresie 2000 pF wynosi 219 pF, to niepewność pomiaru wynosi $0,005 \cdot 2000pF + 1pF = 11pF$.
3. Powtórzyć pomiar pojemności dla pleksi o grubości 4 mm oraz dla rezotexu o grubości 8 i 4 mm.
4. Wyznaczyć względne przenikalności dielektryczne dla pleksi oraz dla rezotexu oraz ich niepewności.
5. Proszę porównać otrzymane wyniki z tablicowymi oraz między różnymi płytami z tego samego materiału.

III. Sprawdzenie wzoru na równoległe połączenie kondensatorów:

1. Zmierzyć pojemność dla kondensatora, którego objętość jest wypełniona po połowie dwiema płytami z rezotexu oraz pleksi (Rys. 6a oraz Rys. 7)
2. Wyliczyć pojemność zastępczą dla tego układu, korzystając z równania (10) oraz wyników dla płyt o grubości 8 mm.
3. Otrzymane wyniki porównać ze sobą.
Wariant drugi opracowania:
4. Wyliczyć efektywny względny współczynnik przenikalności elektrycznej korzystając z równania (15) oraz jego niepewność.
5. Porównać otrzymany wynik z efektywnym względnym współczynnikiem przenikalności elektrycznej wyznaczonym z pomiaru (III.1).

¹ Kwant oznacza pewną najmniejszą wartość (zwykle energii), którą można zmierzyć. Przy pomocy miernika cyfrowego nie można zmierzyć wartości mniejszej od jednostki najmniejszego zakresu (podobnie jak nie można zapłacić 0,5 grosza), co trzeba uwzględnić przy wyliczaniu niepewności

IV. Sprawdzenie wzoru na szeregowe połączenie kondensatorów:

1. Zmierzyć pojemność kondensatora wypełnionego dwiema płytami o grubości 4 mm każda; jedna z płyt powinna być z rezotexu, a druga z pleksi (*Rys. 6b* oraz *Rys. 8*).
2. Wyliczyć pojemność zastępczą tego układu korzystając ze wzoru (6) oraz z wyników dla płyt o grubości 4 mm.
3. Czy otrzymane wyniki są zgodne ze sobą?
Drugi wariant opracowania:
4. Wyliczyć efektywny względny współczynnik przenikalności elektrycznej korzystając z równania (17) oraz jego niepewność.
5. Porównać otrzymany wynik z efektywnym względnym współczynnikiem przenikalności elektrycznej wyznaczonym z pomiaru (IV.1).

Wnioski dodatkowe:

1. W którym przypadku otrzymujemy większą pojemność przy tej samej objętości dielektryków wypełniających kondensator?
2. Czy otrzymany wynik jest zgodny z wynikiem zadania przykładowego?

Tabele pomiarów:

Liczba przekładek	d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_3 [mm]	$d = \frac{d_1+d_2+d_3}{3}$ [mm]	C [pF]	$C \cdot d$ [pF·mm]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
1						

Materiał	C [pF]	Zakres	u(C) [.....]	ϵ_r	$u(\epsilon_r)$
Rezotex 8 mm					
Rezotex 4 mm					
Pleksi 8 mm					
Pleksi 4 mm					

Połączenie równoległe	C [pF]	Zakres	u(C) [.....]	ϵ_r	$u(\epsilon_r)$
zmierzone					
obliczone					

Połączenie szeregowe	C [pF]	Zakres	u(C) [.....]	ϵ_r	$u(\epsilon_r)$
zmierzone					
obliczone					