

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

Ćwiczenie nr 33: Kondensatory

Cel ćwiczenia

Pomiar pojemności kondensatorów powietrznych i z warstwą dielektryka w celu wyznaczenia stałej elektrycznej ϵ_0 (przenikalności dielektrycznej próżni) i przenikalności względnych ϵ_r różnych materiałów.

Zagadnienia kontrolne

1. Prawo Gaussa i prawo Coulomba.
2. Pojemność elektryczna i jej jednostki.
3. Pojemność kondensatora płaskiego – wzór i poczynione przybliżenia.
4. Zdefiniuj pole jednorodne. W jakim kondensatorze (płaskim, cylindrycznym) można wytworzyć jednorodne pole elektryczne?
5. Jaka będzie pojemność kondensatora płaskiego, którego elektrody rozdzielają dwie warstwy dielektryka o grubościach d_1 i d_2 oraz przenikalnościach ϵ_{r1} i ϵ_{r2} ?
6. Z wartości ϵ_0 obliczamy prędkość światła c przy użyciu wzoru (5). Jeżeli niepewność względna pomiaru dla ϵ_0 wynosi $u(\epsilon_0)/\epsilon_0$, to niepewność względna dla prędkości światła $u_r(c)/c$ jest 2 razy mniejsza. Dlaczego?

*Ocena
i podpis*

1. Układ pomiarowy

Układ pomiarowy jest bardzo prosty (rys. 1) – składa się z badanego kondensatora i cyfrowego miernika podatności

Kondensator zestawia się z dwu kołowych płyt aluminiowych o płaskiej powierzchni oraz z przekładek wytoczonych z płyty pleksiglasowej. Potrzebne wymiary geometryczne mierzymy przy pomocy przymiaru milimetrowego i śruby mikrometrycznej.

Do pomiaru pojemności kondensatora służy miernik LCR

2. Wykonanie ćwiczenia

1. Włączyć miernik LCR do sieci za pośrednictwem miniaturowego zasilacza. Nastawić zakres 200 pF. Jeżeli wskazania miernika różnią się od zera więcej niż 0,2 pF wtedy przyrząd należy wyzerować. Zerowanie wykonać dla miernika z dołączonymi przewodami zakończonymi „krokodylkami”.
2. Zestawić kondensator z płyt (ustawiać dokładnie jedną nad drugą) i trzech pojedynczych izolacyjnych przekładek. Wyniki pomiarów d_1 , d_2 , d_3 i C oraz obliczone wartości d i Cd notować w tabeli 1.
Uwaga: krążki przekładkowe posiadają jednakową średnicę, natomiast ich grubości różnią się ze względu na fluktuacje grubości płyty pleksiglasowej, z której zostały wytoczone. Dlatego mierzymy (śrubą mikrometryczną) indywidualne grubości krążków d_1 , d_2 , d_3 , i do dalszych obliczeń bierzemy wartość średnią. Podczas pomiaru wartości C odsunąć ręce od układu, gdyż dotykane mierzonego kondensatora powoduje zauważalny wzrost pojemności!
3. Pomiar pojemności powtórzyć dla wzrastającej liczby 2,3,4,5... przekładek w każdym z trzech słupków krążków (rys. 1). Nie mierzyć grubości pojedynczych krążków, lecz całego „słupka” użytego do „budowy” kondensatora.
4. Na zakończenie powtórzyć pomiar dla kondensatora z pojedynczymi przekładkami.
5. Zmierzyć pojemności kondensatorów zestawionych z okładek metalowych rozdzielonych płytami wykonanymi z różnych dielektryków.
6. Zmierzyć pozostałe wymiary geometryczne potrzebne dla obliczenia ε_0 i ε_r .
7. Dla odcinka kabla koncentrycznego zmierzyć jego pojemność i niezbędne wymiary geometryczne.

3. Wyniki pomiarów

Pomiar 1: Kondensator płaski – wyznaczenie $\epsilon \cdot \epsilon_0$

Pomiar pojemności kondensatora w funkcji odległości elektrod

240mm

Tabela 1

Liczba przekładek	d_1 [mm]	d_2 [mm]	d_3 [mm]	$d = (d_1 + d_2 + d_3)/3$ [mm]	C [pF]	Cd [mm·pF]
1	2.83	2.83	2.83		147.8	35472
2	4.79	4.79	4.79		92.8	22272
3	6.75	6.75	6.75		68.4	16416
4	8.71				55.0	13200
5	10.67				46.2	11088
1	1.96	1.96	1.96		218	52320

Średnica kondensatora 24 cm.

Średnica przekładki 19,72 mm

Pomiar 2: Kondensator płaski z dielektrykami.

Tabela 2

<i>Materiał</i>	d [mm]	C [nF]
Pleksiglass	9.95	0.13
PCV	2.94	0.40
Drewno	8.34	0.18

Pomiar 3: Kabel koncentryczny

Średnica zewnętrzna $2R$ - 2.69 mm

Średnica wewnętrzna $2r$ - 1.07 mm

Długość l - 450mm

Pojemność kabla C : 26.6 pF.

4. Opracowanie wyników

Pomiar 1: kondensator płaski – wyznaczenie ϵ_0

- Wykonać wykres iloczynu Cd w funkcji odległości okładek d .
- Przez punkty eksperymentalne przeprowadzić gładką krzywą. Odczytaj z wykresu wartość ekstrapolowaną do $d = 0$:

$$(Cd)_{\text{extr}} = \dots\dots\dots$$

Uwaga: zależność iloczynu Cd od grubości d jest dla naszego eksperymentu nieliniowa. Dlatego nie można stosować ekstrapolacji liniowej.

Metoda graficzna polega na poprowadzeniu gładkiej krzywej (niekoniecznie przechodzącej przez wszystkie punkty) i przedłużeniu jej aż do przecięcia z osią pionową.

Metoda analityczna polega na dopasowaniu do danych wielomianu stopnia drugiego ($y = a_0 + a_1x + a_2x^2$) lub trzeciego ($y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$). Wyraz stały a_0 wielomianu jest wartością ekstrapolowaną $(Cd)_{\text{extr}}$. Niepewność wyrazu wolnego, $u(a_0)$, jest niepewnością wyznaczenia $(Cd)_{\text{extr}}$. Opcję dopasowania wielomianów posiada program dostępny na Pracowni.

- wartość stałej elektrycznej wynosi

$$\epsilon_0 = \dots\dots\dots$$

- prędkość światła

$$c = \dots\dots\dots$$

- niepewność wyznaczenia stałej elektrycznej obliczyć można z prawa przenoszenia niepewności zastosowanego do wzoru roboczego (5). Można pominąć przy tym wyraz poprawkowy

$$3(\epsilon_r - 1)D_p^2 \text{ i obliczenia niepewności złożonej wykonać dla wzoru } \epsilon_0 = \frac{4}{\pi} \frac{(Cd)_{\text{extr}}}{D^2},$$

z zastosowaniem prawa przenoszenia niepewności względnych.

- czy w granicach niepewności rozszerzonej uzyskany wynik jest zgodny z wartością tabelaryczną?