

4. Opracowanie wyników

Część I: kondensator płaski – wyznaczenie ϵ_0

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

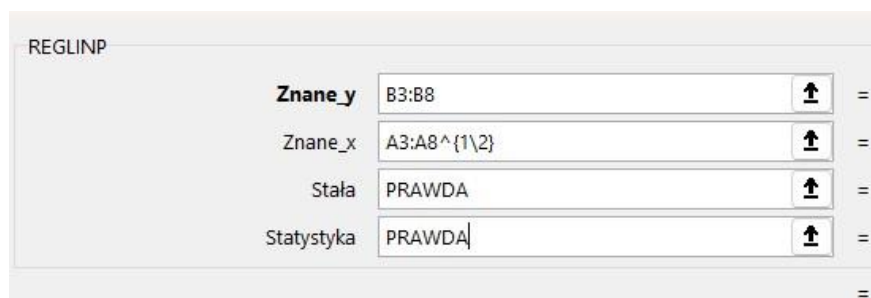
$(Cd)_{\text{extr}} = \dots\dots\dots$

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

Proszę skorzystać z metody analitycznej, która polega na dopasowaniu do danych wielomianu stopnia drugiego ($y=a_0+a_1x+a_2x^2$) i trzeciego ($y=a_0+a_1x+a_2x^2+a_3x^3$) – obie krzywe należy pokazać na jednym wykresie. Wyraz stały wielomianu a_0 jest wartością ekstrapolowaną $(Cd)_{\text{extr}}$. Do dalszych obliczeń proszę wybrać wartość $(Cd)_{\text{extr}}$ uzyskaną z dopasowania wielomianowego – tego, które zdaniem Studentów jest lepsze.

Niepewność wyznaczenia wyrazu wolnego $u(a_0)$, jest niepewnością wyznaczenia $(Cd)_{\text{extr}}$. Można ją wyznaczyć korzystając z funkcji REGLINP w programie Microsoft Office Excel. W tym celu należy:

- Zaznaczyć w arkuszu obszar składający się z trzech wierszy i trzech kolumn (dla dopasowania wielomianu drugiego stopnia) lub trzech wierszy i czterech kolumn (dla dopasowania wielomianu trzeciego stopnia).
- W oknie funkcji REGLINP za argument **Znane_y** należy podstawić adresy komórek, w których znajdują się wyznaczone wartości iloczynu Cd , a za **Znane_x** adresy komórek z odległościami okładek d oraz $\wedge\{1\2\}$ (dla dopasowania wielomianu drugiego stopnia) lub $\wedge\{1\2\3\}$ (dla dopasowania wielomianu trzeciego stopnia). Za wartości argumentów **Stala** i **Statystyka** należy przyjąć PRAWDA.



Rys. 1. Przykład zastosowania funkcji REGLINP dla dopasowania wielomianu drugiego stopnia.

- Nacisnąć kombinację klawiszy **Ctrl-Shift-Enter**.
- Wynikiem regresji będzie tabela, w której będą znajdować się parametry wielomianu dopasowanego do zadanych argumentów **Znane_x** i **Znane_y**. Dla dopasowania wielomianu drugiego stopnia uzyskana tabela będzie wyglądała następująco:

Wartość współczynnika a_2	Wartość współczynnika a_1	Wartość współczynnika a_0
Niepewność wyznaczenia a_2	Niepewność wyznaczenia a_1	Niepewność wyznaczenia a_0
Współczynnik korelacji R^2	Niepewność wyznaczenia wartości y	-

c) Wartość stałej elektrycznej wynosi:

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

d) Prędkość światła:

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

e) Niepewność wyznaczenia stałej elektrycznej obliczyć można z prawa przenoszenia niepewności zastosowanego do wzoru roboczego (5). Można przy tym pominąć wyraz poprawkowy $3(\epsilon_r - 1)D_p^2$ i obliczenia niepewności złożonej wykonać dla wzoru

$\epsilon_0 = \frac{4}{\pi} \frac{(Cd)_{\text{extr}}}{D^2}$ z zastosowaniem prawa przenoszenia niepewności względnych:

$$\frac{u(\epsilon_0)}{\epsilon_0} = \sqrt{\left[\frac{u((Cd)_{\text{extr}})}{(Cd)_{\text{extr}}} \right]^2 + \left[\frac{-2 u(D)}{D} \right]^2}, \quad (1)$$

więc:

$$u(\epsilon_0) = \epsilon_0 \frac{u(\epsilon_0)}{\epsilon_0}. \quad (2)$$

f) Czy obliczona wartość ϵ_0 jest zgodna w granicach niepewności rozszerzonej z wartością tabelaryczną?

g) Obliczyć wartość prędkości światła i jej niepewność z prawa przenoszenia niepewności.

Za stałą magnetyczną proszę przyjąć wartość $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{V}\cdot\text{s}}{\text{A}\cdot\text{m}}$.

Część II: kondensator płaski – wyznaczenie ϵ_r dla różnych dielektryków i kabel koncentryczny

Obliczyć wartości przenikalności względnej ϵ_r dla dielektryków w kondensatorze płaskim i dla kabla koncentrycznego (polietylen). Porównać obliczone wartości ϵ_r z wartościami tablicowymi (bez obliczania niepewności). Wyniki zestawić w tabeli.

Tab. 1. Porównanie wyznaczonych wartości ϵ_r z wartościami tabelarycznymi

Material	Wyznaczona wartość ϵ_r	Wartość tablicowa ϵ_r

Opracowanie zostało przygotowane na podstawie:

1. *Zeszyt A1 do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki* – prof. dr hab. Janusz Wolny (red.), <http://www.ftj.agh.edu.pl/wfitj/dydaktyka/zeszyt.pdf> (dostęp: 29.02.2024)
2. *Instrukcja i opis ćwiczenia 33: Kondensatory* – Pracownia Fizyczna WFIS AGH, http://website.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/index.php?p=cwiczenia (dostęp: 29.02.2024)
3. *Wykonywanie Regresji Liniowej przy użyciu programu Microsoft Excel* – Michał Poliński, http://website.fis.agh.edu.pl/~pracownia_fizyczna/pomoce/Regresja%20w%20Excelu.pdf (dostęp: 29.02.2024)
4. Strona internetowa: *How to Fit a Polynomial Curve in Excel (Step-by-Step)*, <https://www.statology.org/excel-polynomial-fit/> (dostęp: 29.02.2024)