

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

Poročilo

Vaja 47 - Sila med ploščama kondenzatorja

Luka Orlič

3. april 2023

Kazalo

Seznam uporabljenih simbolov	2
1 Teoretični uvod	3
2 Naloga	4
3 Naloga	4
4 Potrebščine	4
5 Skica	4
6 Meritve	4
7 Obdelava meritev	5
8 Analiza rezultatov	7

Seznam uporabljenih simbolov

Oznaka	Pomen
Δ	TEXT, enota: <i>UNIT</i>
B	Magnetno polje , enota: <i>T</i>
p_m	Magnetni dipolni navor , enota: <i>Am²</i>
N	Število ovojev , enota: /
S	preseki, enota: <i>m²</i>
M	Navor , enota: <i>Nm</i>
I	Tok , enota: <i>A</i>
μ_0	indukcijska konstanta, enota: <i>Vs/Am</i>
ϕ	Kot med tuljavam , enota: deg

1 Teoretični uvod

Zaradi električnih sil med nasprotnima nabojema se elektrodi kondenzatorja privlačita. Pri ploščatem kondenzatorju, ki ima plošči s ploščino S v razmiku d , je kapaciteta opisana po enačbi (1), kjer je ϵ_0 električna konstanta. Če kondenzator priključimo na napetost U , je sila F med ploščama enaka produktu naboja e_1 na prvi plošči in poljske jakosti E_2 , ki bi jo dobili samo z nabojem na drugi plošči. Pri tem je e_1 opisan z enačbo (3) in E_2 je opisan z enačbo (4). Iz izraza za kapaciteto kondenzatorja sledi, da je sila sorazmerna s kvadratom napetosti in velja enačba (5).

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \tag{1}$$

$$F = e_1 E_2 \tag{2}$$

$$e_1 = CU \tag{3}$$

$$E_2 = \frac{U}{d} \tag{4}$$

$$F = \frac{CU^2}{d} = \frac{\epsilon_0 SU^2}{d^2} \tag{5}$$

2 Naloga

- i.) Z uravnovešenjem navora na tuljavo v homogenem magnetnem polju Helmholtzove tuljave določi induksijsko konstanto.

3 Naloga

- i.) Izmeri silo med ploščama danega kondenzaotnja v odvisnosti od napetosti in določi električno konstanto.

4 Potrebščine

- Tehnica s kondenzatorskima ploščama,
- Usmernik za 2000V,
- Voltmeter,
- 2 žici z bananami.

5 Skica

Skice ni.

6 Meritve

Meritve				
Index	masa [g]	U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]
1	1	639	637	656
2	1.2	760	773	769
3	1.3	845	850	843
4	1.5	1083	1076	1079
5	2	1391	1348	1361
6	2.2	1469	1442	1449
7	2.5	1631	1626	1633
8	3	1820	1814	1866
9	3.2	1897	1910	1903

$$r = 9,5 \text{ cm}$$

$$d = 0,51 \text{ cm}$$

(6)

7 Obdelava meritev

Za računanje U^2 , uporabimo aritmetično povprečje vrednosti U_1 , U_2 , U_3 pri isti masi, kjer je $\Delta V \approx 15V$. Za silo teže smo izračunali iz mase z enčbo $F = mg$; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

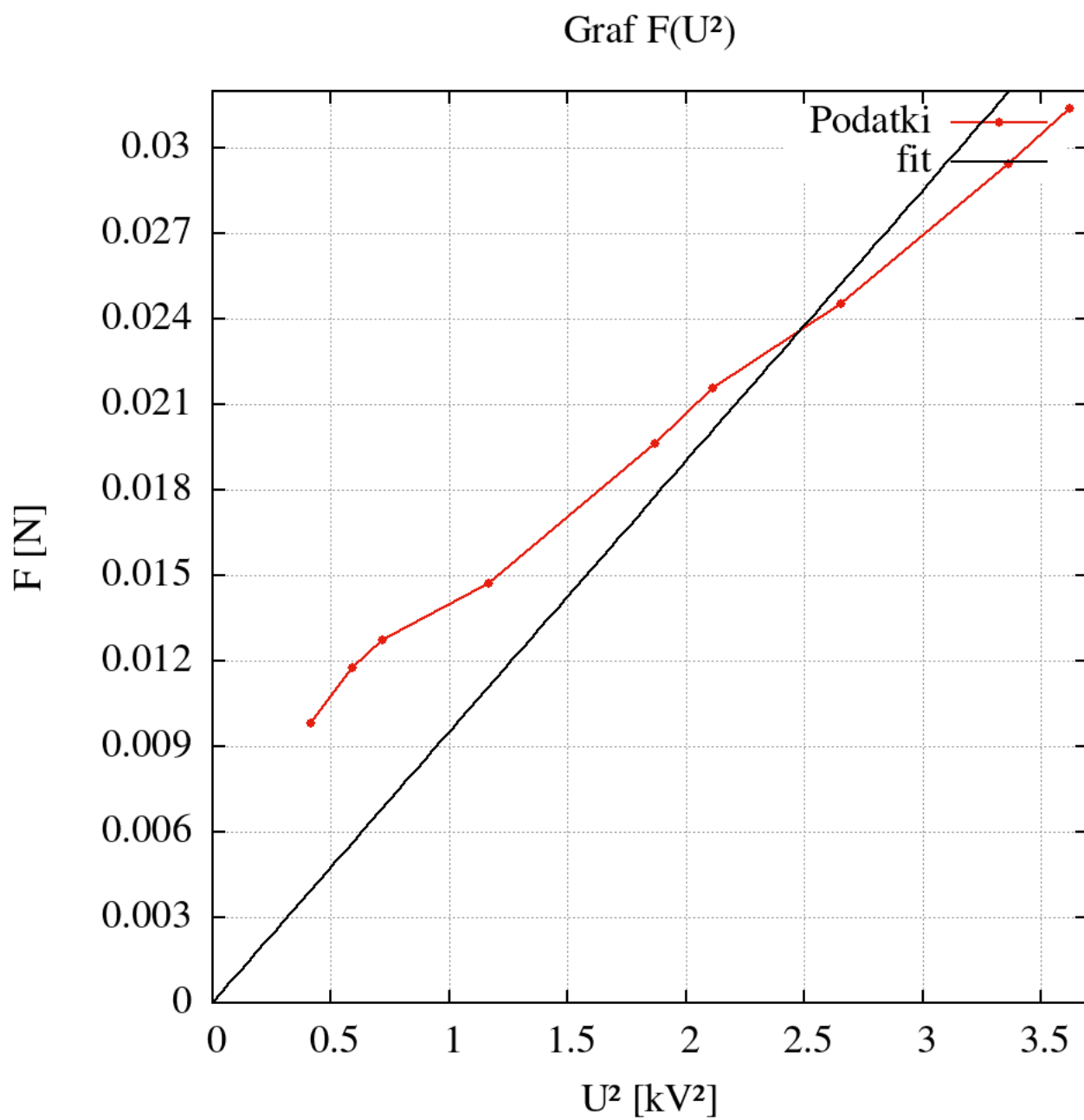
Z linearnim fitom, smo določili premico, ki se podatkom najbolj prilega v obliki funkcije $f(x) = kx + n$; $n = 0$. To prikazuje graf (1). Primerjamo z izračunano vrednostjo funkcije, kjer je $\epsilon_0 = (c^2\mu_0)^{-1}$; $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/A} \wedge c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Dobili smo:

$$\begin{aligned} k_{izm.} &= 9.5 \cdot 10^{-9} \text{ N/V}^2 \\ k_{izr.} &= 5.0 \cdot 10^{-9} \text{ N/V}^2 \\ R &= \frac{k_{izm.}}{k_{izr.}} \approx 2 \end{aligned} \tag{7}$$

S pomočjo enačbe (8), dobimo izraz za izračunanja ϵ_0 . Primerjamo z pričakovano vrednostjo:

$$\begin{aligned} F &= \frac{\epsilon_0 S U^2}{2d^2} \\ k &= \frac{\epsilon_0 S}{2d^2} \\ \epsilon_0 &= \frac{2kd^2}{S} \end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned} IZR : \quad \epsilon_0 &= 6,29 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \\ IZM : \quad \epsilon_0 &= 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m} \end{aligned} \tag{9}$$



Slika 1: Graf $F(U^2)$; OPOMBA: $(kV)^2 = 10^6 \cdot V^2$

8 Analiza rezultatov

Rezultat smo izračunali na 27% natančno. Nenatančnost izvira predvsem iz merjenja razmika med ploščama.

V realni uporabi, se ϵ_0 uporablja za računanje debeline d med ploščama. V našem primeru dobimo, da je $d \approx 19 \text{ cm}$