



Fizikalni praktikum II

Poročilo

Vaja 47: Sila med ploščama kondenzatorja

Simon Bukovšek

Datum vaje: 22. februar 2022

Datum oddaje poročila: 29. februar 2022

1 Teoretični uvod

Električna sila na naboj q v električnem polju \vec{E} je enaka:

$$\vec{F} = e\vec{E}.$$

Pri kondenzatorju je električno polje enako

$$E = \frac{U}{2d},$$

kjer je d razmik med ploščama, naboj na posamezni plošči pa

$$e = CU.$$

Kapacitivnost kondenzatorja izračunamo po enačbi:

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d},$$

kjer je S površina plošče kondenzatorja in $\epsilon_0 = 8,855 \cdot 10^{-12}$ As/Vm dielektričnost praznega prostora. Tako lahko izrazimo odvisnost sile med ploščama od napetosti med njima:

$$F = \frac{\epsilon_0 S U^2}{2d^2}$$

2 Pripomočki

- Vir prilagodljive napetosti
- Dve plošči, obe povezani z virom napetosti, ena na tleh, druga na tehtnici
- Tehnica
- Uteži

3 Meritve

Najprej smo povečali napetost na najvišjo vrednost, da je bila tehtnica obrnjena proti kondenzatorju. Nato smo na drugo stran obesili utež in toliko časa zmanjševali napetost, da je utež pretehtala silo med ploščama in se je tehtnica obrnila v smer uteži. To smo ponovili trikrat za vsako utež pri sedemnajstih različnih vzmeteh.

4 Izmerjeni podatki

Polmer okrogle plošče kondenzatorja je bil enak $r = (9,5 \pm 0,1)$ cm, razmik med ploščama pa $d = (0,51 \pm 0,01)$ cm. Podatki meritev so podani v naslednji tabeli.

| m [g] (± 5 mg) | U [kV] (± 30 V) | | |
|-----------------------|------------------------|------------|------------|
| | 1. meritev | 2. meritev | 3. meritev |
| 1700 | 1.810 | 1.820 | 1.820 |
| 1600 | 1.730 | 1.750 | 1.750 |
| 1500 | 1.690 | 1.690 | 1.650 |
| 1400 | 1.630 | 1.580 | 1.610 |
| 1300 | 1.590 | 1.580 | 1.570 |
| 1200 | 1.490 | 1.500 | 1.500 |
| 1100 | 1.420 | 1.430 | 1.420 |
| 1000 | 1.350 | 1.350 | 1.350 |
| 900 | 1.270 | 1.260 | 1.270 |
| 800 | 1.180 | 1.190 | 1.200 |
| 700 | 1.080 | 1.070 | 1.030 |
| 600 | 0.996 | 0.970 | 0.998 |
| 500 | 0.882 | 0.878 | 0.890 |
| 400 | 0.788 | 0.811 | 0.813 |
| 300 | 0.700 | 0.700 | 0.680 |
| 200 | 0.537 | 0.453 | 0.460 |
| 100 | 0.239 | 0.236 | |

5 Analiza podatkov

Če mase pomnožimo z gravitacijskim pospeškom, dobimo sile. Iz izmerjenih podatkov o napetostih lahko izračunamo povprečje in kvadriramo. Silo lahko nato narišemo kot funkcijo v odvisnosti od napetosti na kvadrat. Preračunane sile in kvadrati napetosti so skupaj z napakami podani v spodnji tabeli.

| F [mN] (± 49 μ N) | U^2 [(kV) ²] | F [mN] (± 49 μ N) | U^2 [(kV) ²] |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 16.677 | $3,300 \pm 0,031$ | 7.848 | $1,416 \pm 0,023$ |
| 15.696 | $3,039 \pm 0,057$ | 6.867 | $1,124 \pm 0,049$ |
| 14.715 | $2,811 \pm 0,106$ | 5.886 | $0,976 \pm 0,025$ |
| 13.734 | $2,581 \pm 0,106$ | 4.905 | $0,780 \pm 0,008$ |
| 12.753 | $2,496 \pm 0,041$ | 3.924 | $0,646 \pm 0,015$ |
| 11.772 | $2,240 \pm 0,021$ | 2.943 | $0,481 \pm 0,009$ |
| 10.791 | $2,026 \pm 0,019$ | 1.962 | $0,234 \pm 0,018$ |
| 9.810 | $1,823 \pm 0,005$ | 0.981 | $0,056 \pm 0,005$ |
| 8.829 | $1,604 \pm 0,015$ | | |

Na grafu sile v odvisnosti od kvadrata napetosti, bi morali podatki tvoriti premico z naklonom $k = \frac{\epsilon_0 S}{2d^2}$. Podatki so prikazani na spodnjem grafu.

Naklon premice je enak $k = (4,865 \pm 0,226)$ kV²/mN = $(4,865 \pm 0,226) \cdot 10^{-9}$ V/N. Iz tega dobimo, da je $\epsilon_0 = \frac{2kd^2}{\pi r^2} = (8,926 \pm 0,992) \cdot 10^{-12}$ As/Vm. Prava vrednost je pri $\epsilon_0 = 8,855 \cdot 10^{-12}$ As/Vm, torej gre za 0.8% napako, hkrati pa je prava vrednost znotraj merske napake.

Graf sile med ploščama (F) v odvisnosti od kvadrata napetosti (U^2)