

**16-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**10-oji užduotis Nr. FT16-10 / 2023 01 09 – 2023 02 05**

**Sąlyga / FT16-10 ▼**

**Plokščiasis kondensatorius**

Visa erdvė tarp plokščiojo kondensatoriaus metalinių elektrodų yra užpildyta dielektriku, kurio tūris  $V = 1 \text{ cm}^3$ , o santykinė dielektrinė skvarba  $\varepsilon = 6$ . Kondensatorių prijungus prie elektrinės įtampos šaltinio, elektrodai dielektrike sudarė slėgį  $p = 1,2 \text{ Pa}$ . Raskite:

- 1) Elektrodų paviršinių krūvių tankį ( $\mu\text{C}/\text{m}^2$ );
- 2) Elektrostatinio lauko stiprį dielektrike (kV/m);
- 3) Surištųjų paviršinių krūvių tankį dielektrike ( $\mu\text{C}/\text{m}^2$ );
- 4) Elektrostatinio lauko energiją ( $\mu\text{J}$ ).

Elektrinė konstanta  $\varepsilon_0 = 8,85 \text{ pF/m}$ .

*Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas – Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto senjoras, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 01 09.

**Aiškinamasis sprendimas / FT16-10 ▼**

Duota:  $V = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ ;  $\varepsilon = 6$ ;  $p = 1,2 \text{ Pa}$ ;  $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ .

Rasti:  $\sigma$ ;  $E$ ;  $\sigma_1$ ;  $W$ .

Vienas kondensatoriaus elektrodas, kurio plotas  $S$  ir elektros krūvis  $q = \sigma S$ , kito elektrodo, įelektrinto priešingo ženklo krūviu, elektrostatiniame lauke, kurio stipris  $E_2 = 0,5 E = \sigma / 2\varepsilon_0\varepsilon$ , yra veikiamas jėga  $F = qE_2$ , sudarančia slėgį:

$$p = \frac{F}{S} = \sigma E_2 = \frac{\sigma^2}{2\varepsilon_0\varepsilon}.$$

Iš čia elektrodo paviršinių krūvių tankis:

$$\sigma = \sqrt{2\varepsilon_0\varepsilon p}; \quad \sigma = \sqrt{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 1,2} \approx 11,3 \text{ } (\mu\text{C}/\text{m}^2).$$

Elektrostatinio lauko stipris dielektrike randamas sudėjus abiejų elektrodų kuriamų laukų stiprius:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon} = \sqrt{\frac{2p}{\varepsilon_0\varepsilon}}; \quad E = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6}} \approx 213 \text{ (kV/m)}.$$

Elektrostatinio lauko stiprį dielektrike galime susieti su surišusių paviršinių krūvių tankiu:

$$E = \frac{\sigma - \sigma_1}{\varepsilon_0}; \quad \sigma_1 = \sigma - \varepsilon_0 E = \sigma \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = \sqrt{2\varepsilon_0\varepsilon p} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right);$$

$$\sigma_1 = \sqrt{2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 1,2} \left(1 - \frac{1}{6}\right) \approx 9,4 \text{ } (\mu\text{C}/\text{m}^2).$$

Elektrostatinio lauko energijos tankis kondensatoriaus tūrio vienetu  $w = 0,5\varepsilon_0\varepsilon E^2$ , tai energija<sup>\*)</sup>:

$$W = wV = 0,5\varepsilon_0\varepsilon E^2V; W = 0,5 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 6 \cdot 213^2 \approx 1,2 (\mu\text{J}).$$

Pastaba: <sup>\*)</sup> atstumas tarp kondensatoriaus elektrodų tegu yra  $d$ , tūris  $V = Sd$ , elektrinė talpa  $C = \varepsilon_0\varepsilon S/d$ , o elektrostatinio lauko energija lygi dielektrike sudaryto slėgio ir jo tūrio sandaugai:

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{\sigma^2V}{2\varepsilon_0\varepsilon} = pV; W = 1,2 \cdot 10^{-6} = 1,2 (\mu\text{J}).$$

*Aiškinamąjį sprendimą pateikė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 02 21.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT16-10 ▼**

Užduotį teisingai išsprendė du turnyro dalyviai, o kiti dalinai klydo susiedami elektrostatinio lauko stiprį su paviršinių elektros krūvių tankiais.

*Sprendimų aptarimą parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 02 21.

### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT16-10 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Elektrodų krūvių tankis	3
2.	Elektrostatinio lauko stipris	2
3.	Surištųjų krūvių tankis	3
4.	Elektrostatinio lauko energija	2
5.	Nerodomi skaičiavimai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-4)	-0,5
6.	Vėlavimas pateikti sprendimą (vienai parai)	-1
7.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-4)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimų įvertinimas		10

*Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelę parengė užduoties autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2023 02 21.