

# 11-ASIS FIZIKOS TURNYRAS

5-oji užduotis Nr. FT11-5 / 2017 10 09 – 2017 11 05

Sąlyga / FT11-5 ▼

## Keturi taškiniai krūviai

Kvadrato, kurio kraštinės ilgis lygus 10 cm, viršūnėse yra keturi vienodi taškiniai elektros krūviai, kurių sąveikos potencinė energija yra 6 mJ. Apskaičiuokite:

- 1) krūvių sumą;
- 2) elektrinį potencialą kvadrato centre;
- 3) elektrinio lauko stiprį kraštinės viduryje.

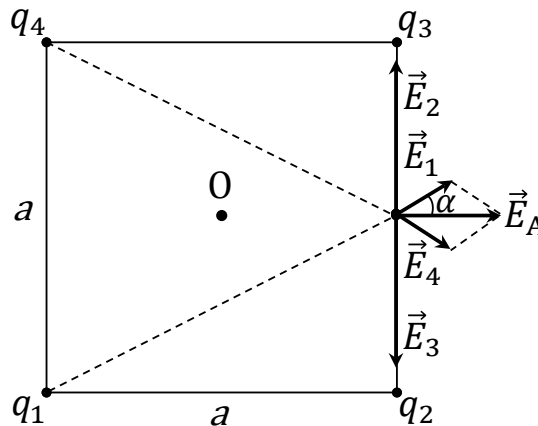
*Užduotį parengė Vilniaus universiteto Taikomųjų mokslų instituto direktoriaus pavaduotojas, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Puslaidininkių fizikos katedros docentas, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, jos steigėjų tarybos narys ir dėstytojas doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2017 10 09.

## Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT11-5 ▼

Duota:  $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q/4$ ;  $a = 0,1\text{m}$ ;  $W = 6 \cdot 10^{-6}\text{J}$ ;  $k = 9 \cdot 10^9\text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

Rasti:  $q$ ,  $\varphi_0$ ,  $E_A$ .



Elektros krūvių sąveikos potencinė energija kiekvienai sumuojamai čia esančių krūvių porai yra tiesiai proporcinga krūvių sandaugai ir atvirkščiai proporcinga atstumui tarp jų:

$$\begin{aligned} W &= W_{12} + W_{13} + W_{14} + W_{23} + W_{24} + W_{34} = \\ &= k \frac{q_1 q_2}{a} + k \frac{q_1 q_3}{a\sqrt{2}} + k \frac{q_1 q_4}{a} + k \frac{q_2 q_3}{a} + k \frac{q_2 q_4}{a\sqrt{2}} + k \frac{q_3 q_4}{a} = k \frac{q^2(4+\sqrt{2})}{16a}, \end{aligned}$$

tai krūvių suma:

$$q = 4 \sqrt{\frac{aW}{k(4+\sqrt{2})}}, \quad q = 4 \sqrt{\frac{0,1 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^9 (4+\sqrt{2})}} \approx 14 \text{ (nC)}.$$

Kvadrato centras  $O$  yra vienodu  $a\sqrt{2}/2$  atstumu nutolęs nuo visų vienodų krūvių, todėl čia skaliariškai susumuotas potencialas yra tiesiai proporcingas krūvių sumai ir atvirkščiai proporcingas tam atstumui:

$$\varphi_0 = \frac{\sqrt{2}kq}{a}, \quad \varphi_0 = \frac{\sqrt{2} \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot 14 \cdot 10^{-9}}{0,1} \approx 1780 \text{ (V)}.$$

Pagal elektrinių laukų superpozicijos principą taškinių krūvių laukų stiprių vektorinė suma:

$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4;$$

$$E_A = 2E_1 \cos \alpha,$$

nes  $E_1 = E_4$ , o  $\vec{E}_2 + \vec{E}_3 = 0$ .

$$E_A = \frac{kq}{2\left(a^2 + \frac{a^2}{4}\right)} \cdot \frac{a}{\sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}}} = \frac{kqa}{2(1,25a^2)^{1,5}};$$

$$E_A = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 14 \cdot 10^{-9} \cdot 0,1}{2(1,25 \cdot 0,1^2)^{1,5}} \approx 4,5 \text{ (kV/m)}.$$

*Užduoties aiškinamąjį sprendimą pateikė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.

#### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT11-5 ▼**

Užduotį sprendusių dar sumažėjo matomai dėl papildomai prisidėjusios neįprastos krūvių sąveikos potencialinės energijos sąvokos.

*Užduoties sprendimų aptarimą parengė jos autorius doc. dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 07 28.

#### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT11-5 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Rasta elektros krūvių suma	4
2.	Apskaičiuotas elektrinis potencialas	3
3.	Rastas elektrinio lauko stipris	3
4.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	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 2020 07 28.