

**7-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**4-oji užduotis Nr. FT7-4 / 2013 09 09 – 2013 10 07**

**Sąlyga / FT7-4 ▼**

**Taškinių krūvių įtaka**

Keturių (1 nC, - 2 nC, 3 nC ir - 4 nC) taškinių elektros krūvių koordinatės, užrašytos centimetrais stačiakampėje sistemoje XOY, atitinkamai yra (0,0), (10,0), (10,20) ir (0,20).

Reikia rasti:

- 1) elektrostatinio lauko stiprį ir potencialą taške A (5,10);
- 2) potencialų skirtumą tarp to taško ir taško B (0,10);
- 3) jėgą, kuria kiti krūviai veikia 3 nC krūvį.

Pastaba: turi būti randami vektorinių dydžių moduliai ir kampai, kuriuos vektoriai sudaro su ašimi OX.

*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 dr. Stasys Tamošiūnas.*

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2013 09 09.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT7-4 ▼**

Duota:  $q_1 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_2 = -2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $a = 0,1 \text{ m}$ ;  $q_3 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_4 = -4 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ .

Rasti:  $\vec{E}_A$ ;  $\varphi_A$ ;  $U_{AB}$ ;  $\vec{F}$ .

Elektrostatinio lauko stipris pagal superpozicijos principą yra lygus visų, vienodai nuo taško atstumu

$$l = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = 0,5\sqrt{5}a$$

nutolusių, duotų krūvių kuriamų laukų stiprių vektorinei sumai:

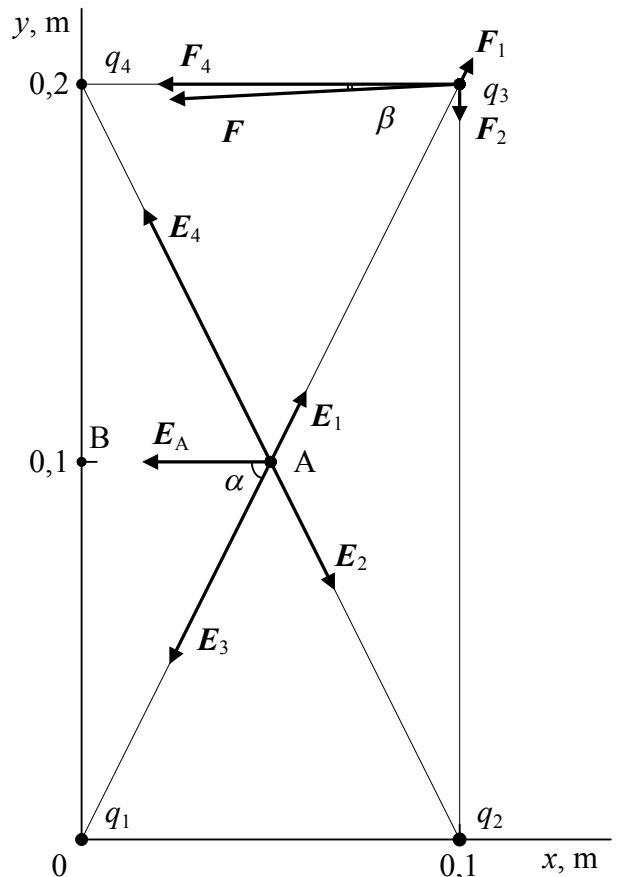
$$\vec{E}_A = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4,$$

o čia, bendru atveju pasižymėję  $i = 1, 2, 3, 4$ , užrašytume

$$E_i = k \frac{q_i}{l^2},$$

nes jie yra atvirkščiai proporcingi atstumo nuo krūvių kvadratui.

Atidžiau pažiūrėjus į duotas taškinių elektros krūvių vertes nesunku pastebėti, kad  $E_3 - E_1 = E_2 - E_4$ , todėl vektorius  $\vec{E}_A$  yra nukreiptas prieš ašį OX (kampas su ta ašimi lygus  $180^\circ$ ), o jo modulis



$$E_A = [(E_3 - E_1) + (E_2 - E_4)] \cos \alpha = k \frac{q_3 - q_1}{(0,5\sqrt{5})^3 a^2},$$

nes  $\cos \alpha = a/2l$ .

$$E_A = 9 \frac{3-1}{(0,5\sqrt{5})^3 0,1^2} \approx 1288 \text{ (V/m)}.$$

Potencialai, atvirkščiai proporcingi atstumui nuo krūvių, yra sudedami kaip skaliariniai dydžiai:

$$\varphi_A = k \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{0,5\sqrt{5}a}; \varphi_A = 9 \frac{1-2+3-4}{0,5\sqrt{5} \cdot 0,1} \approx -161 \text{ (V)}.$$

Potencialas taške B

$$\varphi_B = k \left( \frac{q_1 + q_4}{a} + \frac{q_2 + q_3}{a\sqrt{2}} \right),$$

tai potencialų skirtumas tarp taškų A ir B

$$U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = \frac{k}{a} \left( \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4}{0,5\sqrt{5}} - q_1 - q_4 - \frac{q_2 + q_3}{\sqrt{2}} \right);$$

$$U_{AB} = \frac{9}{0,1} \left( \frac{1-2+3-4}{0,5\sqrt{5}} - 1 + 4 - \frac{-2+3}{\sqrt{2}} \right) \approx 45,4 \text{ (V)}.$$

Trečiąją krūvį veikia jėga  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_4$ , o pagal Kulono dėsnį jėgų moduliais:

$$F_1 = k \frac{q_1 q_3}{5a^2}; F_2 = -k \frac{q_2 q_3}{4a^2}; F_4 = -k \frac{q_4 q_3}{a^2}.$$

Tada  $F = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2}$ , o ieškomos jėgos projekcijos į pasirinktas ašis:

$$F_X = \frac{F_1}{\sqrt{5}} - F_4; F_Y = \frac{2F_1}{\sqrt{5}} - F_2.$$

$$F = \frac{kq_3}{a^2} \sqrt{\left( \frac{q_1}{5\sqrt{5}} + q_4 \right)^2 + \left( \frac{2q_1}{5\sqrt{5}} + \frac{q_2}{4} \right)^2};$$

$$F = \frac{9 \cdot 3}{0,1^2} \sqrt{\left( \frac{1}{5\sqrt{5}} - 4 \right)^2 + \left( \frac{2}{5\sqrt{5}} - \frac{1}{2} \right)^2} \cdot 10^{-9} \approx 10,6 \text{ (}\mu\text{N)}.$$

Su ašimi OX jėga sudaro kampą  $180^\circ + \beta$ , čia  $\beta$  - mažiausia atvirkštinės funkcijos vertė:

$$\beta = \arctg \frac{F_Y}{F_X}; \beta = \arctg \frac{\frac{2}{5\sqrt{5}} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{5\sqrt{5}} - 4} \approx 5^\circ.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2013 10 28.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT7-4 ▼**

Užduotį teisingai išsprendė trys turnyro dalyviai. Du turnyro dalyviai atstumus centimetrais skaičiuodami naudojo lyg jie būtų duoti metrais ir todėl gavo nerealius rezultatus. Daugeliui sprendusiųjų bėdų sukėlė ir nekokybiški brėžiniai, kuriuose visai nekreipta dėmesio bent jau į koordinatų, vektorių mastelius.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2013 10 28.

***Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT7-4 ▼***

<b>Nr.</b>	<b>Sprendimų vertinimo kriterijus</b>	<b>Vertė balais</b>
1.	Rasti elektrostatinio lauko stipris ir potencialas taške A	4
2.	Rastas potencialų skirtumas tarp taškų A ir B	2
3.	Rasta trečiąją krūvį veikianti jėga	4
4.	Pateikta ne pagal reikalavimus	-1
5.	Netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1-3)	iki (-1)
Didžiausias galimas sprendimo įvertinimas		10

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2013 10 28.