

**13-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**7-oji užduotis Nr. FT13-7 / 2019 11 11 – 2019 12 08**

**Sąlyga / FT13-7 ▼**

**Elektrostatinio lauko stiprio ir potencialo nustatymas**

Taškiniai – 1 nC, 2 nC ir 3 nC elektros krūviai yra viršūnėse lygiašonio stačiojo trikampio, kurio statiniai yra 10 cm ilgio. Koks yra elektrostatinio lauko stipris ir potencialas trikampio įžambinės viduryje, kai neigiamas krūvis yra:

- 1) stačiojo kampo viršūnėje;
- 2) smailiojo kampo viršūnėje.

Pateikite aiškinamuosius brėžinius.

Elektrinė konstanta  $\epsilon_0 = 8,85 \text{ pF/m}$ . Aplinkos santykinė dielektrinė skvarba  $\epsilon = 2$ .

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2019 11 11.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT13-7 ▼**

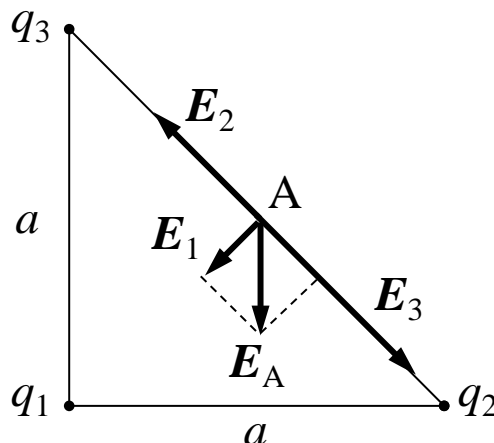
Duota:  $q_1 = -1 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_2 = 2 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_3 = 3 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ ;  $a = 0,1 \text{ m}$ ;  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$ ;  $\epsilon = 2$ .

Rasti:  $E_A, E'_A, E''_A, \varphi$ .

Pagal elektrostatinių laukų sudėties (superpozicijos) principą įžambinės viduryje A turime taškinų krūvių laukų stiprių vektorinę ir potencialų skaliarinę sumas:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3; \varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3,$$

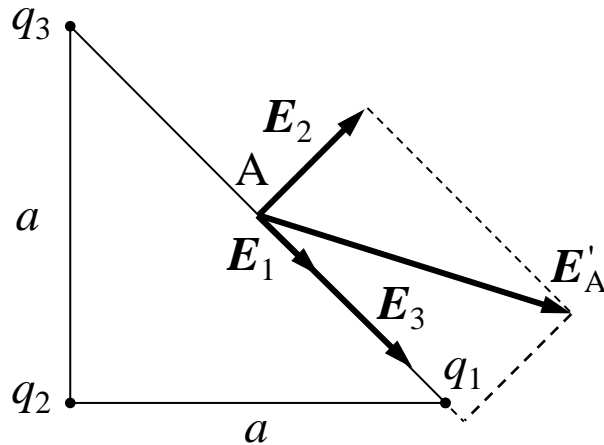
čia  $E_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$ ;  $E_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$ ;  $E_3 = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0\epsilon r^2}$ ;  $\varphi_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$ ;  $\varphi_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$ ;  $\varphi_3 = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0\epsilon r}$ , o įžambinės vidurio atstumas nuo krūvių  $r = a/\sqrt{2}$ .



Pagal pateiktą paveikslą, kai neigiamas krūvis yra stačiojo kampo viršūnėje, elektrostatinio lauko stiprio vektorius yra statmenas trikampio statiniui, o jo modulis:

$$E_A = \sqrt{E_1^2 + (E_3 - E_2)^2} = \frac{\sqrt{q_1^2 + (q_3 - q_2)^2}}{2\pi\epsilon_0\epsilon a^2};$$

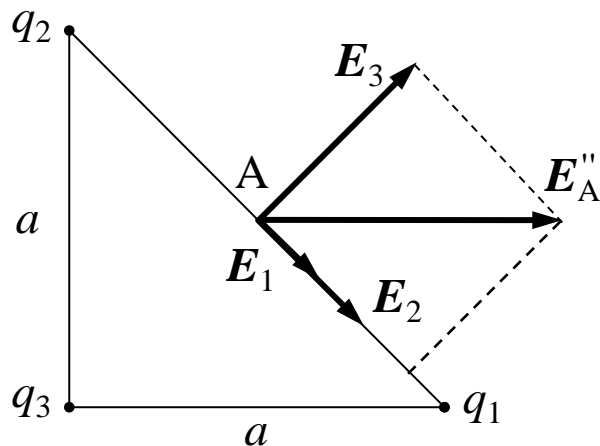
$$E_A = \frac{10^{-9}\sqrt{1+(3-2)^2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 0,1^2} \approx 1273 \text{ (V/m)}.$$



Antru atveju, kai neigiamas krūvis yra smailiojo kampo viršūnėje, elektrostatinio lauko stipris trikampio išžambinės viduryje priklauso nuo to, kuris teigiamas krūvis yra stačiojo kampo viršūnėje. Elektrostatinis laukas yra stipriausias, kai toje viršūnėje yra antrasis krūvis:

$$E'_A = \sqrt{(-E_1 + E_3)^2 + E_2^2} = \frac{\sqrt{(-q_1 + q_3)^2 + q_2^2}}{2\pi\epsilon_0\epsilon a^2};$$

$$E'_A = \frac{10^{-9}\sqrt{(1+3)^2 + 2^2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 0,1^2} \approx 4026 \text{ (V/m)}.$$



Kai stačiojo kampo viršūnėje yra trečiasis krūvis, tai elektrostatinio lauko stiprio vektorius yra statmenas kitam trikampio statiniui, o jo modulis:

$$E_A'' = \sqrt{(-E_1 + E_2)^2 + E_3^2} = \frac{\sqrt{(-q_1 + q_2)^2 + q_3^2}}{2\pi\epsilon_0\epsilon a^2};$$

$$E_A'' = \frac{10^{-9}\sqrt{(1+2)^2 + 3^2}}{2 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 0,1^2} \approx 3820 \text{ (V/m)}.$$

Elektrostatinis potencialas trikampio įžambinės viduryje yra vienodas nepriklausomai nuo krūvių išsidėstymo viršūnėse:

$$\varphi = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\sqrt{2}\pi\epsilon_0\epsilon a}; \quad \varphi = \frac{(-1+2+3) \cdot 10^{-9}}{2\sqrt{2} \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 0,1} \approx 255 \text{ (V)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2019 12 23.

#### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT13-7 ▼**

Užduotį teisingai sprendė dauguma turnyro dalyvių, tik jų skaičius, deja, mažėja gal ir todėl, kad elektros užduotys yra populiareesnės mokyklos vyresnėse klasėse. Ne visi dalyviai rado tris galimus elektrostatinių laukų stiprių variantus, kiti klydo skaičiuodami. Daugeliui nesisekė pateikti kokybiškesnius aiškinamuosius brėžinius.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2019 12 23.

#### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT13-7 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Nustatytas elektrostatinio lauko stipris (3 galimi variantai)	7
2.	Rastas elektrostatinis potencialas	3
3.	Nepateikti aiškinamieji brėžiniai	-2
4.	Nepakankamas sprendimo paaiškinimas, pateikiant galutines formules	iki (-1)
5.	Nepateikti dydžių skaičiavimai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1-2)	-0,3
6.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1-2)	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 2019 12 23.