

**13-ASIS FIZIKOS TURNYRAS**  
**11-oji užduotis Nr. FT13-11 / 2020 02 17 – 2020 03 15**

**Sąlyga / FT13-11 ▼**

**Elektros srovės grandinė šyla**

Yra du elektros srovės šaltiniai, kurių elektrovaros lygios 3 V ir 6 V, o vidinės varžos vienodos ir lygios po 1  $\Omega$ . Tie šaltiniai buvo tarpusavyje sujungti vienaarūšiais poliais ir taip gauta baterija buvo prijungta prie varžo, kurio elektrinę varžą reikia rasti, jei yra žinoma, kad įtampa varže lygi 4 V. Kokio dydžio šiluminė galia išsiskiria šioje grandinėje? Koks grandinės naudingumo koeficientas?

*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.*

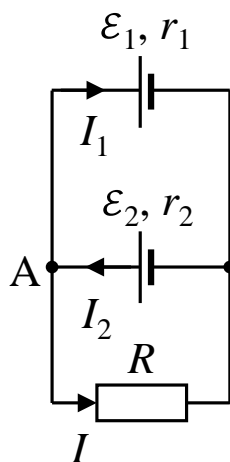
▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 02 17.

**Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT13-11 ▼**

Duota:  $E_1 = 3 \text{ V}$ ;  $E_2 = 6 \text{ V}$ ;  $r_1 = r_2 = 1 \Omega$ ;  $U = 4 \text{ V}$ .

Rasti:  $R$ ;  $P$ ;  $\eta$ .

Elektrinė įtampa varže yra didesnė, nei pirmojo šaltinio elektrovara, ir mažesnė, nei antrojo šaltinio elektrovara, tai pirmasis šaltinis yra įelektrinamas stiprio  $I_1$  srove, antrasis šaltinis išsielektrina stiprio  $I_2$  srove, o varžu teka stiprio  $I$  srovė kryptimi, kaip parodyta paveiksle.



Pagal pirmąją Kirchhofo taisyklę grandinės mazgui A:

$$-I_1 + I_2 - I = 0,$$

o pagal Omo dėsnį<sup>x)</sup> grandinės atšakoms:

$$U = E_1 + I_1 r_1; U = E_2 - I_2 r_2; U = IR.$$

Į pirmąją lygtį įrašę iš antrųjų lygčių išreikštus elektros srovės stiprius, gauname:

$$\frac{E_1 - U}{r_1} + \frac{E_2 - U}{r_2} - \frac{U}{R} = 0;$$

$$R = \frac{U r_1 r_2}{(E_2 - U) r_1 + (E_1 - U) r_2}; R = \frac{4}{2 - 1} = 4 (\Omega).$$

Tekant elektros srovei įšyla ir šildo aplinką visi grandinės elementai, todėl visa šiluminė galia:

$$P = I_1^2 r_1 + I_2^2 r_2 + I^2 R = \frac{(U-E_1)^2}{r_1} + \frac{(E_2-U)^2}{r_2} + \frac{U^2}{R};$$

$$P = 1 + 2^2 + 4 = 9 \text{ (W)}.$$

Naudingoji šiluminė galia išsiskiria apkrovos varže  $R$  ( $P_n = I^2 R = U^2/R$ ), tai grandinės naudingumo koeficientas:

$$\eta = \frac{P_n}{P} = \frac{1}{\left(1-\frac{E_1}{U}\right)^2 \frac{R}{r_1} + \left(\frac{E_2}{U}-1\right)^2 \frac{R}{r_2} + 1};$$

$$\eta = \frac{1}{\left(1-\frac{3}{4}\right)^2 \frac{4}{4} + \left(\frac{6}{4}-1\right)^2 \frac{4}{4} + 1} \approx 44,4 \text{ \%}.$$

<sup>x)</sup>Pastaba: tą patį gautume ir pagal antrąją Kirchhofo taisyklę parašę tokias lygtis:

$$I_2 r_2 + I_1 r_1 = E_2 - E_1; I_2 r_2 + IR = E_2.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 05 07.

### **Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT13-11 ▼**

Teisingus sprendimus pateikė dauguma iš belikusių turnyro dalyvių, remdamiesi Kirchhofo taisyklių ir elektros srovės galios formulėmis.

Vienas turnyro dalyvis šaltinius sujungė tarpusavyje ne lygiagrečiai abiem vienaarūšiais poliais, kaip užduoties sąlygoje buvo parašyta, o tik vienu to paties ženklo poliumi ir visa tai nuosekliai apkrovai, todėl negalėjo patenkinti užduoties sąlygos duotai 4 V įtampai, didesnei nei šaltinių elektrovarų skirtumas (3 V), apkrovoje gauti - užduotis tapo neišsprendžiama. Kitas turnyro dalyvis nors ir teisingai sujungė šaltinius vienaarūšiais poliais, bet netinkamai suskaičiavo tos šaltinių baterijos elektrovarą – rado 4 V, o tada ir apkrova jam tapo nereikalinga ir tuo pačiu nebenaudinga. Trečiam dalyviui dėl grandinės elementų sujungimo ir apkrovos varžos radimo problemų nekilo, bet elektros stovės galia lygi jos stiprio ir varžos kvadrato sandaugai lyg tyčia patapo – kitaip, nei ištyrė Džaulis ir Lencas.

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

▲ Šis tekstas svetainėje [www.olimpas.lt](http://www.olimpas.lt) nuolat skelbiamas nuo 2020 05 07.

### **Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT13-11 ▼**

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Rasta elektrinė varža	4
2.	Rasta galia	3
3.	Rastas naudingumo koeficientas	3
4.	Nepateiktas aiškinamasis brėžinys	-1
5.	Nepakankamas sprendimo paaiškinimas, pateikiant galutines formules	iki (-1)
6.	Kiti 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 05 07.