

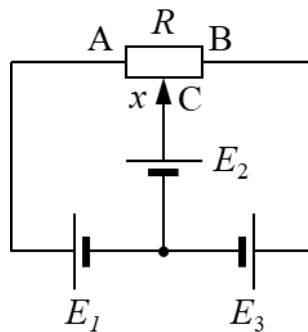
16-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
12-oji užduotis Nr. FT16-12 / 2023 02 20 – 2023 03 19

Sąlyga / FT16-12 ▼

Trys šaltiniai ir reostatas

Trijų elektros srovės šaltinių, kurių elektrovaros $E_1 = 4 \text{ V}$, $E_2 = 8 \text{ V}$ ir $E_3 = 12 \text{ V}$, o vidinės varžos $r = 2 \Omega$ yra vienodos, neigiamo ženklo gnybtai yra sujungti tiesiogiai, o teigiamo – prie $R = 16 \Omega$ varžos reostato taip, kaip parodyta paveiksle (pirmojo ir trečiojo šaltinių - prie reostato galų, o antrojo – prie šliaužiklio). Pradžioje reostato šliaužiklis yra vidurinėje padėtyje ($x = 0,5l$, čia x – reostato dalies AC ilgis, o l – viso reostato AB ilgis). Parodykite elektros srovių kryptis ir raskite:

- 1) Įtampas tarp šaltinių gnybtų;
- 2) Įtampą reostate;
- 3) Šių įtampų pokyčius, reostato šliaužiklį pastūmus iki galo B.



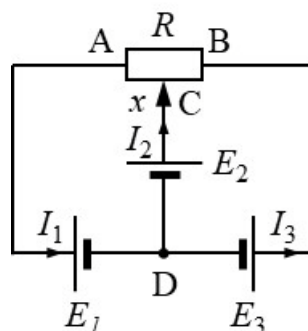
Užduotį parengė doc. dr. Stasys Tamošiūnas – Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto Fotonikos ir nanotechnologijų instituto senjoras, mokyklos „Fizikos olimpas“ direktorius, steigėjų tarybos narys ir dėstytojas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2022 02 20.

Aiškinamasis sprendimas / FT16-12 ▼

Duota: $E_1 = 4 \text{ V}$; $E_2 = 8 \text{ V}$; $E_3 = 12 \text{ V}$; $r = 2 \Omega$; $R = 16 \Omega$; $x = 0,5l$.

Rasti: U_1 ; U_2 ; U_3 ; U_{BA} ; ΔU_1 ; ΔU_2 ; ΔU_3 ; ΔU_{BA} .



Paveiksle yra parodytos elektros srovių kryptys, kai į pirmąjį šaltinį I_1 stiprio srovė įteka, o iš kitų šaltinių I_2 ir I_3 išteka. Pagal pirmąją Kirchhofo taisyklę grandinės mazgui D:

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0.$$

Šliaužiklis reostatą dalija į dvi vienodas dalis, kurių elektrinės varžos:

$$R_1 = \frac{x}{l}R; R_2 = \left(1 - \frac{x}{l}\right)R; R_1 = R_2 = 0,5 \cdot 16 = 8 (\Omega).$$

Pagal antrąją Kirchhofo taisyklę elementariesiems kontūrams:

$$I_1(R_1 + r) + I_2r = -E_1 + E_2; I_1(R_1 + r) + I_3(R_2 + r) = -E_1 + E_3.$$

Įrašę duotus dydžius, randame srovių stiprius:

$$10I_1 + 2I_2 = 4; 10I_1 + 10I_3 = 8; I_1 - 2 + 5I_1 - 0,8 + I_1 = 0;$$

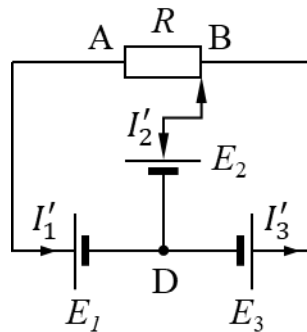
$$I_1 = \frac{2,8}{7} = 0,4 \text{ (A)}; I_2 = 2 - 5 \cdot 0,4 = 0; I_3 = 0,8 - 0,4 = 0,4 \text{ (A)}.$$

Elektrines įtampas randame pagal Omo dėsnį:

$$U_1 = E_1 + I_1r; U_1 = 4 + 0,4 \cdot 2 = 4,8 \text{ (V)}; U_2 = E_2 = 8 \text{ V};$$

$$U_3 = E_3 - I_3r; U_3 = 12 - 0,4 \cdot 2 = 11,2 \text{ (V)};$$

$$U_{BA} = U_{BC} + U_{CA} = I_3R_2 + I_1R_1; U_{BA} = 0,4 \cdot 16 = 6,4 \text{ (V)}.$$



Pastūmus šliaužiklį iki reostato galo B, stiprio I'_2 elektros srovė jau teka ir į antrąjį šaltinį, dėl to įtampa tarp jo gnybtų padidėja ir susilygina su trečiojo šaltinio įtampa, o kitos įtampos sumažėja:

$$I'_1 + I'_2 - I'_3 = 0;$$

$$I'_1(R + r) - I'_2r = -E_1 + E_2; I'_1(R + r) + I'_3r = -E_1 + E_3.$$

$$18I'_1 - 2I'_2 = 4; 18I'_1 + 2I'_3 = 8;$$

$$I'_1 + 9I'_1 - 2 + 9I'_1 - 4 = 0; I'_1 = \frac{6}{19} \text{ A};$$

$$I'_2 = 9I'_1 - 2; I'_2 = \frac{9 \cdot 6}{19} - 2 = \frac{16}{19} \text{ (A)}; I'_3 = 4 - 9I'_1; I'_3 = 4 - \frac{9 \cdot 6}{19} = \frac{22}{19} \text{ (A)}.$$

$$U'_1 = E_1 + I'_1r; \Delta U_1 = U'_1 - U_1 = (I'_1 - I_1)r; \Delta U_1 = \left(\frac{6}{19} - 0,4\right) \approx -0,17 \text{ (V)};$$

$$U'_2 = E_2 + I'_2 r; \Delta U_2 = I'_2 r; \Delta U_2 = \frac{16 \cdot 2}{19} \approx 1,68 \text{ (V)};$$

$$U'_3 = E_3 - I'_3 r; \Delta U_3 = (-I'_3 + I_3) r; \Delta U_3 = \left(0,4 - \frac{22}{19}\right) 2 \approx -1,52 \text{ (V)};$$

$$U'_{BA} = I'_1 R; \Delta U_{BA} = (I'_1 - I_1) R; \Delta U_{BA} = \left(\frac{6}{19} - 0,4\right) 16 \approx -1,35 \text{ (V)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2023 04 17.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT16-12 ▼

Užduotį teisingai išsprendė trys turnyro dalyviai, o kiti įvairiai klydo, ypač radusieji nuliui, o ne elektrovarai, lygią įtampą tarp gnybtų antrojo šaltinio, kai juo neteka elektros srovė, reostato šliaužikliui esant vidurinėje padėtyje.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2023 04 17.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT16-12 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Įtampos tarp šaltinių gnybtų	4
2.	Įtampa reostate	2
3.	Įtampų pokyčiai	4
4.	Nerodomi skaičiavimai (kiekvienam iš kriterijų Nr.1-3)	-0,5
5.	Vėlavimas pateikti sprendimą (vienai parai)	-1
6.	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 nuolat skelbiamas nuo 2023 04 17.