

18-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
10-oji užduotis Nr. FT18-10 / 2025 01 13 – 2025 02 09

Paprasta elektros grandinė

Sąlyga / FT18-10 ▼

Prie elektros srovės šaltinio gnybtų nuosekliai prijungti miliampermetras ir varžas sudaro uždara grandinę, o šalia yra neprijungtas voltmetras. Voltmetrą pradžioje lygiagrečiai prijungus prie miliampermetro, pastarasis rodė srovės stiprį $I_{A1} = 22 \text{ mA}$, o po to prie varžo lygiagrečiai prijungtas voltmetras rodė įtampą $U_{V2} = 4,4 \text{ V}$. Raskite:

- 1) Varžo elektrinę varžą ir parodykite, kad ji nepriklauso nuo miliampermetro, varžo ir voltmetro elektrinių varžų santykio;
- 2) Elektros srovės šaltinio elektrovą, kai tų varžų santykis yra 0,02:1:7,33;
- 3) Miliampermetro rodmenį, kai voltmetras neprijungtas;
- 4) Voltmetro rodmenį, kai jis prijungtas lygiagrečiai miliampermetrui;
- 5) Miliampermetro rodmenį, kai voltmetras prijungtas lygiagrečiai varžui.

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 2025 01 13.

Aiškinamasis sprendimas / FT18-10 ▼

Duota: $I_{A1} = 0,022 \text{ A}$; $U_{V2} = 4,4 \text{ V}$; $R_A : R : R_V = 0,02 : 1 : 7,33$.

Rasti: R ; E ; I_{A0} ; U_{V1} ; I_{A2} .

Tegu šaltinio elektrovą yra E . Nėra duomenų apie šaltinio vidinę varžą, tai į ją galime neatsižvelgti – tegu ji maža palyginti su kitų grandinės elementų varžomis (miliampermetro R_A , varžo R ir voltmetro R_V bei jų lygiagrečių junginių R_{AV} ir R_{RV}). Elektros srovės stipriai grandinės dalyse pagal Omo dėsnį visai grandinei, pirmąją Kirchhofo taisyklę mazgams A ir B bei Omo dėsnį grandinės dalims:

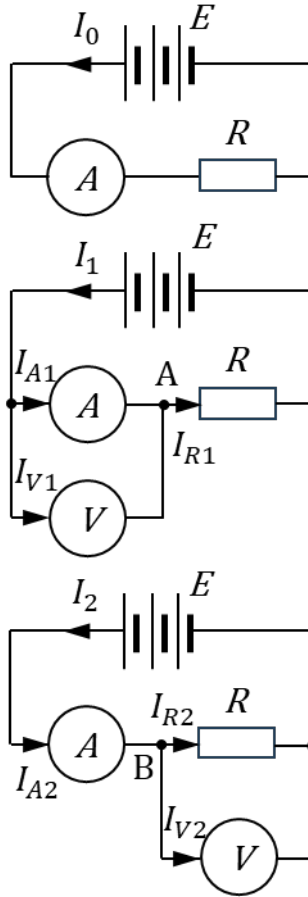
$$I_0 = I_{A0} = I_{R0} = \frac{E}{R_A + R}; \quad I_1 = I_{A1} + I_{V1} = I_{R1} = \frac{E}{R_{AV} + R}; \quad I_2 = I_{A2} = I_{V2} + I_{R2} = \frac{E}{R_A + R_{RV}};$$

$$R_{AV} = \frac{R_A R_V}{R_A + R_V}; \quad R_{RV} = \frac{R R_V}{R + R_V}.$$

Elektrinių varžų radimui eliminuojame elektrovą, o elektros srovių stiprius susiejame su užduoties sąlygos duomenimis:

$$I_1 \left(\frac{R_A R_V}{R_A + R_V} + R \right) = I_2 \left(R_A + \frac{R R_V}{R + R_V} \right); \quad I_{V1} R_V = I_{A1} R_A; \quad I_1 = I_{A1} \left(1 + \frac{R_A}{R_V} \right);$$

$$I_2 = \frac{U_{V2}}{R_{RV}} = U_{V2} \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_V} \right);$$



$$\frac{I_{A1}(R_V + R_A)}{R_V} \left(\frac{R_A R_V}{R_A + R_V} + R \right) = \frac{U_{V2}(R_V + R)}{R R_V} \left(R_A + \frac{R R_V}{R + R_V} \right);$$

$$I_{A1} R \left(\frac{R_A}{R} + 1 + \frac{R_A}{R_V} \right) = U_{V2} \left(\frac{R_A}{R} + \frac{R_A}{R_V} + 1 \right).$$

Pastebime, kad nepriklausomai nuo varžų santykio (skliaustuose vienodi nariai):

$$R = \frac{U_{V2}}{I_{A1}}; \quad R = \frac{4,4}{0,022} = 200 \, (\Omega).$$

Elektros srovės šaltinio elektrovartą ir matavimo prietaisų rodmenis randame tinkamai pasirinkdami kai kurias iš jau parašytų formulių, jose panaudoję duotus varžų santykius:

$$E = U_{V2} \left(\frac{R_A}{R} + \frac{R_A}{R_V} + 1 \right); \quad E = 4,4 \left(0,02 + \frac{0,02}{7,33} + 1 \right) \approx 4,5 \, (\text{V}).$$

$$I_{A0} = \frac{E}{R_A + R} = \frac{E}{1,02R}; \quad I_{A0} = \frac{4,5}{1,02 \cdot 200} \approx 22,1 \, (\text{mA}).$$

$$U_{V1} = I_{A1} R_A = 0,02 I_{A1} R; \quad U_{V1} = 0,02 \cdot 0,022 \cdot 200 = 0,088 \, (\text{V}).$$

$$I_{A2} = \frac{E}{R_A + \frac{R R_V}{R + R_V}}; \quad I_{A2} = \frac{4,5}{\left(0,02 + \frac{7,33}{1 + 7,33} \right) 200} \approx 25 \, (\text{mA}).$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2025 02 24.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT18-10 ▼

Visi užduotį sprendusieji turnyro dalyviai rado varžo elektrinę varžą, tik vienas, neanalizavęs mišraus jungimo, iškart parašė sąlygoje duotų voltmetro ir miliampermetro rodmenų santykį. Penki dalyviai suklydo, atsakydami į kitus pateiktus klausimus.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2025 02 24.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT18-10 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1.	Varža	4
2.	Elektrovara	3
3.	Miliampermetro rodmenys	2
4.	Voltmetro rodmuo	1
5.	Nerodomi skaičiavimai	-1
6.	Vėlavimas pateikti sprendimą	-1
7.	Kiti netikslumai (kiekvienam iš kriterijų Nr. 1-4)	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 2025 02 24.