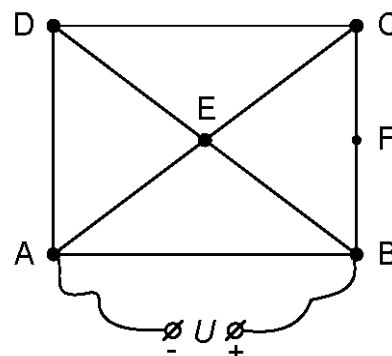


8-ASIS FIZIKOS TURNYRAS
12-oji užduotis Nr. FT8-12 / 2015 02 23 – 2015 03 22

Sąlyga / FT8-12 ▼

Vielos gaminio tyrimas

240 Ω varžos viela metalo žirkėmis buvosukarpyta į 8 atkarpas. Didžiausios vielos atkarpos buvo 1,6 kartoilgesnės už mažiausias. Atkarpų galus sulydžius, buvo pagamintas stačiakampis su įstrižainėmis. Tarp gaminio taškų A ir B yra prijungtas 12 V įtampos šaltinis. Neatsižvelgę į labai mažassulydymo vietų, jungiamųjų laidų ir šaltinio vidinę varžą, raskite:



1. Elektros srovės stiprį atkarpoje AB.
2. Galią atkarpoje BC.
3. Elektrinę įtampą tarp gaminio centro E ir atkarpos BC vidurinio taško F.

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 doc. dr. Stasys Tamošiūnas.

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2015 02 23.

Užduoties aiškinamasis sprendimas / FT8-12 ▼

Duota: $R = 240 \Omega$; $k = 1,6$; $U = 12V$.

Rasti: I , P , U' .

Tiksliai braižant yra nesunku įsitikinti, kad ilgiausios atkarpos yra AB ir DC, o trumpiausios – AE, DE, EB ir EC. Tegu jų ilgiai yra a ir b ($a = kb$), o elektrinės varžos R_1 ir R_2 , atitinkamai. Pagal Pitagoro teoremą atkarpų AD ir CB (tegu jų elektrinės varžos R_3) ilgis

$$c = \sqrt{4b^2 - a^2} = b\sqrt{4 - k^2}.$$

Vielos ilgis

$$l = 2a + 4b + 2c = 2\left(k + 2 + \sqrt{4 - k^2}\right)b,$$

jos ilgio vieneto varža $\tau = R/l$, o atkarpų elektrinės varžos yra tiesiai proporcingos jų ilgiams:

$$R_1 = \tau a = \frac{0,5Rk}{k + 2 + \sqrt{4 - k^2}}; \quad R_1 = \frac{0,5 \cdot 240 \cdot 1,6}{1,6 + 2 + \sqrt{4 - 1,6^2}} = 40(\Omega).$$

$$R_2 = \tau b = \frac{0,5R}{k + 2 + \sqrt{4 - k^2}}; \quad R_2 = \frac{0,5 \cdot 240}{1,6 + 2 + \sqrt{4 - 1,6^2}} = 25(\Omega).$$

$$R_3 = \tau c = \frac{0,5R\sqrt{4 - k^2}}{k + 2 + \sqrt{4 - k^2}}; \quad R_3 = \frac{0,5 \cdot 240 \sqrt{4 - 1,6^2}}{1,6 + 2 + \sqrt{4 - 1,6^2}} = 30(\Omega).$$

Dėl grandinės simetrijos trumpiausiose atkarpose AE ir EB teka vienodo stiprio elektros srovės. Kitose dviejose trumpiausiose atkarpose DE ir EC elektros srovės irgi vienodos, tik silpnesnės. Taigi, mazgu E teka dvi nepriklausomos srovės ir jame galime atskirti nuosekliai sujungtas atkarpas AE ir EB nuo kitų dviejų irgi nuosekliai tarpusavyje sujungtų atkarpų DE ir EC, taip žymiai supaprastinant grandinę.

Pagal Omo dėsnį grandinės daliai elektros srovės, tekančios iš B į A, stipris atkarpoje AB:

$$I = \frac{U}{R_1}; I = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ (A)}.$$

Įvertinus minėtą grandinės supaprastinimą galima laikyti, kad elektros srovės stipris I' atkarpoje CB yra toks pats, kaip ir atkarpoje AD bei tarp jų esančiame nuosekliai prijungtame darinyje DEC, kurio elektrinė varža

$$R' = \frac{2R_1R_2}{R_1 + 2R_2}.$$

Pagal Omo dėsnį tai grandinės daliai elektros srovės stipris

$$I' = \frac{U}{2R_3 + R'},$$

o galia atkarpoje BC:

$$P = I'^2 R_3 = \frac{0,25U^2 R_3 (R_1 + 2R_2)^2}{[R_3(R_1 + 2R_2) + R_1R_2]^2}; P = \frac{0,25 \cdot 12^2 \cdot 30(40 + 2 \cdot 25)^2}{[30(40 + 2 \cdot 25) + 40 \cdot 25]^2} \approx 0,64 \text{ (W)}.$$

Dėl grandinės simetrijos centro E elektrinis potencialas taško A atžvilgiu lygus pusei šaltinio įtampos:

$$\varphi_E = 0,5U.$$

Taško F elektrinis potencialas taško A atžvilgiu randamas iš tinklo įtampos atėmus pagal Omo dėsnį grandinės daliai randamą elektrinę įtampą atkarpos BC dalyje BF, kurios elektrinė varža lygi $0,5R_3$:

$$\varphi_F = U - 0,5I'R_3.$$

Ieškoma elektrinė įtampa

$$U' = \varphi_E - \varphi_F = 0,5U \left[\frac{0,5R_3(R_1 + 2R_2)}{R_3(R_1 + 2R_2) + R_1R_2} - 1 \right];$$
$$U' = 0,5 \cdot 12 \left[\frac{0,5 \cdot 30(40 + 2 \cdot 25)}{30(40 + 2 \cdot 25) + 40 \cdot 25} - 1 \right] \approx -3,8 \text{ (V)}.$$

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 25.

Turnyro dalyvių sprendimų aptarimas / FT8-12 ▼

Užduotį visiškai teisingai išsprendė tik vienas turnyro dalyvis. Kiti dalyviai klydo nustatant elektrinės įtampos ženklą, buvo ir kitų netikslumų.

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

▲ Šis tekstas svetainėje www.olimpas.lt nuolat skelbiamas nuo 2016 04 25.

Sprendimų vertinimo kriterijų ir jų verčių lentelė / FT8-12 ▼

Nr.	Sprendimų vertinimo kriterijus	Vertė balais
1	Atkarpųelektrinėsvaržosnustatymas.	3
2	Elektrosrovėsstiprioradimas.	2
3	Galiosradimas.	2
4	Elektrinėsįtamposradimas.	3
5	Netikslumai.	iki -1
Didžiausias galimas sprendimo 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 2016 04 25.