

67 – osios Lietuvos mokinių fizikos olimpiados 10 klasės praktinio bandymo užduotis

Priemonės: Žaliai ir mėlynai šviečiantys šviestukai, du elektros įtampos elementai, dviejų elementų laikiklis su laidais, skaitmeninis multimetras ir spaustukas.

Užduotis: Raskite šviestukų elektrinę galią ir elektrinę varžą. Įvertinkite Omo dėsnio šviečiantiems šviestukams ir nuosekliai sujungtiems šviestukams galiojimo ypatybes bei nubraižykite elektrinės grandinės jungimo schemą. Apskaičiuokite išmatuotų dydžių paklaidas.

Pastabos: Siekiant sėkmingai atlikti eksperimentą, negalima sulieti (jungti) tarpusavyje elementų laikiklio laidų. Šviestukų laidus lenkti ne arčiau nei 5 mm nuo šviestuko. Matavimo grandinėje srovę leisti ne ilgiau, kaip 20 sekundžių. Jeigu reikia matavimą kartoti, tai jį atlikti po vienos minutės pertraukos.

Sprendimas:

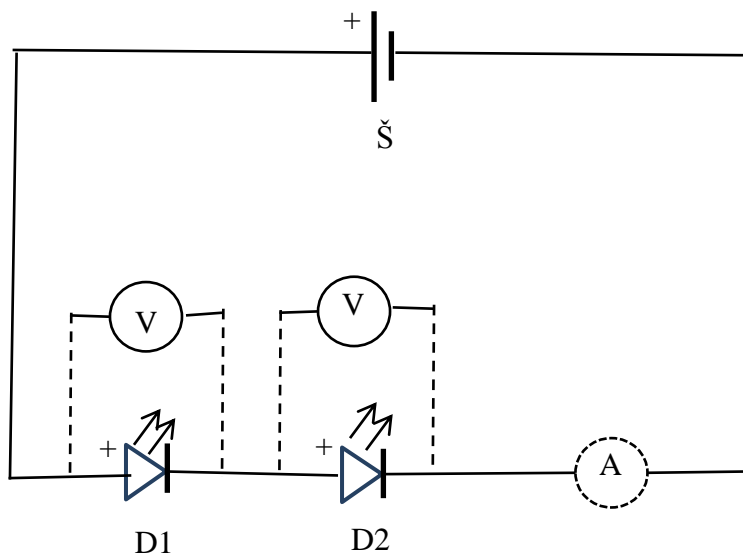
Į elementų laikiklį įdedami elementai. Nustatoma reikalingo dydžio matavimo multimetrom būseną. Tokiu būdu, kad šviestų, prie šviestuko prijungiami elektros maitinimo laidai ir multimetrom gnybtai: lygiagrečiai, kai matuojama prie šviestuko prijungta elektros įtampa (U_1), ir nuosekliai, kai matuojama per šviečiantį šviestuką tekanti elektros srovė (I_1). Laidams sujungti naudojamas spaustukas. Atlikus matavimą su pirmu šviestuku, analogiškai matavimai kartojami su antru šviestuku ir išmatuojamos U_2 ir I_2 vertės. Šviestuko naudojama galia (P) apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = U \cdot I. \quad (1)$$

Šviestuko varža apskaičiuojama pagal Omo dėsnį:

$$R = U/I. \quad (2)$$

Omo dėsnio ypatybių nustatymui prie elektros maitinimo elementų šviestukai sujungiami nuosekliai, pamatuojamos atskirų šviestukų gnybtuose esančios įtampos ir bendra tekanti elektros srovė. Apskaičiuojamos šviestukų varžos tokiame nuosekliame jungime. Gauti dydžiai palyginami su matavimais, kai atskirai prie elektros maitinimo šaltinio prijungti šviestukai švietė.



1 pav. Nuosekliai sujungtų šviestukų parametrų matavimo schema.

Matavimo paklaidos apskaičiuojamos pasinaudojant paklaidų nustatymo taisyklėmis vienkartinuose matavimuose ir kartotiniuose matavimuose.

Matavimo pavyzdys:

1. Išmatuojamos žaliai šviečiančio šviestuko įtampa ir srovė :

$$U_z = 2,83 \pm 0,01 \text{ V}; \quad I_z = 53,4 \pm 0,1 \text{ mA} .$$

2. Naudojantis (1) ir (2) lygtimis apskaičiuojama elektros galia ir varža:

$$P_z = U_z I_z = 2,83 \cdot 53,4 \cdot 10^{-3} = 151,1 \cdot 10^{-3} \text{ W}; \quad R_z = U_z / I_z = 2,83 / (53,4 \cdot 10^{-3}) = 53 \Omega .$$

3. Išmatuojamos mėlynai šviečiančio šviestuko įtampa ir srovė :

$$U_m = 2,99 \pm 0,01 \text{ V}; \quad I_m = 17,3 \pm 0,1 \text{ mA} .$$

4. Suskaičiuojama šio šviestuko elektros galia ir varža:

$$P_m = 2,99 \cdot 17,3 \cdot 10^{-3} = 51,73 \cdot 10^{-3} \text{ W}; \quad R_m = 2,99 / (17,3 \cdot 10^{-3}) = 173 \Omega .$$

5. Tuomet šviestukai sujungiami nuosekliai ir išmatuojamos įtampos (U_m ir U_z) ir suminė elektros srovė:

$$U_m = 1,62 \text{ V}; \quad U_z = 1,44 \text{ V}; \quad I_b = 0,3 \mu\text{A} = 0,3 \cdot 10^{-6} \text{ A} .$$

6. Suskaičiuojamos atskirų šviestukų varžos nuosekliame jungime:

$$R_{m2} = 1,62 / (0,3 \cdot 10^{-6}) = 5,4 \cdot 10^6 \Omega = 5,4 \text{ M}\Omega .$$

$$R_{z2} = 1,44 / (0,3 \cdot 10^{-6}) = 4,8 \cdot 10^6 \Omega = 4,8 \text{ M}\Omega .$$

Iš gautų rezultatų matyti, kad šviestukų varžos padidėjo. Taip yra dėl to, kad šviestukų varžos priklauso nuo prijungtos įtampos dydžio. Šviestukai yra netiesiniai elektroniniai elementai.

7. Apskaičiuojamos šviestukų elektros galių ir varžų matavimų paklaidos.

Santykinės įtampų ir srovių matavimo paklaidos įvertinamos pagal formules:

$$\varepsilon_U = \Delta U / U; \quad \varepsilon_I = \Delta I / I . \quad (3)$$

$$\varepsilon_{U_z} = 0,01 / 2,83 = 0,004; \quad \varepsilon_{I_z} = 0,1 / 53,4 = 0,002;$$

$$\varepsilon_{U_m} = 0,01 / 2,99 = 0,003; \quad \varepsilon_{I_m} = 0,1 / 17,3 = 0,006 .$$

Jų suma reiškia galios arba varžos apskaičiavimo santykinės paklaidas:

$$\varepsilon_P = \varepsilon_U + \varepsilon_I; \quad \varepsilon_{P_z} = 0,004 + 0,002 = 0,006; \quad \varepsilon_{P_m} = 0,003 + 0,006 = 0,009; \quad (4)$$

$$\varepsilon_{R_z} = 0,004 + 0,002 = 0,006; \quad \varepsilon_{R_m} = 0,003 + 0,006 = 0,009 ,$$

8. Absoliutinės matavimų paklaidos randamos santykinės paklaidas padauginus iš gauto išmatuoto dydžio vertės:

$$\Delta P = P \times \varepsilon_P; \quad \Delta P_z = 151,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,006 = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ W}; \quad \Delta R_z = 53 \times 0,006 = 0,32 \Omega; \quad (5)$$

$$\Delta P_m = 51,73 \cdot 10^{-3} \cdot 0,009 = 0,47 \cdot 10^{-3} \text{ W}; \quad \Delta R_m = 173 \times 0,009 = 1,6 \Omega .$$

Užduotį parengė KTU Fizikos katedros docentas dr. Virgilijus Minialga.