

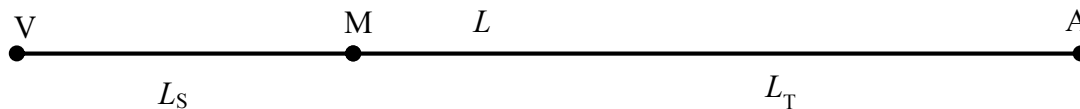
63 Lietuvos fizikos olimpiados III rato 10 klasės

uždavinių sprendimai

1. Tėvas iš autobusų stotelės pradėjo eiti į vasarnamį. Tuo pačiu momentu iš vasarnamio pasitikti tėvo išėjo sūnus su šuniuku. Šuniukas iškart nubėgo į priekį, sutiko tėvą, apsisuko, nubėgo pas sūnų, vėl nubėgo pas tėvą ir taip lankstė tarp jų, kol tėvas su sūnumi susitiko. Po to jie visi trys kartu, eidami sūnaus greičiu, grįžo į vasarnamį. Kokį kelią S nubėgo šuniukas visos kelionės metu? Kiek laiko t užėmė visa kelionė? Atstumas nuo stotelės iki vasarnamio $L = 5 \text{ km}$, tėvo greitis $v = 6 \text{ km/h}$, šuniuko greitis $u = 10 \text{ km/h}$, sūnaus greitis $c = 4 \text{ km/h}$. (10 taškų)

Sprendimas

Braižome brėžinį. V – vasarnamis, A – stotelė, M – susitikimo vieta, L_S – sūnaus nueitas atstumas iki susitikimo, L_T – tėvo nueitas atstumas iki susitikimo. $VA = L$. (1 taškas)



Šuniuko kelias susideda iš dviejų dalių: iki tėvo ir sūnaus susitikimo ir po jo

$$S = S_1 + L_S. \quad (1 \text{ taškas})$$

Šuniukas iki susitikimo nubėgo atstumą

$$S_1 = u \cdot t_M, \text{ čia } t_M - \text{laikas iki susitikimo.} \quad (1 \text{ taškas})$$

Tėvas ir sūnus kartu artėja prie susitikimo vietos, vadinasi

$$t_M = \frac{L}{v + c}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Sūnaus nueitas kelias:

$$L_S = \frac{cL}{v + c}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Gauname:

$$S = \frac{uL}{v + c} + \frac{cL}{v + c}.$$

$$S = L \frac{u + c}{v + c} \quad (2 \text{ taškai})$$

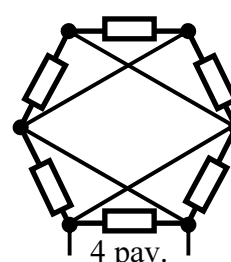
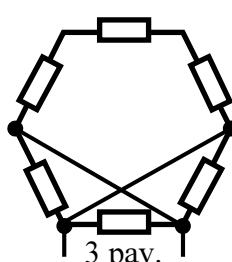
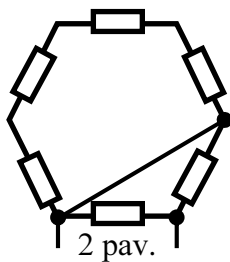
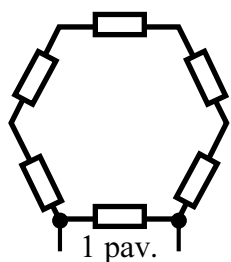
$$S = 5 \frac{10 + 4}{6 + 4} = 7 \text{ (km)}, \quad S = 7 \text{ km} \quad (1 \text{ taškas})$$

Nuo susitikimo vietos iki vasarnamio visi trys ėjo berniuko greičiu, vadinasi

$$t = 2t_M = 2 \frac{L}{v + c}. \quad (1 \text{ taškas})$$

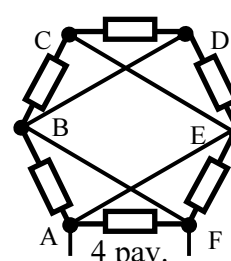
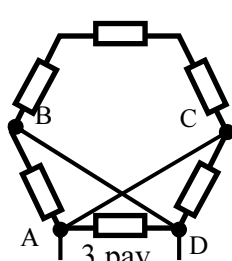
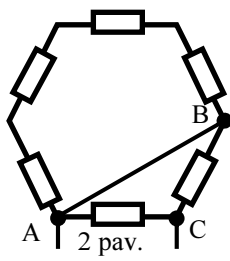
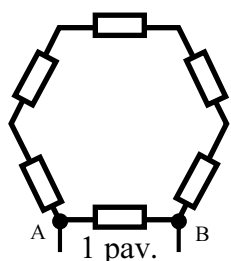
$$t = 2 \frac{5}{4 + 6} = 1 \text{ (val.)} \quad t = 1 \text{ val.} \quad (1 \text{ taškas})$$

2. Racionaliai perbraižykite schemas ir raskite kiekvienos schemas varžą. Kiekvieno rezistoriaus varža lygi R , o schemų mazgai (laidų sujungimo vietos) pažymėti taškais. (10 taškų)

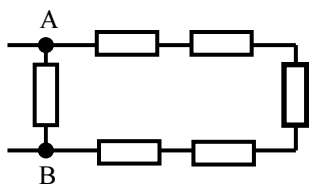


Sprendimas

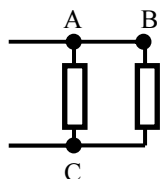
Kad teisingai perbraižyti schemas sužymime visus mazgus raidėmis (A, B, C, ...). (1 taškas)



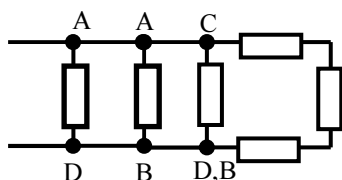
1. Perbraižome schemą ir randame varžą. (1 taškas)



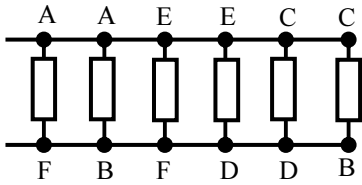
2. Perbraižome schemą (1 taškas) ir randame varžą (1 taškas).



3. Perbraižome schemą (2 taškai) ir randame varžą (1 taškas).



4. Perbraižome schemą (2 taškai) ir randame varžą (1 taškas).



3. Berniukas pagamino popierinį $V = 15 \text{ m}^3$ kubą. Kokio šviesos stiprio lempą reiktų įtaisyti kubo centre, kad jo sienų apšviestumas niekur nebūtų mažesnis nei 19 lx ? Į atspindžius nuo popieriaus paviršiaus neatsižvelgti. (10 taškų)

Sprendimas

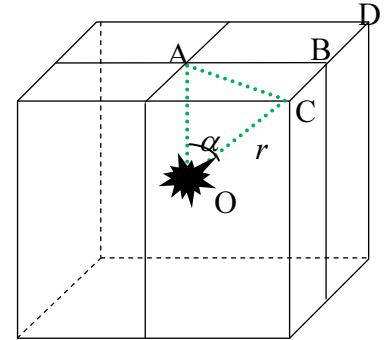
Bet kurio taško apšviestumas:

$$E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha, \quad (1) \quad (1 \text{ taškas})$$

čia r – atstumas nuo lempos iki tiriamo taško

α – kampas tarp statinio AO ir įžambinės OC.

Blogiausiai siena bus apšviesta ties kubo viršūnėmis, nes r bus didžiausias, o $\cos \alpha$ – mažiausias.



(1 taškas)

$$DC = l = V^{1/3}; \quad OC = r;$$

$$AB = BC = AO = \frac{l}{2}.$$

(1 taškas)

Pasinaudoję Pitagoro teorema, gauname:

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 = \frac{l^2}{4} + \frac{l^2}{4} = \frac{l^2}{2}; \quad (1 \text{ taškas})$$

$$r^2 = AC^2 + AO^2 = \frac{l^2}{2} + \frac{l^2}{4}; \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\cos \alpha = \frac{AO}{OC} = \frac{l}{2 \cdot r} = \frac{l}{2 \sqrt{\frac{l^2}{2} + \frac{l^2}{4}}}; \quad (1 \text{ taškas})$$

Gautas išraiškas įstatome į (1) lygtį:

$$E = \frac{I}{\frac{l^2}{2} + \frac{l^2}{4}} \cdot \frac{l}{2 \sqrt{\frac{l^2}{2} + \frac{l^2}{4}}} = \frac{4\sqrt{3}}{9} \cdot \frac{I}{l^2}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Išreiškiame šviesos stiprį I :

$$I = \frac{3\sqrt{3}}{4} V^{2/3} E. \quad (2 \text{ taškai})$$

Apskaičiuojame:

$$I = \frac{3\sqrt{3}}{4} 15^{2/3} \cdot 19 = 150 \text{ (cd)}. \quad (1 \text{ taškas})$$

4. Apšvietus fotoelementą lazerio šviesa jame atsiranda $I = 0,124 \text{ A}$ stiprio elektros srovė. Kokia dalis K visų lazerio išspinduliuotų fotonų sukelia fotoefektą? Kam lygus išlekiančių elektronų greitis v ? Lazerio šviesos bangos ilgis $\lambda = 572 \text{ nm}$, o spinduliuotės galia $P = 1,69 \text{ W}$. Fotoefekto raudonoji riba $\lambda_R = 603 \text{ nm}$. (10 taškų)

Sprendimas.

Pažymėsime visų lazerio išspinduliuotų per laiko vienetą fotonų skaičių N , o fotonų, sukeliančių fotoefektą, skaičių M . Tada ieškomas dydis

$$K = \frac{M}{N}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Lazerio išspinduliuotų per laiko vienetą fotonų energija ir sudaro jo spinduliuotės galią

$$P = N h \frac{c}{\lambda}. \quad \text{Čia } h - \text{Planko konstanta, o } c - \text{šviesos greitis. Vadinasi} \quad (1 \text{ taškas})$$

$$N = \frac{P \lambda}{h c}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Kiekvienas fotoefektą sukeliantis fotonas išmuša vieną elektroną. Vadinasi, iš srovės stiprio apibrėžimo

$$M = \frac{I}{e}. \quad (1 \text{ taškas})$$

Čia e - elementarusis krūvis. Gauname:

$$K = \frac{h c I}{e P \lambda}. \quad (1 \text{ taškas})$$

$$K = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8 \cdot 0,124}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1,69 \cdot 572 \cdot 10^{-9}} = 0,159 \quad (1 \text{ taškas})$$

Iš fotoefekto formulės

$$\frac{h c}{\lambda} = \frac{h c}{\lambda_R} + \frac{m v^2}{2}. \quad \text{Čia } m - \text{elektrono masė.} \quad (1 \text{ taškas})$$

$$v = \sqrt{\frac{2 h c}{m} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_R} \right)}. \quad (2 \text{ taškai})$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{9,109 \cdot 10^{-31}} \left(\frac{1}{572 \cdot 10^{-9}} - \frac{1}{603 \cdot 10^{-9}} \right)} = 1,98 \cdot 10^5 \text{ (m/s)}. \quad (1 \text{ taškas})$$