

67-osios Lietuvos mokinių fizikos olimpiados rajono–miesto turas (2019 m.)

10 klasė

1. 17 km atstumą tarp dviejų stočių traukinys važiavo vidutiniu 60 km/h greičiu. Pirmąją kelio dalį traukinys greitėjo, antrąją važiavo tolygiai, o trečiąją lėtėjo. Laikų, sugaištų pirmojoje ir trečiojoje kelio dalyse, suma lygi 4 min. Apskaičiuokite, koku greičiu traukinys važiavo antrąją kelio dalį. (10 taškų)

Sprendimas

$$\text{pirmosios kelio dalies ilgis } s_1 = \frac{v}{2}t_1, \quad (1) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\text{trečiosios } s_3 = \frac{v}{2}t_3, \quad (2) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\text{jų suma } s_{13} = \frac{v}{2}t. \quad (3) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\text{Tada antrosios kelio dalies ilgis bus } s - \frac{v}{2}t, \quad (4) \quad (2 \text{ taškai})$$

$$\text{o sugaištas laikas } \frac{s}{v} - \frac{t}{2}. \quad (5) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\text{Kadangi laikas, sugaištas visame kelyje, lygus } \frac{s}{\langle v \rangle}, \quad (6) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\text{gauname: } \left(\frac{s}{v} - \frac{t}{2} \right) + t = \frac{s}{\langle v \rangle}; \quad (7) \quad (2 \text{ taškai})$$

$$v = \frac{2s\langle v \rangle}{2s - \langle v \rangle t} = 68 \text{ km/h}. \quad (8) \quad (1 \text{ taškas})$$

2. Plieninis sviedinys, skriejantis 200 m/s greičiu, pataiko į pylimą ir įstringa jame. Keliais laipsniai pakyla sviedinio temperatūra, jeigu išilimui tenka 60% jo kinetinės energijos? Plieno savitoji šiluma $c = 460 \text{ J/(kg K)}$. (10 taškų)

Sprendimas

Iš viso sviedinio kinetinės energijos išilimui tenka

$$W = \frac{1}{2} kmv_0^2. \quad (1) \quad (2 \text{ taškai})$$

energija. Dėl to, sviedinio vidinė energija padidėja dydžiu

$$Q = cm\Delta T. \quad (2) \quad (2 \text{ taškai})$$

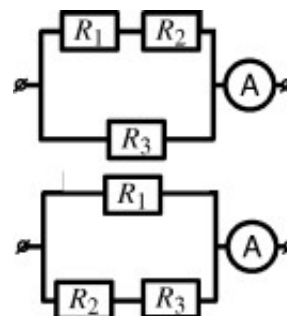
Gauname šilumos balanso lygtį:

$$cm\Delta T = k \frac{mv_0^2}{2}. \quad (3) \quad (3 \text{ taškai})$$

Iš lygties randame:

$$\Delta T = \frac{kv_0^2}{2c} = \frac{0,6 \cdot 200^2}{2 \cdot 460} \approx 26 \text{ K}. \quad (4) \quad (3 \text{ taškai})$$

3. Elektros grandinė sudaryta iš 3 rezistorių, kurių vertės 1Ω , 4Ω ir 5Ω (tačiau nežinoma kurio rezistoriaus kuri vertė). Sujungus rezistorius į grandinę (paveikslėlyje viršutinė grandinė) ir prijungus $1,2 \text{ V}$ bateriją, ampermetras rodo $0,5 \text{ A}$. Sujungus rezistorius į kitą grandinę (paveikslėlyje apatinė grandinė) ir prijungus prie baterijos, ampermetras sudegė. Kam lygios varžos R_1 , R_2 ir R_3 , jeigu ampermetras sudega, kai per jį teka didesnė nei 1 A stiprio srovė? (10 taškų)



Sprendimas

Bendra varža (paveikslėlyje viršutinė grandinė):

$$R_{01} = \frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1 + R_2 + R_3}. \quad (1) \quad (1 \text{ taškas})$$

Bendra varža (paveikslėlyje apatinė grandinė):

$$R_{02} = \frac{(R_2 + R_3)R_1}{R_1 + R_2 + R_3}. \quad (2) \quad (1 \text{ taškas})$$

Pagal Omo dėsnį galime užrašyti:

$$I_1 = \frac{U}{R_{01}} \quad \text{ir} \quad (3) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$I_2 = \frac{U}{R_{02}}. \quad (4) \quad (1 \text{ taškas})$$

Pradžioje išnagrinėkime pirmąją grandinę:

$$R_{01} = \frac{U}{I_1} \quad \text{ir} \quad (5) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$\frac{(R_1 + R_2)R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{U}{I_1}, \quad (6)$$

$$(R_1 + R_2)R_3 = \frac{U}{I_1}(R_1 + R_2 + R_3), \quad (7)$$

Kadangi žinome, kad galimos varžos yra 1Ω , 4Ω ir 5Ω , tuomet jų suma lygi 10Ω , gauname:

$$(R_1 + R_2)R_3 = \frac{1,2}{0,5}10 = 24 = 6 \cdot 4 \Omega, \quad (8) \quad (1 \text{ taškas})$$

iš čia matome, kad $R_3 = 4 \Omega$, kadangi jei

$$(R_1 + R_2)R_3 = (1 + 4) \cdot 5 = 25 \Omega \quad \text{arba} \quad (9) \quad (1 \text{ taškas})$$

$$(R_1 + R_2)R_3 = (4 + 5) \cdot 1 = 9 \Omega, \quad (10) \quad (1 \text{ taškas})$$

Dabar belieka nustatyti, kuris iš rezistorių R_1 ar R_2 turi 1Ω , o kuris 5Ω varžą.

Dabar išnagrinėkime antrąją grandinę. Ampermetras sudega, kai $I_2 > 1 \text{ A}$. Jei laikysime, kad $R_1 = 5 \Omega$, o $R_2 = 1 \Omega$ tuomet gauname, kad $R_{02} = 2,5 \Omega$, tuomet pagal Omo dėsnį per grandinę tekančios srovės stipris

$$I_2 = \frac{1,2}{2,5} = 0,45 \text{ A}. \quad (11) \quad (1 \text{ taškas})$$

Tai mažiau nei 1 A , šis atvejis netinka. Iš čia gauname išvadą, kad $R_1 = 1 \Omega$, o $R_2 = 5 \Omega$. Patikrinus gauname, kad $R_{02} = 0,9 \Omega$, srovės stipris

$$I_2 = \frac{1,2}{0,9} \approx 1,3 \text{ A}, \quad (12) \quad (1 \text{ taškas})$$

taigi gauname, kad $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$ ir $R_3 = 4 \Omega$.

4. Plaukiant baidarėmis ramiame vandenyje vietoje, kur irklas yra ištraukiamas iš vandens, susidaro mažas vandens sūkurys. Irkluotojui padarant $n_1 = 24$ yrių per minutę, atstumas tarp gretimų vandens sūkurių yra lygus $L_1 = 4$ m. Raskite atstumą tarp susidarantių gretimų vandens sūkurių, jeigu tas pats irkluotojas padaro $n_2 = 20$ yrių per minutę. Laikyti, kad abiem atvejais sportininkas atlieka tą patį darbą padarant vieną yri, o baidarė juda pastoviais greičiais. Baidarė yra veikiamas vandens pasipriešinimo jėga F , kuri yra tiesiog proporcinga baidarės greičiui, t.y. $F = \alpha \cdot v$, čia proporcingumo koeficientas α nepriklauso nuo greičio. Oro pasipriešinimo nepaisykite. (10 taškų)



Sprendimas

Darbą, kurį atlieka sportininkas vieno irklavimo metu pažymėkime A_0 . Tada pirmu atveju sportininko galia bus lygi:

$$P_1 = A_0 \cdot n_1 \quad (1)$$

ir antru atveju

(2 taškai)

$$P_2 = A_0 \cdot n_2 \quad (2)$$

Be to, baidarės abiem atvejais juda pastoviais greičiais v_1 ir v_2 . Sportininko sukurta jėga nugalė pasipriešinimo jėgas, t.y. sportininko galia yra lygi

$$P_1 = F_1 \cdot v_1, \quad (3)$$

o antru atveju

(2 taškai)

$$P_2 = F_2 \cdot v_2, \quad (4)$$

čia $F_1 = \alpha \cdot v_1$ ir $F_2 = \alpha \cdot v_2$.

Įvertinus (1)-(2) bei (3)-(4) gauname:

$$A_0 \cdot n_1 = \alpha \cdot v_1^2 \quad (5)$$

ir

(1 taškas)

$$A_0 \cdot n_2 = \alpha \cdot v_2^2. \quad (6)$$

Tokiu būdu, iš (5) ir (6) lygčių gauname, kad

$$\frac{A_0 \cdot n_2}{A_0 \cdot n_1} = \frac{\alpha \cdot v_2^2}{\alpha \cdot v_1^2} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{n_2}{n_1}} \quad (7) \quad (1 \text{ taškas})$$

Atstumai tarp susidarančių gretimų vandens sūkurių pirmu ir antru atveju bus lygūs:

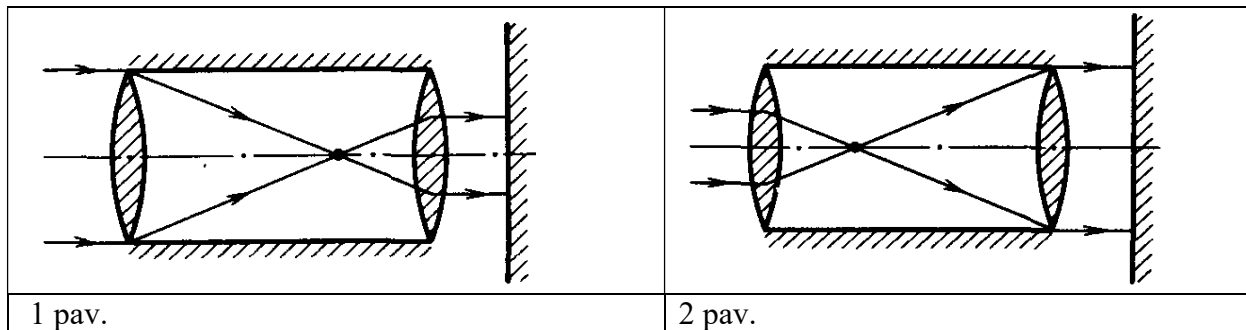
$$L_1 = \frac{v_1}{n_1} \quad \text{ir} \quad L_2 = \frac{v_2}{n_2} \quad (8)-(9) \quad (2 \text{ taškai})$$

Įvertinus (7)-(9) randame L_2 :

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{v_2 \cdot n_1}{v_1 \cdot n_2} = \frac{n_1}{n_2} \sqrt{\frac{n_2}{n_1}} = \sqrt{\frac{n_1}{n_2}} \Rightarrow L_2 = L_1 \sqrt{\frac{n_1}{n_2}} = 4 \sqrt{\frac{24}{20}} \approx 4,4 \text{ (m)} \quad (10) \quad (2 \text{ taškai})$$

5. Cilindrinio vamzdelio, kurio vidinis paviršius padengtas šviesą sugeriančiais juodais matiniais dažais, galuose yra įtvirtinti glaudžiamieji lęšiai, kurių skersmuo lygus vamzdelio vidiniam skersmeniui. Vieno lęšio židinio nuotolis du kartus didesnis už kito, o vamzdelio ilgis toks, kad lygiagrečiai su vamzdelio ašimi krentantys spinduliai išeina iš vamzdelio lygiagrečiai jo ašiai. Kai šviesa krenta per visą vamzdelio skerspjūvį į vamzdelio galą su didesnio židinio nuotolio lęšiu, kitame vamzdelio gale pastatytame ekrane matomos apskritos šviesios dėmės apšvieta lygi E_1 . Kaip pasikeis ekrano apšvieta vamzdelį apsukus kitu galu? (10 taškų)

Sprendimas



Brėžinys

(2 taškai)

Iš uždavinio sąlygos matyti, kad didelio ir mažo židinio nuotolio lęšių židiniai sutampa, o vamzdelio ilgis lygus $3F$, čia F - didesnės laužiamosios gebos lęšio židinio nuotolis. Kai šviesa krentą į vamzdelį galą su didesnio židinio nuotolio lęšiu (1 pav.), tai išeinančio iš vamzdelio pluošto ekrane apšviestos dėmės spindulys bus lygus

$$R/2,$$

(2 taškai)

čia R - vamzdelio skerspjūvio spindulys,

$$\text{o apšviestos ekrano dalies apšvieta } E_1 = \Phi / (\pi(R/2)^2),$$

(2 taškai)

čia Φ – krentantis šviesos srautas. Kai vamzdelis nukreiptas į šviesos šaltinį galu, kuriame yra mažesnio židinio nuotolio lęšis (2 pav.), iš vamzdelio išeis tik tie spinduliai, kurie nuo vamzdelio ašies nutolę ne daugiau kaip pusė vamzdelio skersmens, todėl iš vamzdelio išeinančios šviesos srautas bus 4 kartus mažesnis ir jis apšvies plotą ekrane lygų vamzdelio skerspjūviui. Apšvieta šiuo atveju $E_2 = \Phi / (4\pi R^2)$.

(2 taškai)

Matome, kad apsukus vamzdelį ekrano apšvieta sumažės 16 kartų.

(2 taškai)