

Eesti koolinoorte 49. täppisteaduste olümpiaad

Füüsika lõppvoor. 7. aprill 2002. a. Põhikooli ülesannete lahendused

1. ülesanne

Läätsede fookused peavad ühtima. Ülesanne ei ole lahenduv, kui koondava läätse fookuskaugus on väiksem hajutava läätse fookuskaugusest.

2. ülesanne

Tööd on vaja teha selleks, et tõsta 200 kg vett 5 m kõrgusele ja tõsta torusse jäävat vett. Torus olev vesi, mille mass on

$$0,005 \text{ m}^2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 25 \text{ kg},$$

tõstetakse keskmiselt 2,5 m kõrgusele. Raskusjõu töö avaldub valemiga $A = Fs = mgh$, seega

$$A = (200 \text{ kg} \cdot 5 \text{ m} + 25 \text{ kg} \cdot 2,5 \text{ m}) \cdot 9,8 \text{ N/kg} \approx 10,4 \text{ kJ}.$$

3. ülesanne

Gaasis (antud juhul õhus) asuvale kehale (õhupallile) mõjub üleslükkejõud. Õhupall tõuseb maapinnast kõrgusele, kus raskusjõud parajasti tasakaalustab üleslükkejõu. Pallile mõjuv raskusjõud avaldub

$$F_r = (m + M)g = (0,2 \text{ kg} + 0,18 \text{ kg}) \cdot 9,8 \text{ N/kg} \approx 3,72 \text{ N}.$$

Õhu üleslükkejõud avaldub $F_{\ddot{u}} = \rho_{\ddot{u}} Vg$. Tingimusest $F_r = F_{\ddot{u}}$ saame, et õhupall peatub kõrgusel, kus õhu tihedus on võrdne

$$\rho_{\ddot{u}} = \frac{F_r}{Vg} = \frac{3,72 \text{ N}}{2 \text{ m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg}} \approx 0,19 \text{ kg/m}^3.$$

Graafikult saame, et selline on õhu tihedus kõrgusel 15,1 km.

4. ülesanne

Mäolt Põltsamaale on $l - l_1 - l_2 = 40 \text{ km}$. Tallinna buss jõuab Mäole $l_1/v_1 = 1,33$ tunni pärast (kell 20.08) ja väljub sealt kell 20.10. Tartu buss jõuab Põltsamaale $l_2/u_1 = 45$ minuti pärast (kell 20.15) ja väljub sealt kell 20.25. Selleks hetkeks on Tallinna buss jõudnud Mäolt juba

$$80 \text{ km/h} \cdot 0,25 \text{ h} = 20 \text{ km}$$

kaugusele ja busside vahemaa on $40 \text{ km} - 20 \text{ km} = 20 \text{ km}$. Bussid sõidavad teineteisele vastu suhtelise kiirusega $v_2 + u_1 = 160 \text{ km/h}$. Nad kohtuvad

$$\frac{20 \text{ km}}{160 \text{ km/h}} = 0,125 \text{ h} = 7,5 \text{ min}$$

pärast ehk kell 20.32,5. Kohtumispunkt asub Tartust

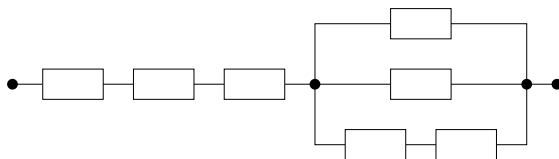
$$60 \text{ km} + 0,125 \text{ h} \cdot 80 \text{ km/h} = 70 \text{ km}$$

kaugusel.

5. ülesanne

Kui me ühendame jadamisi 2, 3, 4, ... takisteid, saame me ahela kogutakistusega vastavalt 20 Ω , 30 Ω , 40 Ω , ... Seega otsitav ühendus ei saa olla ainult takistite jadaühendus. Kui me ühendame omavahel rööbiti 2, 3, 4, 5, ... takisteid, saame me ahela kogutakistusega vastavalt 5 Ω , 3,(3) Ω , 2,5 Ω , 2 Ω , ... Järelikult on võimalik ehitada otsitav ahel kolmest jadamisi ühendatud takistist ja kahest nendega jadamisi ühendatud viieharulisest rööpühendusest takistusega 2 Ω igaüks. See annaks takistite arvuks $3 + 2 \cdot 5 = 13$. Aga kuna küsitud on minimaalset takistite arvu, siis peame uurima, kas ei saa otsitud kogutakistust saavutada ka väiksema takistite hulga.

On selge, et ahel peab sisaldama selliseid rööpühendusi, kus vähemalt ühes harus on rohkem kui üks takisti. Seega peab meie ahel koosnema kas kolmest jadamisi ühendatud takistist ja ühest segaühendusest kogutakistusega 4 Ω või kahest jadamisi ühendatud takistist ja ühest segaühendusest kogutakistusega 14 Ω . Esimesel juhul saame järgmise vastuse:



ehk siis 7-st takistist koosneva ahela. Tõepoolest, selle ahela takistus on

$$R = r + r + r + \frac{(r/2) \cdot 2r}{r/2 + 2r} = 30 + \frac{100}{25} = 34 \Omega.$$

Kontrollides, leiame, et 5 takistiga 14 Ω -se kogutakistusega segaühendust ehitada ei saa, seega vastuseks jääb esimene variant ja 7 takistit.

6. ülesanne

Täies ulatuses nägemiseks loeme seda, kui näeme peeglis oma kingi ja silmi, s.t. sealt lähtuvad valguskiired peavad pärast peegeldumist sattuma silma. Kasutame peegeldumisseadust, mille kohaselt peegeldumisenurk on võrdne langemisenurgaga. Jooniselt selgub, et vertikaalse peegli korral näeme ennast täies ulatuses peegli osas AB . Peegli kallutamisel näeme oma kingi, vaadates punkti C suunas, ja oma silmi, vaadates punkti D suunas. Jooniselt on näha, et $CD < AB$, seega kaldu olev peegel võib olla väiksem.

7. ülesanne

Leiame varda massi:

$$M = V\rho = 1 \text{ m} \cdot 0,0001 \text{ m}^2 \cdot 2700 \text{ kg/m}^3 = 0,27 \text{ kg}.$$

Me võime lugeda vardale mõjuva raskusjõu koondunuks tema massikeskmesse, mis asub varda koormatud otsast kaugusel $l/2$. Olgu tasakaalustamiseks vajaliku toetuspunkti kaugus varda koormatud otsast L . Summaarne jõumoment, millega varrast sel juhul ümber toetuspunkti pööratakse, peab võrduma nulliga:

$$m_1g(L - 0) + m_2g(L - d) + Mg(L - l/2) = 0.$$

Siit saame avaldada

$$L = \frac{m_2d + Ml/2}{m_1 + m_2 + M} = \frac{0,2 \text{ kg} \cdot 0,2 \text{ m} + 0,27 \text{ kg} \cdot 0,5 \cdot 1 \text{ m}}{0,1 \text{ kg} + 0,2 \text{ kg} + 0,27 \text{ kg}} = 0,30 \text{ m}.$$

8. ülesanne

Olgu v_1 rongi kiirus esimesel poolel teest ja v_2 selle kiirus teisel poolel teest. Kogu läbitud tee pikkus olgu $2s$. Selle tee läbimiseks kulub ajavahemik $t = s/v_1 + s/v_2$. Teiselt poolt, vastavalt keskmise kiiruse definitsioonile $v = 2s/t$. Võttes arvesse, et $v_1 = 1,5v_2$, saame

$$\frac{s}{1,5v_2} + \frac{s}{v_2} = \frac{2s}{v}.$$

s taandub välja ja saame $v_2 = 5/6v$ ning $v_1 = 1,5v_2 = 5/4v$.

9. ülesanne

Täisvõimsusel töötades suudab kütteseade säilitada toa- ja välistemperatuuride vahet 40°C . Temperatuuride vahe, nagu selgub ülesande tekstist, on võrdeline kütte võimsusega. Seega, pärast kütte vähendamist alaneb toatemperatuur väärtuseni $-18^\circ \text{C} + 0,5 \cdot 40^\circ \text{C} = 2^\circ \text{C}$. Soojusmahtuvuse arvessevõtmisel ei saa toatemperatuuri sama lihtsalt määrata. Kütteseadme lülitumisel öisele režiimile algab toa jahtumine. Seejuures annavad piirded ja toas olevad esemed osa oma siseenergiat toaõhule ja toa temperatuur ei lange kohe minimaalseni. Kas kella kuueks hommikul langeb temperatuur praktiliselt 2°C -ni, sõltub nimetatud soojusmahtuvuste suuruselt.

10. ülesanne

Pliidi küttekeha takistus

$$R_1 = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2 \text{ V}^2}{1000 \text{ W}} = 48,4 \Omega.$$

Elektriliini traadi kogupikkus on $l = 2 \cdot 2000 \text{ m} = 4000 \text{ m}$ ja kogutakistus

$$R_2 = \rho \frac{l}{S} = 0,028 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \frac{4000 \text{ m}}{20 \text{ mm}^2} = 5,6 \Omega.$$

Voolutugevus

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{220 \text{ V}}{54 \Omega} = 4,1 \text{ A.}$$

Küttekehal soojusena eralduv elektriline võimsus

$$P_1 = I^2 R_1 = 16,8 \text{ A}^2 \cdot 48,4 \Omega = 814 \text{ W.}$$

Tarbitud elektrienergia kogus on

$$0,814 \text{ kW} \cdot 0,75 \text{ h} = 0,611 \text{ kWh,}$$

mille eest tuleb maksta

$$0,611 \text{ kWh} \cdot 1,05 \frac{\text{EEK}}{\text{kWh}} = 64 \text{ senti.}$$

E1. ülesanne

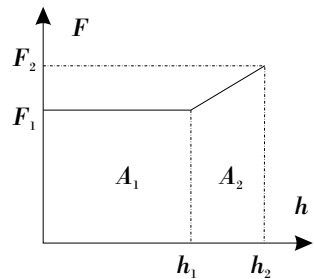
Õigesti visandatud lambid ja ühenduskohad skeemil — 2 p. Õigesti näidatud voltmeetri ja ampermeetri ühenduskohad skeemil (ampermeeter jadamisi, voltmeeter rööbiti uuritava lambiga) — 2 p. Ampermeetri ühendamine eraldi mõlemasse rööpharusse pole nõutav. Ülesandes oli ju tehtud eeldus, et lambid on ühesugused, mistõttu kumbagi rööpharu läbib pool sellest voolust, mis kulgeb jadamisi ühendatud lambis. Viimase mõõtmisest ja kahega jagamisest on küllalt. Õigesti määratud pinged — 2 p. Õigesti määratud voolutugevused — 2 p. Õigesti arvutatud võimsused ($N = IU$) ja võimsuste suhe — 2 p. Õigesti leitud piirvead — 2 p.

E2. ülesanne

Tähistused: h_1 on kõrgus, milleni tuleb keha tõsta, et keha ülemine tahk oleks veepinna nivool. h_2 on kõrgus, milleni tuleb keha tõsta, et keha alumine tahk oleks veepinna nivool. F_1 on jõud keha tõstmiseks, kui keha on täielikult sukeldatud vette. F_2 on jõud keha hoidmiseks, kui keha on täielikult veest väljas.

Mõõtmistulemuste põhjal koostatud graafik omab joonisel toodud kuju. Graafikujoone alune pindala teljestikus antud suurustes on minimaalne töö keha tõstmiseks. Kogu töö on otstarbekas leida kahe osatöö summana: $A = A_1 + A_2$, kus $A_1 = F_1 h$ ja

$$A_2 = \frac{(F_2 - F_1)(h_2 - h_1)}{2}.$$



Tulemuse täpsuse hinnang on kvalitatiivne näidates ära peamised mõõtmise ebatäpsuse allikad.