

Eesti koolinoorte 69. füüsikaolümpiaad

9. aprill 2022. a. lõppvoor

Gümnaasiumi ülesanded (10.–12. klass)

Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele.

Lahendamisaeg on 5 tundi. Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

Arvesse lähevad 5 suurima punktide arvu saanud teoreetilist ja 1 eksperimentaalne ülesanne.

Kasutada võib kirjutus- ja joonestusvahendeid ning kalkulaatorit. Muud abivahendid on keelatud.

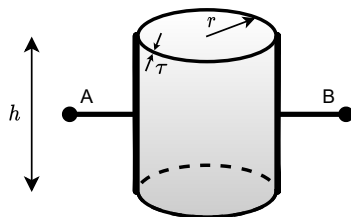
Eksperimentaalülesande lahendamisel võib kasutada üksnes loetelus toodud vahendeid.

Mõõtemääramatuse hindamist ei nõuta.

1. (KETTAHEIDE) Taganttuul on spordis harilikult abiks, kuid mitte kettaheites. Selgitage kvalitatiivselt, miks vastutuul võib suurendada kettaheite tulemust. Visandage joonis, kus lendav ketas on kujutatud vertikaalläbilõikes näidates seal ketta lennusuuna ja tuule suuna. Näidake sellel joonisel jõudiagrammina, millised jõud mõjuvad kettale lennu ajal ja kirjeldage, kuidas mõjutab neid jõude vastutuul. (6 p.)

2. (LUMEVÄLI) Mari on kooli hiljaks jäämas ning proovib välja arvutada, kuidas joosta üle kooli ees oleva väljaku, mis on lumega kaetud. Väljak on riskülikukujuline, mille ühes tipus asub Mari ja diagonaali teises tipus koolimaja uks. Väljaku koolimaja fassaadiga paralleelne külg on 100 m pikk ja koolimajaga risti olev külg 50 m. Mari jookseb mööda teed kiirusega $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, ja ta hindab, et ta jookseb lumes 20% aeglasemalt kui mööda väljaku ääres olevat teed. Kui palju aega on võimalik Maril säästa joostes üle lumise väljaku võrreldes sellega, kui ta jookseks mööda väljaku ääres olevat teed? (8 p.)

3. (SILINDER) Õhukese silindri eritakistus on ρ , raadius on r , kõrgus on h ja paksus on τ . Silindri ringikujulised põhjad on eemaldatud ning silindri vastaspooltel on silindri materjal asendatud peenikeste juhtivate klemmidega, mille pikkus on h ja paksus on τ (A ja B joonisel). Leidke kahe klemmi vaheline takistus. (8 p.)



4. (LÄÄTSEDE KOLMNURK) Kuhu tuleb paigutada ekraan, et ekraanile tekiks kaks valgusallika A kujutist? Kolme läätse fookused ühtivad ja asuvad punktis F. Lahendage ülesanne lisalehel. (8 p.)

5. (JALGRATAS) Elektri jalgratta mootor asub ratta rummus ning suudab arendada maksimaalset pöördemomenti $M = 60 \text{ N} \cdot \text{m}$ ja maksimaalset kasulikku võimsust $P = 500 \text{ W}$ (võib eeldada, et viimane ei sõltu kiirusest). Rattad on 26-tollised ehk raadiusega $r = 0,33 \text{ m}$. Jalgratta ja sõitja summaarne mass $m = 110 \text{ kg}$. Hõõrdejõu rataste telgedes võib lugeda tühiseks.

(a) Kui suure maksimaalse tõusunurgaga mäenõlvast saaks sellise jalgrattaga vaid elektri jõul üles sõita?

(b) Kui suure maksimaalse kiiruse saavutaks jalgratas mõne aja möödudes, kui tõus oleks $\alpha = 5^\circ$? (8 p.)

6. (ÕHUPÜSS) Õhupüssis kasutatakse rõhu $p_1 = 34 \text{ MPa}$ all olevat lämmastikku kuuli kiirendamiseks. Milline on püssirauda jääva lämmastiku temperatuur vahetult peale lasku? Enne lasku oli surulämmastik toatemperatuuril $t_0 = 20^\circ \text{C}$; õhurõhk $p_0 = 100 \text{ kPa}$. Lämmastiku molaarne soojusmahtuvus konstantsel ruumalal on $c_V = \frac{5}{2}R$ ja keemistemperatuur $T_k = -196^\circ \text{C}$.

Vihje: Helikiirusest aeglasemates protsessides gaasiga, kus ei toimu soojusvahetust, kehtib nn adiabaadiseadus $pV^\gamma = \text{const}$, kus lämmastiku jaoks on astmenäitaja $\gamma = 7/5$. (10 p.)

7. (VEEUPUTUS) Tänavakanalisatsioon on ehitatud selliselt, et vihmajuhulga korral koguneb vihmavesi kõigepealt tänavalla all kulgevasse kraavi, kust omakorda juhatakse vesi ära sadeveetorustiku kaudu. Sadeveetorustiku ummistuse tõttu suudab see aga tagada sadevee äravoolu ainult 50% võimsusel maksimaalsest võimalikust. Ükskord paduvihma ajal juba 6 minutit peale vihma algust sai kraav täis ning vesi tungis tänavale. Graafikul (pöördel) on toodud sademete koguhulga h sõltuvus ajast t alates paduvihma algusest.

Peale paduvihma lõppemist tehtud arvutused näitasid, et isegi juhul, kui sadeveetorustik poleks ummistunud, poleks see uputusest päästnud ning kraav oleks täitunud 9 minutit peale vihma algust.

Milline pidanuks olema töökorras torustiku äravoolu minimaalne võime (liitrit minutis 1 m^2 pinna kohta), et uputust ei oleks tekkinud? (10 p.)

8. (VEEVALAJA) Oleg seisab kaalul ja ta ühes käes on pudel, kus on $m = 1 \text{ kg}$ vett ja teises käes on piisavalt suur anum, mis on $h = 1 \text{ m}$ madalamal kui pudel. Ta hakkab pudelist vett välja valama anumasse kiirusega $\dot{m} = 1 \text{ kg/s}$. Joonistage graafik (koos arvulise skaalaga), kuidas muutub kaalu näit alates hetkest, kui kogu vesi on veel pudelis kuni hetkeni, kui kogu vesi on jõudnud anumasse. Raskuskiirendus on $g = 10 \text{ m/s}^2$ ja võib eeldada, et vesi liigub pudelist anumasse ilma õhutakistusega. Anum on nii lai, et veenivoo seal ei muutu. Tehtud arvutused koos põhjendustega kirjutage eraldi lehele. (12 p.)

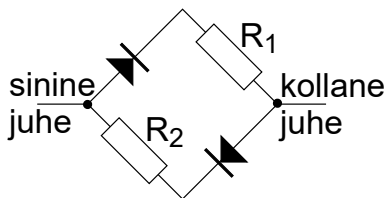
9. (SATELLIIT) Millise temperatuuri omandab väike kuubikujuline absoluutselt must satelliit, mis liigub Maa ümber madalal ringorbiidil (kõrgus maapinnast on hulga väiksem, kui Maa raadius) ja on parajasti öö külje peal. Vihje: Maad võib vaadelda kui lõpmatut tasandit, mis on temperatuuril $T_0 = 15^\circ\text{C}$ ja omab kiirgustegurit $\epsilon = 0,6$, st tema soojuskiirgustihedus (W/m^2) on 60% samasuguse absoluutselt musta keha soojuskiirgustihedusest σT^4 , kus σ tähistab Stefan-Boltzmanni konstanti. (12 p.)

10. (PLAAT) Väike ringikujuline laenguta metallist plaat raadiusega r ja paksusega h asetati plaadi teljel olevast punktlaengust q kaugusele R . Hinnake, millise jõuga F tõmbub või tõukub plaat laengu poole. Võite eeldada, et $h \ll r \ll R$ ja plaadi keskme ning ääre juurde indutseeritud laengute tõttu tekkinud jõud on tühiselt väike. (12 p.)

E1. (MUST KAST) Katsevahendid: must kast, millest on välja toodud sinine ja kollane juhe ning mille sees on kaks diodi ja takistit ühendatud nii, nagu on näidatud juuresoleval skeemil; patarei; multimeeter; samasugune diod nagu mustas kastis, mis on kokku ühendatud takistiga takistusega ligikaudu $R = 2,43 \text{ k}\Omega$. Takisti ja diodi vabade otste külge on ühendamise hõlbustamiseks külge joodetud juhtmejupid ning takisti ja diodi ühenduskoha külge on võimalik kinnitada juhe või krokodill.

Leida võimalikult täpselt mustas kastis olevate takistite R_1 ja R_2 väärtused!

Vihje: diodi läbiv vool sõltub rakendatud pingest mittelineaarselt, kusjuures vastupinge rakendamisel (st siis, kui vool peaks liikuma noolele vastassuunas) on voolutugevus tühiselt väike.



NB! Mitte ühendada diodi otse patarei klemmidele — selle tulemusel hävineb diod või põleb sisse patareipesa. (12 p.)

E2. (PINGPONG) Katsevahendid: kaks pingpongi palli, millest ühe külge on läbi nõelaaugu kinnitatud niit; puitjoonlaud; plastjoonlaud. Leidke pingpongi palli ja puitjoonlaua vaheline hõõrdetegur. (14 p.)

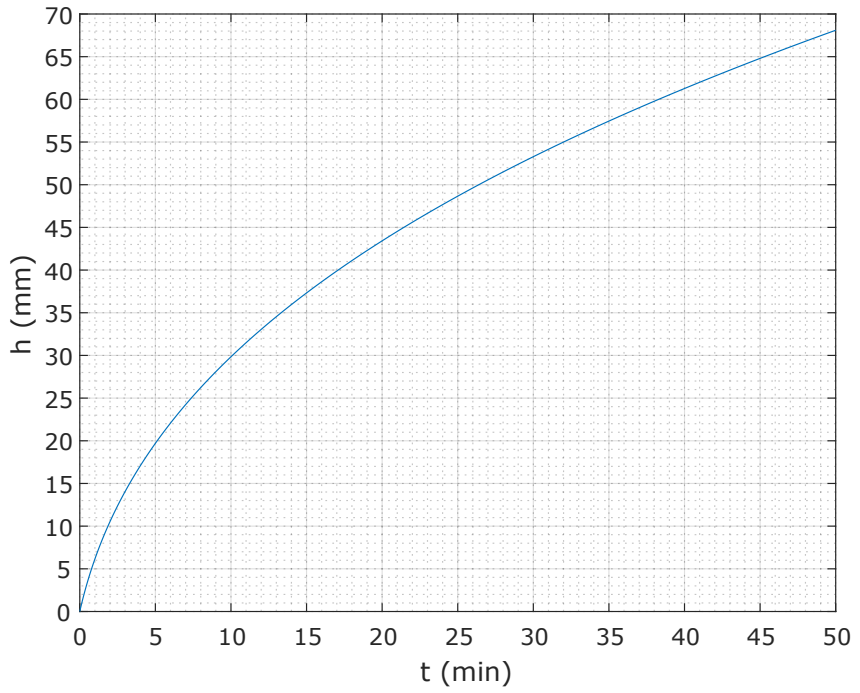
Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

<https://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>

<https://efo.fyysika.ee>

Lüütkige meie Facebooki lehega:

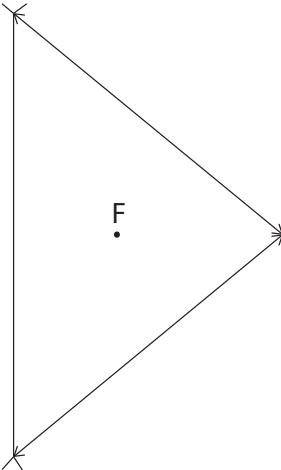
<https://www.facebook.com/fyysikaolympiaad>



Ülesande 7 graafik

4. (LÄÄTSEDE KOLMNURK — LISALEHT)

A



A

