

Eesti koolinoorte 69. füüsikaolümpiaad

9. aprill 2022. a.

Põhikooli ülesanded (8.–9. 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.

Mõotemääramatuse hindamist ei nõuta.

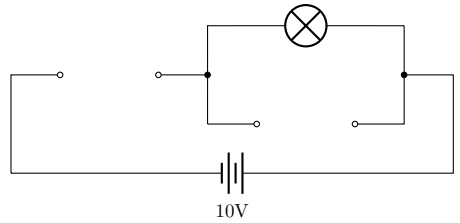
1. (KÜLM NAEL) Sügavkülmast võetud raudnael diameetriga $d = 2$ mm temperatuuril $T = -20$ °C visatakse jääkülma vette temperatuuril $T_0 = 0$ °C. Kui paksu jääkihiga kattub nael? Raua ja jää tihedused on vastavalt $\rho_r = 7,8$ g/cm³ ja $\rho_j = 0,9$ g/cm³; vee sulamissoojus $\lambda = 334$ kJ/kg ja raua erisoojus $c = 450$ J/(kg · °C). (8 p.)

2. (HEELIUMSILINDER) Teadusteatri etenduses kasutati tagurpidi keeratud akvaariumi vesiniku kogumiseks. Ühel etendusel pääses lendu üks heeliumiga täidetud silinder nii, et see kerkis akvaariumini ning jäi siis akvaarium alla, selle alumise serva lähedusse vertikaalselt (põhi all ja üleval) heljuma. Milline pidi olema selle silindri kesta mass, kui silindri põhja diameeter on $d = 20$ cm ja kõrgus $H = 30$ cm ning vesiniku sisse ulatus 1/3 silindrist. Vesiniku tihedus on $\rho_{H_2} = 0,09$ g/l, heeliumi tihedus silindris on $\rho_{He} = 0,18$ g/l ja õhu tihedus on $\rho_0 = 1,2$ g/l. Eeldame, et akvaarium on täidetud vesinikuga kuni selle alumise servani. (8 p.)

3. (JALGRATTUR) Väike Juku sõitis tuulise ilmaga jalgrattaga ning märkas, et kui ta rakendab maksimaalset võimsust, siis tema kiirus erinevates suundades on erinev. Kui ta sõidab pärituult põhja suunas, on tema maksimaalne kiirus $v_1 = 12$ $\frac{m}{s}$, vastutuult lõuna suunas aga ainult $v_2 = 3$ $\frac{m}{s}$. Mis on tuule kiirus? Eeldage, et õhu takistus on võrdeline kiiruse ruuduga õhu suhtes ning hõõrdumine rataste telgedes on tühine. (8 p.)

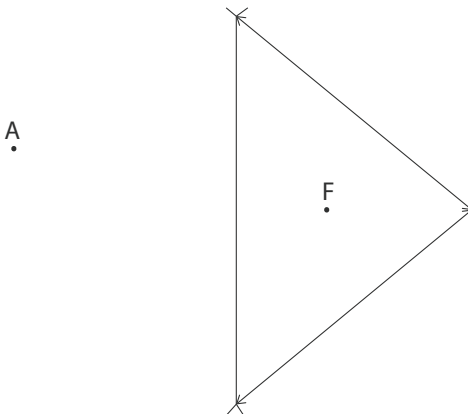
4. (GAASIBOILER) Leidke gaasiboileris kuluva gaasi hulk, et sooja veega käsi pestes ei langeks boileris oleva vee temperatuur. Boileri efektiivsus $\eta = 93$ %, gaasi kütteväärtus $L = 45$ $\frac{MJ}{kg}$, külma vee temperatuur $t_k = 20$ °C, sooja vee temperatuur $t_s = 40$ °C, vee erisoojus $c = 4200$ $\frac{J}{kg \cdot K}$, vee tihedus $\rho = 1000$ $\frac{kg}{m^3}$, käte pesemisel kuluva vee hulk $V = 50$ $\frac{mL}{s}$. (8 p.)

5. (3 LAMPI) Jutal on kolm ühesugust vooluringi, milles igaiühes on kaks klemmidevahet, kuhu saab vahele ühendada mingi koguse takisteid (vt joonist). Juta tahab saada kõik kolm lampi samaaegselt põlema nimivõimsusel $0,2\text{ W}$ ja nimipingel 2 V . Juta käsutuses on kuus takistit väärtustega 5Ω , 6Ω , 10Ω , 20Ω , 40Ω ja 80Ω . Pakkuge välja, kuidas takistid vooluringidesse ühendada, ning näidake, et lambid põlevad leitud süsteemides võimsusel $0,2\text{ W}$. Vooluringe omavahel kokku ühendada ei tohi. Iga takistit saab kasutada täpselt ühes kolmest vooluringist ja maksimaalselt ühe korra. (10 p.)

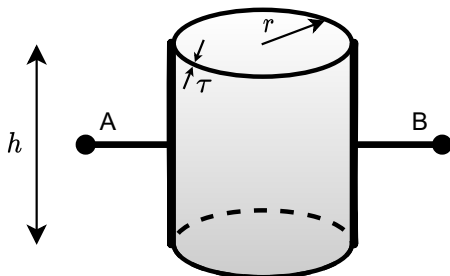


6. (HEINAPLOKK) Heinol on risttahukakujuline plokk heina küljepikkustega $a = 1\text{ m}$, $b = 1,4\text{ m}$, $c = 2\text{ m}$. Heino soovib ploki liigutada heinamaa teise otsa. Kuna ploki heinamaa teise otsa lohistamine või tassimine tundub Heinole liiga raske, otsustab Heino, et ploki peaks hoopis põllu teise otsa “veeretama” ehk teisisõnu ploki peaks liigutama seda ümber mingi telje järjest tahult tahule tõstes. Millise telje (kolmest võimalikust) peaks Heino ploki veeretamiseks valima, et ta peaks kokkuvõttes ploki liigutamise peale võimalikult vähe energiat kulutama? Võib eeldada, et heinaplokk on ühtlase tihedusega ning Heino pöörab ploki aeglaselt. (10 p.)

7. (LÄÄTSEDE KOLMNURK) Kuhu tuleb paigutada ekraan, et ekraanile tekiks kaks valgusallika A kujutist? Kolme läätse fookused ühtivad ja asuvad punktis F . Lahendage ülesanne lisalehel. (10 p.)



8. (*SILINDER*) Õhukese silindri eritakistus on ρ , raadius on r , kõrgus on h ja paksus on τ . Silindri ringikujulised põhjad on eemaldatud. 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. (10 p.)

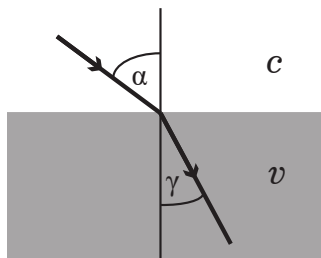


9. (*LASERKAUGUSMÕÕTJA*) Henri kasutab basseini sügavuse leidmiseks laserkaugusmõõtjat. Laserkaugusmõõtja arvutab objekti kauguse mõõtes aega, mis laserkiirel kulub objektilt tagasi peegeldumiseks ja on kalibreeritud töötama õhus. Võib eeldada, et laserkiir peegeldub basseini põhjast tagasi. Henri hoiab seadet horisontaali suhtes nurga $\beta = 30^\circ$ all ning veepinnast $H = 1,5$ m kõrgusel. Kui sügav on bassein, kui seadme näit on $s = 5,96$ m ja vee murdumisnäitaja on $n = 1,3$? Peegeldumisega veepinnalt mitte arvestada.

Vihje. Üleminekul vaakumist/õhust optiliselt tihedamasse keskkonda kehtib murdumiseseadus

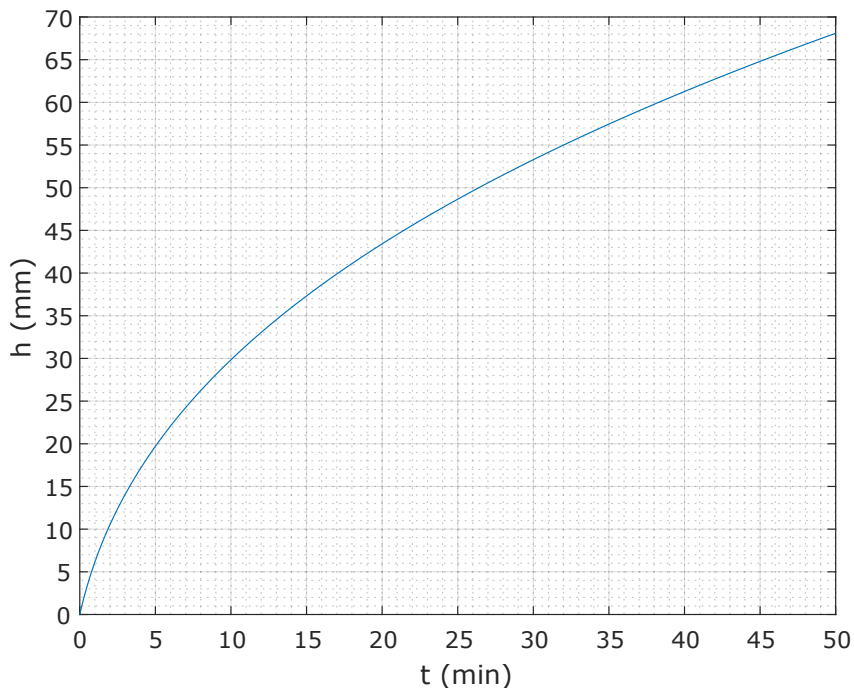
$$n = \frac{c}{v} = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma},$$

kus n on keskkonna murdumisnäitaja, c on valguse kiirus õhus/vaakumis, v on valguse kiirus teises keskkonnas, α ja γ on vastavalt langemisnurk ja murdumisnurk (vt joonist). (10 p.)



10. (*VEEUPUTUS*) Tänavakanalisatsioon on ehitatud selliselt, et vihmajärgkorral koguneb vihmavesi kõigepealt tänavalla all kulgevasse kraavi, kust omakorda juhitakse vesi ära sadeveetorustiku kaudu. Sadeveetorustiku ummistuse tõttu suudab see aga tagada sadevee äravoolu ainult 50% võimsusel maksimumaldisest võimalikust. Ükskord paduvihma ajal juba 6 minutit peale vihma algust sai kraav täis ning vesi tungis tänavale. Graafikul 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.



(a) Leidke, milline on maksimaalne kanalisatsioonisüsteemi vee äravoolu võime (liitrit minutis 1 m^2 pinna kohta), kui torustik pole ummistunud.

(b) Milline pidanuks olema töökorras torustiku äravoolu minimaalne võime, et uputust ei oleks tekkinud?

(12 p.)

E1. (NÕGUSLÄÄTS) Leidke nõgusläätsse fookuskaugus ja kumerusraadius.

Vahendid: Nõguslääts, millimeeterpaber (A4), laserpointer. (12 p.)

E2. (KEHA TIHEDUS) Määrake tundmatu keha tihedus.

Vahendid: Tundmatu keha, niit, kaal (täpsus $\pm 0,1 \text{ g}$), plastikust tops veega (200 ml).

NB! Joonlaua kasutamine ei ole lubatud. (12 p.)

Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:

<http://www.teaduskool.ut.ee/olümpiaadid/fuusikaolümpiaad>

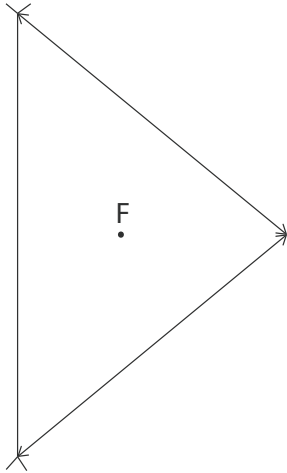
<http://efo.fyysika.ee>

Lüütu meie Facebooki lehega:

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

7. (LÄÄTSEDE KOLMNURK — LISALEHT)

A
•



A
•

