

# Eesti koolinoorte 34. füüsika lahtine võistlus

2. detsember 2023. a.

Noorema rühma ülesanded (8.–10. klass)

**Palun kirjutada iga ülesande lahendus eraldi lehele.**

Lahendamisaeg on 5 tundi.

Iga osavõtja võib lahendada kõiki pakutud ülesandeid.

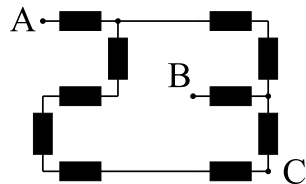
Arvesse lähevad 6 suurima punktide arvu saanud lahendust.

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

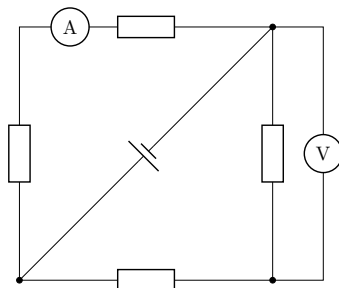
**1. (LAENGUTE JAOTAMINE)** Olgu algul viis laenguta ühesugust metallist kera. Algul antakse ühele keradest laeng  $1,6 \mu\text{C} = 0,0016 \text{ mC}$ . Seejärel kor-ratakse kuus korda järjest järgmisi samme: valitakse üks suurima ning üks vähima laenguga kera ning viiakse need hetkeks kontakti. Kui palju laengut liigub kõigi sammude peale kokku? (6 p.)

**2. (PULJONG)** Vanaema võtab sügavkülmikust kausi, milles on  $m_j = 1 \text{ kg}$  jäätunud puljongit temperatuuril  $T_j = -20^\circ\text{C}$ . Ta paneb puljongi elektripliidil olevasse potti ja lisab sinna lahjendamiseks  $V_v = 2 \text{ L}$  vett temperatuuril  $T_v = 20^\circ\text{C}$ . Kui palju läheb aega puljongi keemiseni, kui elektripliit töötab võimsusega  $P = 2000 \text{ W}$ ? Jäätunud puljongit võib lihtsustatult vaadelda kui jääd. Vee tihedus  $\rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , vee erisoojus  $c_v = 4200 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$ , jää erisoojus  $c_j = 2100 \text{ J}/(\text{kg}^\circ\text{C})$  ning jää sulamissoojus  $\lambda = 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ . Poti soojusmahtuvust võib lugeda tühiseks ning soojusvahetusega väliskeskkonnaga pole vaja arvestada. (8 p.)

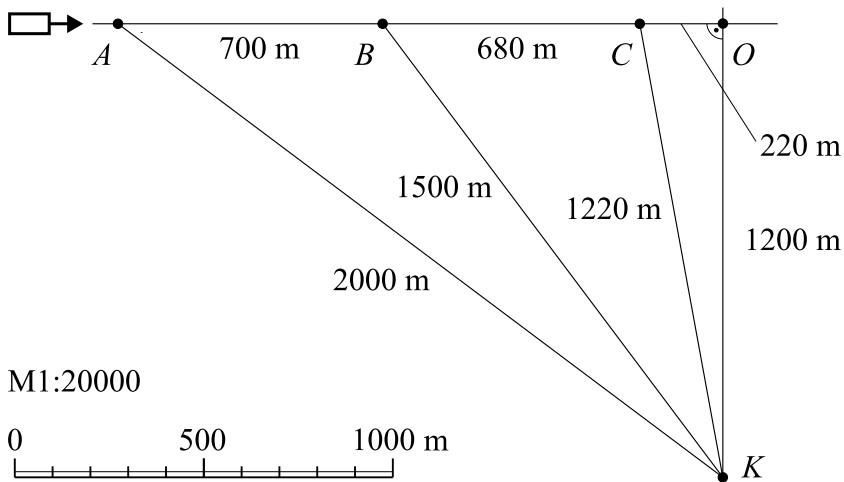
**3. (KAKSKÜMMEND KOLM)** Kõrvaloleval joo-nisel kujutavad mustad kastid võrdse takistusega takisteid. Punktide A ja B vaheline takistus on  $R_{AB} = 28 \Omega$ . Leidke punktide A ja C vaheline takistus  $R_{AC}$ . (8 p.)



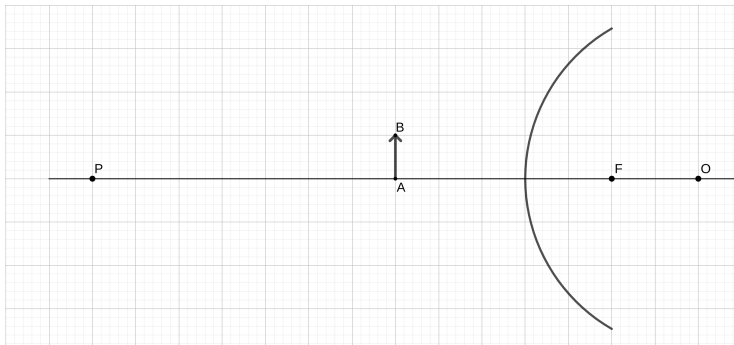
**4. (AMPERMEETRID)** Vooluahel koosneb ideaalsest pingellikast ning neljast ühesugusest takistist. Juku tahab mõõta takistite takistust kasutades ampermeetrit ning voltmeetrit nagu kujutatud joonisel. Esmalt ühendab ta vooluahe- lasse ideaalse ampermeetri, mille näit on  $I_1 = 2 \text{ A}$ . Seejärel ühendab ta vooluahelaga kogemata volt- meetri asemel teise ampermeetri. Mis on teise ampermeetri näit  $I_2$ ? (8 p.)



5. (*POLITSEIUURIMINE*) Politsei saab teate, et kurikaelad on liikuva auto aknast tulistanud kolm lasku. Uurimise käigus on vajalik teada saada auto täpne liikumiskiirus. Politseil on kasutada sündmuskoha läheduses juhuslikult olnud kiirkaamera  $K$  salvestis. Sellelt on näha tulistamise hetked asukohtadel  $A$ ,  $B$  ja  $C$  (vt järgnev skeem), kuid salvestisel puudub info kaadrisageduse kohta. Õnnestus kindlaks teha ainult fakt, et laskude heli raputas kaamerat võrdsete ajavahemike tagant. Leidke auto liikumiskiirus  $v$ , kasutades salvestise põhjal tehtud täpset asukohaskeemi. Helikiirus  $c = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . (10 p.)



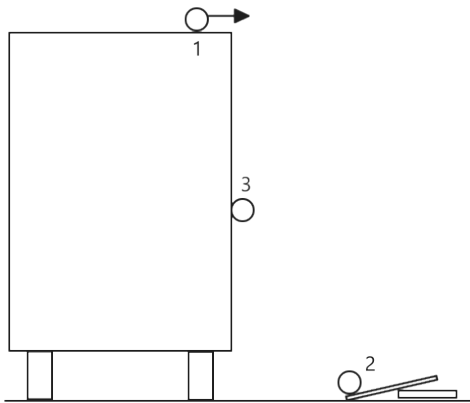
6. (*KUMERPEEGEL*) Joonisel (suurendatult lisalehel) on kujutatud ese AB ja kumerpeegel, mille keskpunkt on  $O$  ja fookus on  $F$ . Eeldame, et ese on sümmeetriateljest natuke nihkes, nii et see on punktist  $P$  nähtav nii otse kui kumerpeeglis. Mitu korda väiksem paistab ese AB punktist  $P$  kumerpeegli abil vaadelduna (võrreldes otse vaatamisega)? Lahendage ülesanne lisalehel. (10 p.)

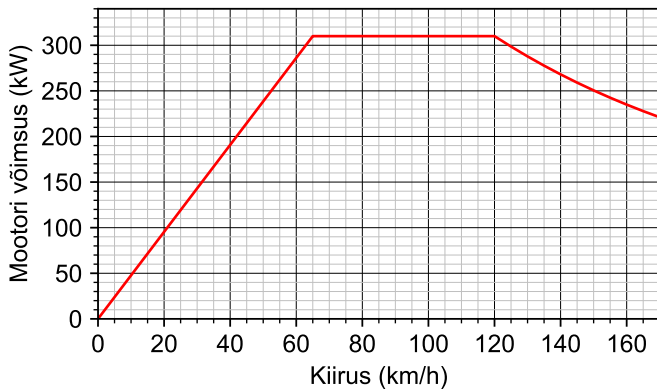


7. (PAVILJON) Mirtel varjus vihma eest paviljoni. Sellel seinteta paviljonil on ruudukujuline põrand küljepikkusega  $a = 5$  m, mida varjab postidele toetuv põrandaga ühesuurune ruudukujuline lame katus, mille kõrgus maapinnast  $H = 3$  m. Mirtel märkas, et 20% põrandala pindalast on siiski märg, sest sinna langevad vihmapiisad. Ta tegi anemomeetri abil kindlaks, et puhub konstantse suunaga tuul, mille kiirus  $v_t = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  on kõikjal üks ja sama. Mida on nende andmete põhjal võimalik öelda piiskade vertikaalkiiruse kohta: milline on selle suurim võimalik väärtus  $v_{max}$  ja vähim võimalik väärtus  $v_{min}$ ? Minimaalsuse ja maksimaalsuse ranget tõestust pole vaja esitada. (10 p.)

8. (JÄINE TERMOS) Sandra valas termosesse, mille ruumala on  $V = 800$  mL, jääkuubikuid temperatuuriga  $0^\circ\text{C}$  ning seejärel lisas sinna vett temperatuuriga  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  kuni termos oli ääreni täis. Peale mõne aja möödumist oli kogu jää sulanud ja vee temperatuur ühtlustunud. Sandra märkas, et sulamise käigus ruumala kahanes, sest nüüd on vee ruumala  $V' = 790$  mL. Mis on vee temperatuur  $T$  nüüd, eeldades, et soojusvahetus keskkonnaga oli tühine? Vee tihedus on  $\rho_v = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , jää tihedus on  $\rho_j = 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , vee erisoojus on  $c_v = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot^\circ\text{C}}$  ja jää sulamissoojus on  $\lambda = 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ . (10 p.)

9. (PÕRKEPALL) Põrkepall veereb kapi peal kiirusega  $v = 10 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  kuni see veereb üle serva ja kukub põrandal oleva raamatu peale. Kuna raamat on põrandala suhtes väikse nurga  $\alpha = 10^\circ$  all, põrkab pall uuesti vastu kapi vertikaalset seina. Kui kaugel kapist asub palli järgmine põrge vastu põrandat? Kapi kõrgus on  $h = 100$  cm ning raskuskiirendus on  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ . Eeldada, et põrge vastu raamatut leiab aset põrandala kõrgusel, põrked on elastsed ning et need toimuvad kõik ühes vertikaaltasandis. Lisaks ei ole vaja palli pöörlemise energiaga arvestada. (12 p.)





**10. (ELEKTRIAUTO)** Gaafikul on kujutatud teatava elektriauto mootori kasuliku mehaanilise võimsuse sõltuvus kiirusest. Auto mass on  $m = 2200$  kg.

a) Milline on suurim võimalik kiirendus?

b) Minimaalselt kui kaua aega kulub 100 km tunnikiiruse saavutamiseks?

Õhutakistust ja rehvi libisemist teekattel võib ignoreerida. (14 p.)

*Füüsikaolümpiaadi ülesanded ja lahendused asuvad veebis aadressidel:*

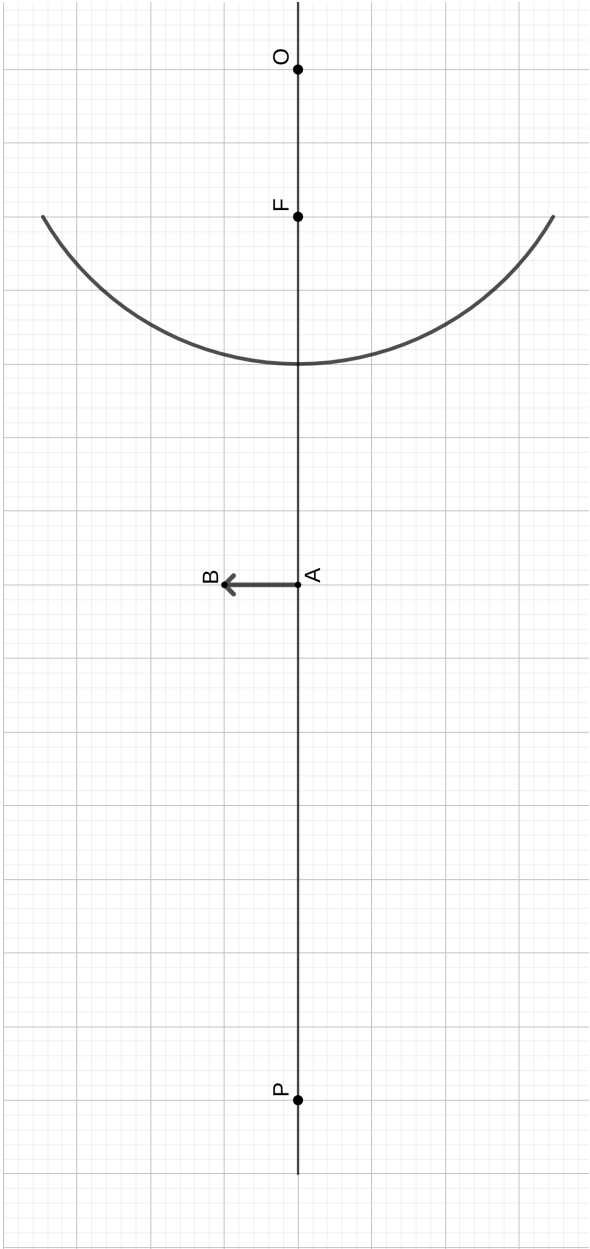
<https://www.teaduskool.ut.ee/olumpiaadid/fuusikaolumpiaad>

<https://efo.fyysika.ee>

*Lüütu meie Facebooki lehega:*

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

6. (KUMERPEEGEL — LISALEHT)



6. (KUMERPEEGEL — LISALEHT)

