

# Eesti koolinoorte 68. füüsikaolümpiaad

10. aprill 2021. a. Lõppvoor

Gümnaasiumi ülesannete hindamisskeemid (10.–12. klass)

## 1. (LUMEPALL) (6 p.) Hindaja: Markus Rene Pae

Leitud teepikkus  $H - h$ , mille lumepall peab vertikaalselt läbima — [1 p.]

Pandud kirja esimene võrrand aja suhtes, mis seob lumepalli vertikaalsuunalist liikumist:  $H - h = \frac{gt^2}{2}$  — [1 p.]

Kasutatud lumepalli suhtelist horisontaalsuunalist kiirust  $v + w$  Richardi suhtes — [1 p.]

Pandud kirja teine võrrand aja suhtes, mis seob lumepalli horisontaalsuunalist liikumist:  $(v + w)t = l$  — [1 p.]

Avaldatud kahest aega sisaldavast võrrandist lumepalli algkiirus — [1 p.]

Saadud lõppvastus — [1 p.]

## 2. (PUDEL) (6 p.) Hindaja: Jarl Patrick Paide

Ideaalse gaasi olekuvõrrandist saadud  $\Delta P = \frac{R\Delta T}{V_m}$  — [2.5 p.]

(Muul kujul saadud  $\Delta P = k\Delta T$ , kus  $k$  on mingi konstant — [1.5 p.]

Saadud pudeli siseenergia muutumise hulk ajas  $\Delta Q = Pt$  — [1 p.]

Saadud seos temperatuuri ja siseenergia muutumise vahel  $\Delta Q = c\Delta T$  — [1.5 p.]

(Kui on kasutatud  $\Delta Q = cm\Delta T$  — [0.5 p.]

Saadud seostest lõppvastus — [1 p.]

## 3. (LÄÄTS JA EKRAAN) (8 p.) Hindaja: Hendrik Vija

(a)-osa:

Leitud, et läätse läbivad kiired lõikuvad 10 cm kaugusel läätsest — [0.5 p.]

Leitud läätse läbivate ja mitteläbivate kiirte lõikepunktid  $E$  ja  $F$  — [1 p.]

Idee kasutada sarnaseid kolmnurki — [1 p.]

Sarnaste kolmnurkade põhjal koostatud võrrand — [1.5 p.]

Saadud vastus — [1 p.]

(b)-osa:

Leitud, et tekivad kaks kontsentrilist ringi — [2 p.]

(Mainitud vaid ühte ringi — [1 p.]

Mainitud, et ka ülejäänud ekraanile jõuab valgus — [1 p.]

## 4. (SÕIT JÄÄL) (8 p.) Hindaja: Carel Kuusk

Hõrdejõu ja kiirenduse avaldis — [1 p.]

Maksimaalse autole mõjuva jõu võrdumine maksimaalse hõrdejõuga — [1 p.]

Aru saadud, et teisel lõigu alguses peab veel kiirendama — [2 p.]

Esimesele osale kujunud aja avaldamine — [1 p.]

Teisele osale kujunud aja avaldamine — [3 p.]

*Lahendused, mis ei arvestanud, et teisel lõigul toimub ka veel kiirendamine, said maksimaalselt [2 p.].*

**5. (VÕIMSUS) (8 p.) Hindaja: Kaur Aare Saar**

(a)-osa:

Eemaldatud kondensaator skeemist ja lühistatud see traadiga — [2 p.]

Leitud ekvivalentskeemi takistus — [2 p.]

(b)-osa:

Eemaldatud kondensaator skeemist jättes selle osa skeemist avatuks — [2 p.]

Leitud ekvivalentskeemi takistus — [1 p.]

Ühisosa:

Avaldatud võimsus takistuse ja pinge kaudu — [1 p.]

**6. (KEHA KERAL) (10 p.) Hindaja: Krister Kasemaa**

Laiuskraadil  $\theta$  väikese keha tiirlemisraadiuse avaldamine:

$$r = R \cos \theta \quad [1 \text{ p.}]$$

Joonkiiruse avaldamine

$$v = \omega r = \frac{2\pi}{T} r = \frac{2\pi R \cos \theta}{T}. \quad [1 \text{ p.}]$$

Tsentrifugaaljõu avaldamine:

$$F_{\text{kesk}} = \frac{mv^2}{r} = \frac{m \left( \frac{2\pi R \cos \theta}{T} \right)^2}{R \cos \theta} = \frac{4m\pi^2 R \cos \theta}{T^2}. \quad [1,5 \text{ p.}]$$

Arvestamine, et kaalule panustab ainult radiaalne tsentrifugaaljõu komponent:

$$F_{\perp \text{kesk}} = \cos \theta F_{\text{kesk}} = \frac{4\pi^2 m R \cos^2 \theta}{T^2} \quad [1 \text{ p.}]$$

Keha kaalu leidmine:

$$W = \frac{GmM}{R^2} - \frac{4\pi^2 m R \cos^2 \theta}{T^2} = m \left( \frac{GMT^2 - 4\pi^2 R^3 \cos^2 \theta}{R^2 T^2} \right). \quad [2 \text{ p.}]$$

Ülemisest kahest punktist ühe punkti sai ka  $\frac{GmM}{R^2}$  mainimise eest

b) Aru saamine, et libisemist põhjustab tsentrifugaaljõu kera pinnaga tangent-siaalne komponent:

$$F_{\text{kesk||}} = \sin(|\theta|) F_{\text{kesk}} = \frac{4\pi^2 m R \cos \theta \sin(|\theta|)}{T^2} = \frac{2\pi^2 m R \sin(|2\theta|)}{T^2}. \quad [1 \text{ p.}]$$

Tasakaalu kirja panek

$$F_h = \mu W = \frac{2\pi^2 m R \sin(|2\theta|)}{T^2} \leq \mu m \left( \frac{GMT^2 - 4\pi^2 R^3 \cos^2 \theta}{R^2 T^2} \right) \quad [1 \text{ p.}]$$

ja hõõrdeteguri avaldamine (Kui üheselt kirja pandud, polnud algebraliste lihtsustuste tegemine vajalik):

$$\mu \geq \frac{2\pi^2 R^3 \sin(|2\theta|)}{GMT^2 - 4\pi^2 R^3 \cos^2 \theta}. \quad [1,5 \text{ p.}]$$

**7. (KOLMNURK)** (10 p.) *Hindaja: Karl Paul Parmakson*

(a)-osa:

Massikeskme ja mediaanide lõikepunkti paigalejäämine — [2 p.]

Osakeste poolt moodustavate kolmnurkade sarnasused — [1 p.]

Osakeste kiirenduste suundade konstantsus — [1 p.]

Leitud, et trajektoorid asuvad mööda kolmnurga mediaane — [1 p.]

Jõudude moodulite võrdelisus vastavate mediaanide pikkustega — [1 p.]

Tuletatud eelnevast võrdelisusest  $a^3 q_a = b^3 q_b = c^3 q_c$  — [2 p.]

(Õige lõppvastus — [1 p.])

(b)-osa:

“Jah”-vastus ilma põhjenduseta — [1 p.]

Selgitatud, et a)-osas leitud tingimust rahuldavad laengud sobivad sõltumata kolmnurgast — [1 p.]

**8. (VEESILINDER)** (12 p.) *Hindaja: Mihkel Pajusalu*

Arusaamine, et silindri ülemises otsas mõjub veesambale rõhk  $p_V$  — [1 p.]

Rõhu  $p_V$  korrektne kasutamine valemis — [1 p.]

Arusaamine, et silindri alumises otsas mõjub veesambale rõhk  $p_0$  — [1 p.]

Rõhu  $p_0$  korrektne kasutamine valemis — [1 p.]

Veesamba käsitlemine ühtse objektina (kavitatsioon toimub ainult ülemise pinna ja anuma vahel ja muidu jääb veesammas ühtseks) — [1 p.]

Rõhkude erinevuse korrektne rakendamine — [1 p.]

Veesambale mõjuva raskusjõu või veesamba alumises osas oleva rõhu korrektne

avaldamine — [2 p.]

Veesamba massi korrektne avaldamine — [1 p.]

Rõhkude erinevusest tuleneva jõu rakendamine veesamba massile — [1 p.]

Kiirenduse korrektne avaldamine — [1 p.]

Lõppvastuse korrektne arvutamine — [1 p.]

**9. (VEDELIK PEEGLIL)** (12 p.) *Hindaja: Joonas Kalda*

*Kui lahendati läätse valemit kasutades:*

Vedeliku poolt moodustatud läätse optilise tugevuse leidmine — [3 p.]

Peegli optilise tugevuse leidmine — [2 p.]

Arvestatud, et valguskiired läbivad läätse kaks korda — [2 p.]

Läätse ja peegli optiliste tugevuste kombineerimine läätse valemis — [3 p.]

Tundmatu murdumisnäitaja avaldamine — [2 p.]

*Kui lahendati ühe valguskiiru teekonda vaadeldes:*

Avaldatud kaugus sümmeetriateljest kasutades langemisnurka — [1 p.]

Snelli seaduse rakendamine — [1 p.]

Peegli pinna normaali nurga avaldamine — [2 p.]

Peegli pinna normaali ja sümmeetriatelje lõikumiskoha kasutamine — [2 p.]

Kiire peegeldumisjärgse nurga leidmine — [1 p.]

Kiire lõpliku nurga leidmine — [1 p.]

Kujutise kauguse avaldamine — [1 p.]

Kõverusraadiuse avaldamine kasutades  $n_v$  ja  $h$  — [1 p.]

Tundmatu murdumisnäitaja avaldamine — [2 p.]

**10. (SIRGVOOL)** (14 p.) *Hindaja: Taavet Kalda*

Sirgvoolu magnetvälja leidmine — [2 p.]

Lorentzi jõu avaldis — [2 p.]

Näidatud, et elektroni radiaalne kiiruskomponent on 0 — [3 p.]

Näidatud, et elektroni tangentsiaalsuunaline komponent on konstantne — [1 p.]

Tsentrifugaaljõu avaldis — [2 p.]

Radiaalsuunaline jõudude tasakaal — [1 p.]

Otsitava kiiruse avaldis (ning ruutvõrrandi õige lahendi valik) — [2 p.]

Näidatud, et elektroni liikumissuund on voolu suunaga vastu (võib väljendada sirgvooluga paralleelse komponendi märgi kaudu) — [1 p.]

**E1. (MAHLAKARP)** (10 p.) *Hindaja: Kaarel Kivisalu*

Töötav lahendusidee (kui see alapunkt pole täidetud, siis ülejäänud punkte pole võimalik saada) — [1 p.]

Idee teoreetiline täpsus (allpool kirjeldatud mõned võimalikud ideed) — [4 p.]

Idee korrektne matemaatiline kirjeldus — [2 p.]

Mõõtmiste täpsus, arvutused ja tulemus — [3 p.]

*Mõned lahendusideed ning neile teoreetilisele täpsusele antud punktid:*

- piirjuht libisemise ja kaldumise vahel mahlapakki joonlauaga lükates (näpuga lükates [−1 p.]) — [4 p.]
- paberist pulgaga paki vastu surumine (täpsed mõõtmised keerulised ehk mõõtmispunkte raske saada, lisaks on jäika pulka raske teha) — [3 p.]
- mahlapaki viltu panemine nii, et alumine serv toetub horisontaalsele paberile ja ülemine vertikaalsele paberile ning siis libisemishetke leidmise (raske mõõta) — [2 p.]
- mahlapaki tugevalt viltuselt vastu paberit surumine ja libimsemishetke mõõtmine — [1 p.]
- mahlapaki viltu panemine nii, et alumine serv toetub paberile ja ülemine vertikaalsele joonlauale ning siis libisemishetke leidmise (ebatäpne kuna hõõrdumine joonlauage) — [0 p.]

**E2.** (MAJAPIDAMISPABER) (14 p.) *Hindaja: Eero Uustalu*

idee, et kiud moodustavad omavahel seotud 3D võrgu mille avad on modelleeritavad iseloomuliku mõõduga nelinurkade või ringide abil — [2 p.]

idee, et üksiku horisontaaltasandis paikneva ava serval mõjuv pindpinevusjõud tasakaalustab sama ava ristlõikega ning teatud kõrgusega vedelikusamba raskusjõu — [2 p.]

veesamba kõrguse mõõtmine — [4 p.]

kordusmõõtmised — [1 p.]

oodati piisavalt kaua — [1 p.]

korrektne valem kiududevahelise kauguse leidmiseks — [2 p.]

mõõtmistulemustel põhinev vastus — [2 p.]

*veel:*

sooritatud mõõtmine mis viis mingi tähelepanekuni — [0.5 p.]

mõte mis edasi arendades oleks viinud tulemuseni — [1 p.]