

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2025/2026 õ.-a.
LAHENDUSED 10. KLASSILE

Ülesannete alternatiivsed, aga füüsikaliselt korrektsed lahendused tuleb täispunktidega hinnata.

1. KUKESUPP 10p

- a. Kõigepealt tuleb leida kõikidele toiduainetele antud soojushulgad, et viia neid keemistemperatuurile 100°C.

Toiduainetele antud soojushulk $Q = cm(t_2 - t_1)$, kus $t_2 = 100^\circ\text{C}$. **(1p)**

$$Q_{\text{vesi}} = 714 \text{ kJ } \mathbf{(0,5p)}$$

$$Q_{\text{porgand}} = 110 \text{ kJ } \mathbf{(0,5p)}$$

$$Q_{\text{kana}} = 101,5 \text{ kJ } \mathbf{(0,5p)}$$

$$Q_{\text{kartul}} = 197,4 \text{ kJ } \mathbf{(0,5p)}$$

Kogu soojushulk, mida pliit täisvõimsusel toiduainete keemistemperatuurini tõstma peab on nende komponentidele antavate soojushulkade summa

$$Q = Q_{\text{vesi}} + Q_{\text{porgand}} + Q_{\text{kana}} + Q_{\text{kartul}} \mathbf{(0,5p)}$$

$$Q = 1123 \text{ kJ } \mathbf{(0,5p)}$$

Pliidi tööaja leidmiseks teame, et täisvõimsust kasutatakse neljal kuumutusetalil - vee esmasel keema ajamisel ja pärast iga toiduaine lisamist taas supi keema ajamisel. Võimsuse valemis arvestame ka soojuskadu ja lisame kasutegurit $\eta = 0,7$.

$$P = \frac{Q}{\eta t} \Rightarrow t = \frac{Q}{\eta P} \mathbf{(1p)}$$

$$t_{\text{täis}} = 14 \text{ min } 51 \text{ s } \mathbf{(1p)}$$

Võib ka leida ajad eraldi ja siis need liita (või leida ajad ilma kasutegurita ja arvestada seda lõpus):

$$t_{\text{vesi}} = 9 \text{ min } 27 \text{ s}$$

$$t_{\text{porgand}} = 1 \text{ min } 27 \text{ s}$$

$$t_{\text{kana}} = 1 \text{ min } 21 \text{ s}$$

$$t_{\text{kartul}} = 2 \text{ min } 37 \text{ s}$$

Keeduvõimsusel podisemine: ajagraafiku järgi 5 min (porgand üksi) + 5 min (porgand+kana) + 10 min (kõik koos) = 20 min. **(1p)**

- b. Elektrienergia kulu hinna leidmiseks tuleb leida kogu kasutatud energia õigetes ühikutes**(1p)** ja korrutada see läbi elektri hinnaga:

$$\epsilon = Q \cdot H = (P_{\text{täis}} t_{\text{täis}} + P_{\text{keedu}} t_{\text{keedu}}) \cdot 0,14 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \mathbf{(1p)}$$

$$\epsilon = \left(1,8 \text{ kW} \cdot \frac{891}{3600} \text{ h} + 0,6 \text{ kW} \cdot \frac{20}{60} \text{ h} \right) \cdot 0,14 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,09 \approx 0,1 \text{ € } \mathbf{(1p)}$$

2. ELEKTRITÕSTUK 10p

a. Kõige lihtsam on leida mootori keskmine mehaaniline võimsus tõstmise ajal valemiga:

$$N = Fv \text{ (1p)} \quad (\text{Võib ka kasutada valemit } N = \frac{A}{t}, \text{ kus } t = \frac{h}{v} \text{ ja } A = Fh)$$

Kus F kirjeldab nii kogu raskusjõudu kui ka takistavaid hõõrdejõudusid:

$$F = F_r + F_{\text{hõõre}} \text{ (1p)}$$

$$F_r = mg \text{ (1p)}$$

kus m kirjeldab klotside ja puitluse massi

$$m = 7m_1 + m_2 = 1212 \text{ kg (1p)}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m_1 = \rho V = 156 \text{ kg (1p)}$$

$$V = abc = 0,02 \text{ m}^3 \text{ (1p)}$$

Kui kasutada võimsuse leidmiseks töö valemit, siis tuleb see

$$A = [(7\rho abc + m_2)g + F_{\text{hõõre}}]h$$

Võimsuse lõppvalem tuleb mõlema valemiga:

$$N = (F_r + F_{\text{hõõre}})v = [(7\rho abc + m_2)g + F_{\text{hõõre}}]v$$

$$N = 24455,2 \text{ W} = 24,5 \text{ kW (1p)}$$

b. Kui suur voolutugevus läbib mootorit selle töö ajal:

$$P = UI \Rightarrow I = \frac{P}{U} \text{ (1p)}$$

Kasuteguri arvestamine:

$$P = \frac{N}{0,7} \text{ (1p)}$$

$$I = \frac{N}{0,7U}$$

$$I = 436,7 \text{ A} \approx 437 \text{ A (1p)}$$

3. NIHE JA KIIRUS 10p

- a. Keha läbitud koguteepikkuse võime jagada kaheks: a) kiirenev liikumisega osa ja b) aeglustuva liikumisega osa

$$s = s_1 + s_2. \text{ (1p)}$$

Kuna keha hakkab liikuma paigalseisust sirgjooneliselt, siis tema teepikkus on leitav valemiga:

$$s_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \text{ (0,5p)}$$

ehk

$$s_1 = \frac{2 \cdot 6^2}{2} = 36 \text{ (m)} \text{ (1p)}$$

Teises osas on kehal juba omandatud algkiirus, mis on leitav valemiga:

$$v_{02} = a_1 t_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ (1p)}$$

Teises osas on järelikut keha teepikkus leitav seosega:

$$s_2 = v_{02} t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} \text{ (0,5p)}$$

ehk

$$s_2 = 12 \cdot 6 - \frac{2 \cdot 6^2}{2} = 36 \text{ (m)}, \text{ (1p)}$$

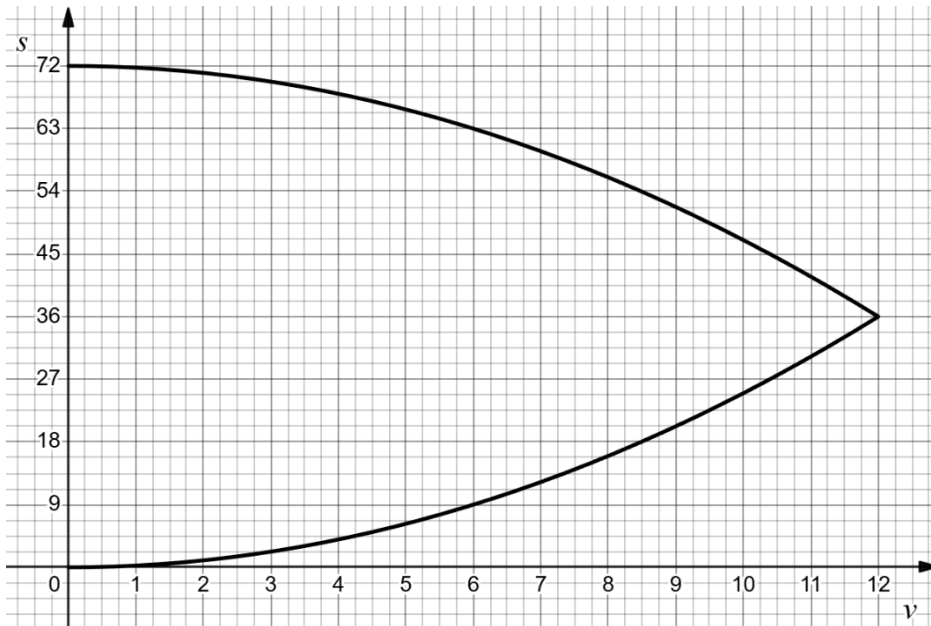
saame kogu läbitud teepikkuseks:

$$s = 36 + 36 = 72 \text{ (m)}. \text{ (1p)}$$

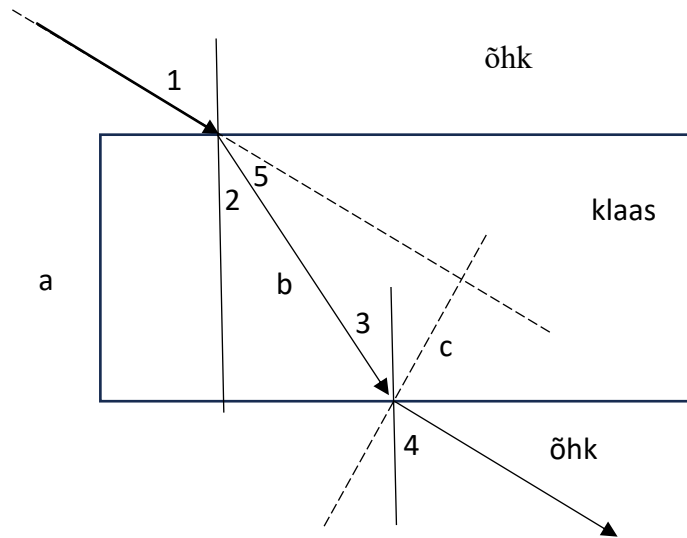
- b. Nihke ja keha kiiruse graafiku aluseks on valem:

$$s = \frac{v^2}{2a}. \text{ (1p)}$$

Õigesti valitud teljestik **(1p)**. Graafikule õigesti skitseeritud kiireneva liikumise osa **(1p)** ja aeglustuva liikumise osa **(1p)**.



4. KLAASPLAAT 10p



Joonis koos pinna ristsirgetega, kus on näha, et väljuv kiir on paralleelne algse kiirega. **(2p)**

Kui langemisnurk 1 on 60° , siis graafikult leiame, et sellele vastav murdumisnurk 2 on 35° . **(1p)**

Sama suur on ka langemisnurk 3 teisele tahule. **(1p)**

Murdumisnurk 4 õhku on võrdne algse langemisnurgaga ehk 60° . **(1p)**

Murdumisnurga 2 koosinuse abil saame leida vahemaa b , mille kiir läbis klaasis:

$$\cos(2) = \frac{a}{b} \rightarrow b = \frac{a}{\cos(2)} \rightarrow b = \frac{10}{\cos 35^\circ} = 12,2 \text{ cm} \quad \textbf{(2p)}$$

Jooniselt näeme, et nurk $5 = \text{nurk } 1 - \text{nurk } 2$. $60 - 35 = 25^\circ$ **(1p)**

Selle nurga siinuse abil saame leida vahemaa c , mille võrra nihkus kiir klaasi läbides.

$$\sin(5) = \frac{c}{b} \rightarrow c = b \sin(5) \rightarrow c = 12,2 \cdot \sin 25^\circ = 5,2 \text{ cm} \quad \textbf{(2p)}$$

Lahendus lugeda õigeks ka siis, kui on korrektne joonis õigete nurkade väärtustega ja vastus on leitud vastavalt joonisele tuletatud mõõtkava abil.

5. AKNAPESIJA 10p

Harjale mõjuvad lükkamisel lisaks jõule $\vec{F}$ veel raskusjõud $\vec{F}_r$ vertikaalselt alla, toereaktsioon $\vec{N}$ pinnaga risti ning hõõrdejõud $\vec{F}_h$ liikumisega vastassuunas (vaata joonist). **(2p õigete jõudude ja suundade teadmise eest)** Kui hari liigub konstantse kiirusega, peab Newtoni 2 seaduse järgi talle mõjuvate jõudude summa olema null: **(1p tasakaalu tingimuse välja toomise eest)**

$$\vec{F} + \vec{F}_r + \vec{N} + \vec{F}_h = 0.$$

Vaatleme jõudusid vertikaalses ja horisontaalses sihis ehk kirjutame jõudude projektsioonide võrrandi paremale suunatud horisontaalsuuna ning üles suunatud vertikaalsuuna suhtes.

Paremale suunatus horisontaalsuunas:

$$-F_h + F \cos \alpha = 0$$

$$F_h = \mu N \text{ (1p)}$$

$$-\mu N + F \cos \alpha = 0$$

Kuid võib ka kohe kirjutada jõudude tasakaalu arvestades:

$$F \cos \alpha = \mu N \text{ (1p)}$$

Üles suunatud vertikaalsuunas:

$$-F_r - N + F \sin \alpha = 0$$

$$F_r = mg \text{ (1p)}$$

$$-mg - N + F \sin \alpha = 0$$

Kuid võib ka kohe kirjutada jõudude tasakaalu arvestades:

$$mg + N = F \sin \alpha \text{ (1p)}$$

Avaldame vertikaalsuuna võrrandist N-i:

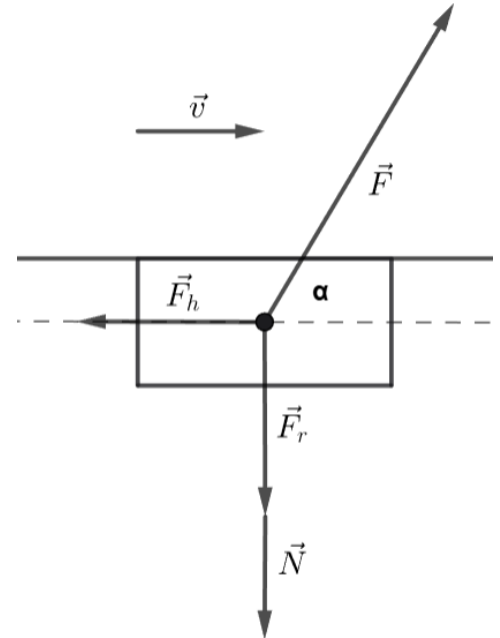
$$N = -mg + F \sin \alpha$$

Asendame selle horisontaalsuuna võrrandisse ning avaldame otsitava F-i:

$$-\mu(-mg + F \sin \alpha) + F \cos \alpha = 0 \text{ (1p)}$$

$$F \cos \alpha - F \sin \alpha \mu = -mg\mu$$

$$F = \frac{\mu mg}{\mu \sin \alpha - \cos \alpha} \approx 36,2 \text{ N (2p)}$$



Märkus

Huvitav on tähele panna, et kui võrd jõu $\vec{F}$ horisontaalsuunaline projektsioon peab olema positiivne, siis peab avaldises $F = \frac{\mu mg}{\mu \sin \alpha - \cos \alpha}$ nimetaja olema positiivne ehk $\mu \sin \alpha - \cos \alpha > 0$, millest $\mu > \cot \alpha$. Kui see tingimus ei ole täidetud, siis ei saa harja konstantse kiirusega mööda lage lükata.