

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2019/2020 õ.-a.
LAHENDUSED 11. KLASSILE

1. KAHE VEDELIKU SEGU (8p)

Kirjutame mõlema juhtumi jaoks soojusliku tasakaalu võrrandi:

1) $c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_2) = 0$ **(2p)**

Kuna $m = \rho V$, siis esimesel juhul $m_1 = \rho_1 V$ ja $m_2 = \rho_2 V$ **(1p)**

Seega $c_1 \rho_1 V (t - t_1) + c_2 \rho_2 V (t - t_2) = 0$

Jagades mõlemad pooled V -ga ja asendades tähed arvudega saame:

$15 c_1 \rho_1 = 5 c_2 \rho_2$

Seega $c_2 \rho_2 = 3 c_1 \rho_1$ **(1p)**

2) Kui ruumalad suhtuksid 2:1, siis

$c_1 \rho_1 2V (t - t_1) + c_2 \rho_2 V (t - t_2) = 0$ **(2p)**

Asendades siia $c_2 \rho_2 = 3 c_1 \rho_1$, jagades mõlemad pooli korrutisega $V c_1 \rho_1$ ning avades sulud, saame:

$2t - 2t_1 + 3t - 3t_2 = 0$ **(1p)**

Asendades t_1 ja t_2 arvudega, saame $5t = 195$

$t = 39 \text{ } ^\circ\text{C}$ **(1p)**

2. PARKIMINE (8p)

Antud:

Lahendus:

$\mu = 0,85$

Et keha seisaks kaldpinnal paigal, peavad talle mõjuvate jõudude

Leida: α

summa olema võrdne nulliga. $\vec{F}_{res} = 0$ **(1 p)**

$$\vec{F}_h + \vec{N} + \vec{m}\vec{g} = 0$$

$F_h = \mu N$, $N = mg \cos \alpha$ ning toereaktsiooni ja raskusjõu summa vektor on skalaarselt võrdne:

$\vec{N} + \vec{m}\vec{g} \Rightarrow mg \sin \alpha$ **(3 p)**

Teades, et hõõrdejõud vektor ning toereaktsiooni ja raskusjõu summavektor on vastassuunalised, saame kokku seose:

$\mu mg \cos \alpha = mg \sin \alpha$ **(1 p)**

Jagades võrrandi läbi $mg \cos \alpha$ -ga teades, et $\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha$, saame seose: **(1 p)**

$$\mu = \tan \alpha$$

Avaldame nurga ja arvutame:

$$\alpha = \tan^{-1} \mu, \alpha = \tan^{-1} 0,85 \approx 40,22^\circ$$

Vastus: Auto püsib pargitult teel kuni $40,22^\circ$ kaldenurgaga teel.

(2 p)

3. LAENGUD (8p)

Antud:

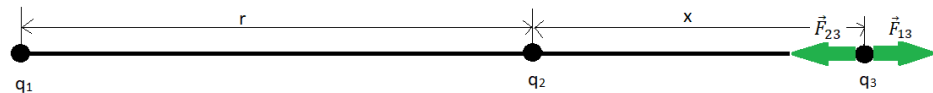
Lahendus:

$$q_1 = 8 \text{ nC}$$

$$q_2 = -2 \text{ nC}$$

$$r = 14 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}$$

Leida: $r+x$ ja x



Joonis/sõnaline selgitus olukorrast, et laengud asuvad kõik ühel sirgel ning lahendaja paigutab kolmanda laengu samale sirgele, väljapoole laengute q_1 ja q_2 vahelt. **(1 p)**

$$\text{Jõud esimese ja kolmanda laengu vahel: } F_{13} = k \frac{q_1 q_3}{(r+x)^2} \quad \text{(1 p)}$$

$$\text{Jõud teise ja kolmanda laengu vahel: } F_{23} = k \frac{q_2 q_3}{x^2} \quad \text{(1 p)}$$

$$\text{Mõjuvate jõudude resultant: } \vec{F}_{res} = \vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = 0 \quad \text{(1 p)}$$

$$\text{Asendame ja jagame võrrandi } kq_3\text{-ga, saame seose: } \frac{q_1}{(r+x)^2} + \frac{q_2}{x^2} = 0. \quad \text{(1 p)}$$

Lahendame võrrandi.

$$\text{Sooritades lihtsustused, saame } x \text{ suhtes võrrandi: } (q_1 + q_2)x^2 + 2q_2rx + q_2r^2 = 0.$$

Võrrandi lahendid on:

$$x_1 = -\frac{7}{150} \text{ m} \approx -0,047 \text{ m} \text{ ei sobi ülesande lahendusse.}$$

$$x_2 = 0,14 \text{ m} \text{ sobib lahendiks.} \quad \text{(2 p)}$$

$$r + x_2 = 14 + 14 = 28 \text{ (cm)} \quad \text{(1 p)}$$

Vastus: Laeng q_3 paikneb esimesest laengut 28 cm kaugusel ja teisest laengust 14 cm kaugusel.

4. JALGRATTA REHV (7p)

Juhul, kui õhk allub ideaalse gaasi seadustele ja isotermilisele protsessile, siis jalgratta rehvis kehtib võrrand (2p)

$$(p_0 + p)V_2 = \frac{mRT}{M} \Rightarrow m = \frac{(p_0 + p)V_2 M}{RT}$$

ning ühe kolvi käiguga lisatakse rehvi õhku massiga m_1 (2p)

$$p_0 V_1 = \frac{m_1 RT}{M} \Rightarrow m_1 = \frac{p_0 V_1 M}{RT}$$

Kolvi käikude arv on seega (1p)

$$n = \frac{m}{m_1} = \frac{(p_0 + p)V_2}{p_0 V_1},$$

kus p_0 on õhurõhk, p on manomeetri näit, V_1 on pumba maht ja V_2 on rehvi maht. Arvuline väärtus $n = 25$. Õigesti läbiviidud taandamine ja vastus (2p).

5. KERA (8p)

Teades kera tõusu kõrgust, leiame tema kiiruse v_2 pärast lööki:

$$Mgh = \frac{1}{2} Mv_2^2, \quad v_2 = \sqrt{2gh} \quad (2p)$$

Impulsi jäävuse seaduse põhjal leiame kuuli kiiruse kerasse sisenemisel u_1 :

$$mu_1 = mv_1 + Mv_2, \quad u_1 = \frac{mv_1 + Mv_2}{m} \quad (1p)$$

Teades v_2 , saame

$$u_1 = \frac{mv_1 + M\sqrt{2gh}}{m}$$
$$u_1 = \frac{1.0 \cdot 10^{-2} \cdot 400 + \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,20}}{10^{-2}} = 800 \text{ (m/s)} \quad (2p)$$

Energia jäävuse seaduse põhjal

$$\frac{1}{2} mu_1^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + Mgh + \Delta U, \text{ kus } \Delta U \text{ on otsitav siseenergia muut} \quad (2p)$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} mu_1^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 - Mgh$$

$$\Delta U = \frac{1}{2}10 \cdot 10^{-2} \cdot 800^2 - \frac{1}{2}10 \cdot 10^{-2} \cdot 400^2 - 2,0 \cdot 10 \cdot 0,20 \approx \underline{\underline{2,4 \text{ (kJ)}}} \quad \text{(1p)}$$