

FASTUSED 10. KLASSILE

1. (10p)

Andmed:

$$m=0,5\text{kg}$$

$$\alpha=45^\circ$$

$$s=2\text{km}=2000\text{m}$$

$$K=3,4\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}=3400000\frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$g=10\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\eta=20\%$$

$$m_p=?$$

Väljalennu hetkel on mürsu mehaaniline energia võrdne tema

$$\text{kineetilise energiaga: } E = \frac{mv^2}{2} \quad (1\text{p})$$

See energia on võrdne 20% püssirohu põlemisel eralduva

$$\text{energiaga: } E = \eta Q \quad (2\text{p})$$

$$\text{Põlemisel eralduv energia avaldub: } Q = Km_p \quad (1\text{p})$$

45° nurga all tulistatud mürsu algkiiruse vertikaal- ja horisontaalsuunalised komponendid on võrdsed:

$$v_x = v_y = v \sin \alpha, \text{ sest } \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad (1\text{p})$$

Horisontaalsuunaline liikumine on kiirenduseta liikumine:

$$v_x = \frac{s}{t} \quad (1\text{p})$$

Vertikaalsuunaline liikumine on pool aega ühtlaselt aeglustuv ja pool aega ühtlaselt kiirenev. Nii tõusmisele kui langemisele kulub pool kogu lennu ajast. Vertikaalsuunalise kiirusekomponendi lõppväärtus avaldub:

$$v_y = v_{y0} + \frac{gt}{2} = \frac{gt}{2} \quad (\text{sest } v_{y0}=0) \quad (1\text{p})$$

Avaldame aja ja asendame v_x avaldisse

$$t = \frac{2v_y}{g} = \frac{2v_x}{g} \Rightarrow v_x = \frac{s}{\frac{2v_x}{g}} \Rightarrow v_x^2 = \frac{sg}{2} \Rightarrow$$

$$v^2 \sin^2 \alpha = \frac{sg}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{sg}{2 \sin^2 \alpha} \quad (1\text{p})$$

Võrdsustame energia ja soojushulga, asendame kiiruse saadud avaldisega, ning avaldame otsitava massi:

$$\frac{mv^2}{2} = \eta Km_p \Rightarrow \frac{m \frac{sg}{2 \sin^2 \alpha}}{2} = \eta Km_p \Rightarrow m_p = \frac{msg}{4 \eta K \sin^2 \alpha} \quad (1\text{p})$$

Arvutame:

$$m_p = \frac{0,5 \cdot 2000 \cdot 10}{4 \cdot 0,2 \cdot 3400000 \cdot 0,5} \approx 0,007\text{kg} \quad (1\text{p})$$

Vastus: Mürsu lennutamiseks kulub 0,007 kg püssirohtu.

2. (8p)

Andmed:

$a=2\text{cm}=0,02\text{m}$

$b=3\text{cm}=0,03\text{m}$

$c=5\text{cm}=0,05\text{m}$

$\rho_p = 0,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\rho_v = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$F_a = ?$

$F_b = ?$

$p_a = ?$

$p_b = ?$

Kuna klotsi tihedus on väiksem kui vee tihedus, siis ilma välist jõudu rakendamata jääb klots ujuma nii, et osa temast on vee all ja osa veest väljas.

Klotsile mõjuvad sel hetkel raskusjõud ja üleslükkejõud, mis on vastassuunalised ja võrdsed.

Klotsi täielikult vee alla surumisel üleslükkejõud suureneb, kuna see sõltub veealuse osa ruumalast. Üleslükkejõud peab olema võrdne raskusjõu ja surumisjõu summaga:

$F_{\text{Ü}} = F_R + F_a \quad (1\text{p})$

$\rho_v g V = mg + F_a \quad (1\text{p})$

$\rho_v g abc = \rho_p abc g + F_a$

$F_a = \rho_v g abc - \rho_p abc g = abc g (\rho_v - \rho_p) \quad (1\text{p})$

$F_a = 0,02 * 0,03 * 0,05 * 10(1000 - 700) = 0,09\text{N} \quad (1\text{p})$

Kuna klotsile mõjuvad raskusjõud ja üleslükkejõud ei sõltu klotsi asendist vees, siis on surumisjõud sama ka klotsi pikuti surumisel:

$F_a = F_b \quad (1\text{p})$

Klotsi alumisele tahule mõjuv vedeliku rõhk sõltub sügavusest (ehk vedeliku samba kõrgusest)

$p_a = \rho_v g a \quad \text{ja} \quad p_b = \rho_v g b \quad (1\text{p})$

$p_a = 1000 * 10 * 0,02 = 200\text{Pa} \quad (1\text{p})$

$p_b = 1000 * 10 * 0,05 = 500\text{Pa} \quad (1\text{p})$

Vastus: Klotsi vee alla surumiseks on mõlemal juhul vaja rakendada jõudu 0,09N. Vedeliku rõhk klotsi alumisele tahule on esimesel juhul 200 Pa ja teisel juhul 500 Pa.

3. (6p) Tähistame elektrilist võimsust N_e ja kasulikku võimsust N , siis $N_e = U I$ ja $N = \eta N_e$ (**2p**).

Kuna liikumine on ühtlane, siis $N = F v$, kus F on veojõud ja v kiirus (**2p**)

ning $v = 0,6 \cdot 110 \cdot 600 / 3000 = 13,2 \text{ m/s}$ (**2p**).

4. (8p) Lahendus. $n = T / T_1$; $\frac{v^2}{R} = \frac{GM}{R^2}$ $v = \frac{2\pi R}{T_1}$, $\Rightarrow T_1 = (4\pi^2 R^3 G^{-1} M^{-1})^{0,5}$ (**4p**)

$T_1 = 5660 \text{ s}$; $n = 86400 / 5660 = 15$ korda. (**4p**)

5. (10p)

Elektrivoolu töö on: $A = \frac{U^2}{R} t = 2541000\text{J}$ Aja teisendamine, valem, vastus (**2p**)

Vesi sai soojushulga: $Q = \frac{A}{100\%} \eta = 2032800\text{J}$ (**2p**)

Vee massi arvutamine: $m = \rho V = 4 \text{ kg}$ (või tõdemine, et 4 l puhta vee mass on 4 kg) (**2p**)

Temperatuuri muudu arvutamine: $Q = cm\Delta t$; $\Delta t = \frac{Q}{cm} = 121^\circ\text{C}$ (**2p**)

Vastus: vee temperatuur saab tõusta maksimaalselt 100°C võrra, sest keeduspiraali saab sukeldada vedelas olekus vette (normaalrõhul minimaalselt 0°C) ja osa esialgselt veest aurustub keemistemperatuuril 100°C . (**2p**)