

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2019/2020 õ.-a.
LAHENDUSED 9. KLASSILE

1. HÜDROTURBIIN (10p)

Kui kasutegur oleks 100%, siis oleks hüdroturbiini võimsus võrdne vee mehaanilise energia muundumise kiirusega

$$N = \frac{\Delta E}{t} \quad (1p)$$

Energia muutus on langeva vee energia ja turbiinist väljuva vee energia vahe

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv_1^2 + mgh - \frac{1}{2}mv_2^2 \quad (2p)$$

kuna

$m = \rho V$ ning andmetes on antud ühe liitri vee mass, saame leida vee tiheduse, mis on 1000 kg/m³. (2p)

siis

$$N = \frac{\rho V(v_1^2 + 2gh - v_2^2)}{2t} = \frac{\rho V_k(v_1^2 + 2gh - v_2^2)}{2}, \text{ kus } V_k = \frac{V}{t} \text{ on veekulu turbiinis. (2p)}$$

Arvutused:

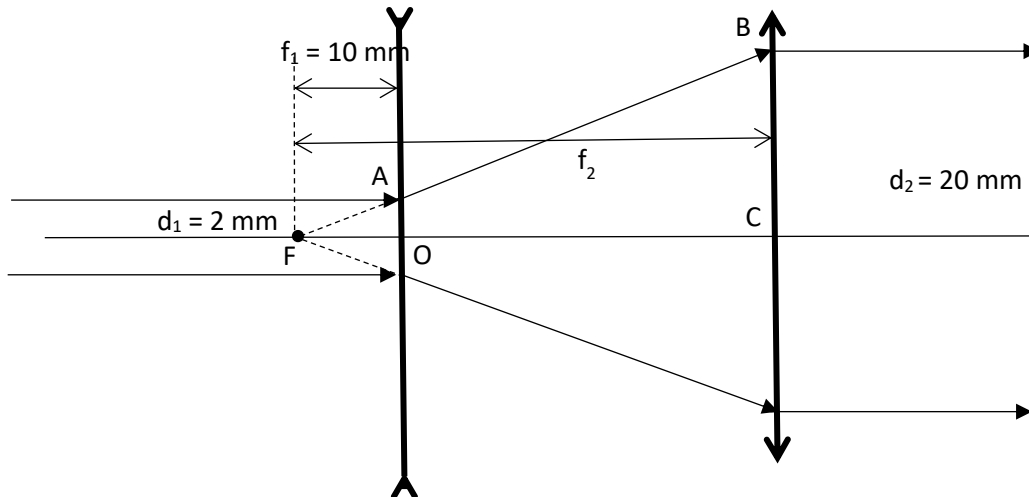
$$N = \frac{1000 \cdot 5 \cdot (11,5^2 + 2 \cdot 10 \cdot 3 - 2^2)}{2} = 471 \text{ kW} \quad (2p)$$

Arvutused näitavad, et turbiini kasulik võimsus on väiksem kui vee mehaanilise energia muutus 1 sekundi jooksul. Seega on kasutegur alla 100%

$$\eta = \frac{427 \text{ kW}}{471 \text{ kW}} \cdot 100\% \approx 91\% \quad (1p)$$

2. PARALLEELNE VALGUS (9p)

Valguse hajutamine selliselt, et valgusvihk jääks paralleelseks on võimalik ainult juhul, kui nõguslääte ja kumerlääte fookuspunktid F ühtivad. Korrektsel konstrueeritud kiirte käik läätsede süsteemis: **(3p)**



Geomeetrilisel joonisel tekivad kaks sarnast täisnurkset kolmnurka $\Delta FAO \sim \Delta FBC$. **(1p)**

Sarnaste kolmnurkade omadusest saab seose $\frac{AO}{FO} = \frac{BC}{FC} \Rightarrow \frac{d_1/2}{f_1} = \frac{d_2/2}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{f_1 d_2}{d_1}$. **(2p)**

Kumerlääte optiline tugevus on leitav seosest $D = \frac{1}{f_2}$ **(1p)**, asendades sinna f_2 ja teisendades fookuskauguse meetriteks $f_1 = 10 \text{ mm} = 0,01 \text{ m}$ **(1p)**, saame lõppseose:

$$D = \frac{d_1}{f_1 d_2} = \frac{2 \text{ mm}}{0,01 \text{ m} \cdot 20 \text{ mm}} = 10 \text{ dpt. (1p)}$$

3. PUITKLOTS (8p)

Puitklotsi ujumisel on tasakaalus klotsile mõjuv raskusjõud ja üleslükkejõud $F_r = F_{\ddot{u}}$ **(1p)** ehk $mg = \rho_v g V_k$ **(2p)**. Arvestades, et $m = \rho V$ **(1p)** ning $V = Sh$ **(1p)**, saame pärast taandamisi kirjutada

$$\rho = \frac{\rho_v h_k}{h},$$

kus ρ_v on vee tihedus, h_k on sügavus, milleni klots vajus ja h on klotsi kõrgus. Asendades viimases seoses tähistused arvudega, saame tulemuseks, et puitklotsi tihedus on umbes 530 kg/m^3 . Tuletatud õige seos ja õige vastus **(3p)**

4. PAAK (8p)

Paagi ülemisele tahule mõju jõu leiame õhurõhu ja toru vedelikusambarõhu abil, pindala leiame ristküüliku mõõtmete abil:

$$p = \frac{F}{S} \Rightarrow F = pS \quad (1p)$$

$$S = ab \quad (1p)$$

$$p_h = \rho gh \quad (1p)$$

Rõhk, mis mõjub paagi ülemisele tahule on võrdne õhurõhu ja vedeliku samba rõhu summaga. (1p)

$$F = (p_0 + \rho gh)ab = (10^5 + 1000 \cdot 10 \cdot 3) \cdot 2 \cdot 1,2 = 312kN \quad (2p)$$

Paagi põhjale avaldab rõhku vedelikusamas paagis, torus ja õhurõhk

$$p = \rho g(h_1 + h_2) + p_0 = 1000 \cdot 10 \cdot (3 + 0,5) + 10^5 = 1350hPa \quad (2p)$$

5. VOOLURING (9p)

$$R_1 = 6 \Omega$$

$$U = 12 V$$

a) Tegemist on segaühendusega.

Rööpühenduses takistitega osa takistus on: $\frac{1}{R_R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} = \frac{3}{R_1}$, seega $R_R = \frac{R_1}{3} = 2 \Omega$. (3p)

Kogutakistus $R = R_R + R_1 = 8 \Omega$ (2 p)

b) Ampermeeter näitab voolutugevust vooluringi hargnemata osas, seega $I = \frac{U}{R} = 1,5 A$ (2p)

c) Voltmeeter näitab pinget takistil R_1 . $U_1 = I_1 R_1$. $I_1 = I$, seega $U_1 = 9 V$ (2 p)

6. JÄÄTÜKK (9p)

$$m_1 = 60 \text{ g} = 0,06 \text{ kg}$$

$$t_1 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 200 \text{ cm}^3$$

$$c_1 = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\lambda_2 = 330000 \text{ J/kg}$$

$$c_2 = 2100 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\rho_2 = 0,9 \text{ g/cm}^3$$

$$t_2 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

- a) Lähtume küsimusest ja eeldame, et kogu jää ei sula ning vesi jahtub jää sulamistemperatuurini $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\text{Vee jahtumisel eraldub soojushulk } Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1) = -22680 \text{ J}$$

$$\text{Kalorimeetrisse asetatud jää saab soojushulga } Q_2 = 22680 \text{ J.} \quad (3 \text{ p})$$

- b) Arvutame, kui palju sulamistemperatuuril olevat jääd saaks selle soojushulga abil sulatada. **(3 p)**

$$Q_2 = \lambda_2 m, \text{ millest } m = \frac{Q_2}{\lambda_2} \approx 0,069 \text{ kg} = 69 \text{ g}$$

- c) Kalorimeetrisse asetatud jää mass oli $m_2 = \rho_2 V_2 = 180 \text{ g}$

$$\text{Seega ei olnud antud hetkeks sulanud } m_2 - m = 111 \text{ g jääd.} \quad (3 \text{ p})$$