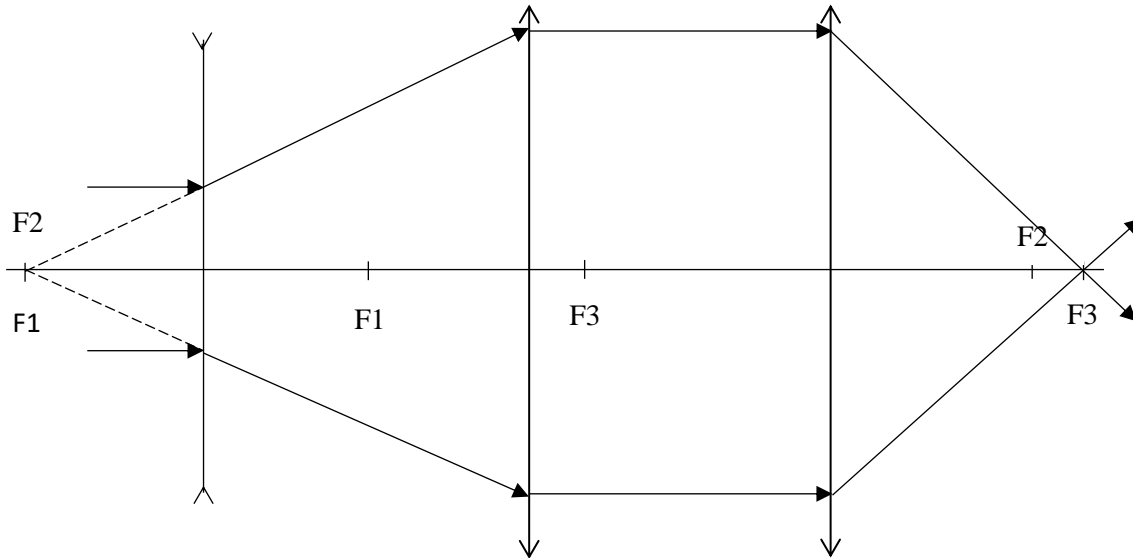


FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2023/2024 õ.-a.
LAHENDUSED 9. KLASSILE

1. KOLM LÄÄTSE (7 p)



Iga õige kiir annab 1 punkti. Märkamise, et F1 ja F2 ühtivad ning kahe kumerläätse vahel on paralleelne valgusvihk annab 1 punkti.

2. KARLSSON (10 p)

Andmed:	Lahendus:
$m=80\text{kg}$	$F_r = F_{\ddot{u}}$ (Karlsson jääb paigale, kui tema raskusjõu tasakaalustab õhupallide üleslükkejõud) (1p)
$d=1\text{m}$	$F_r = mg + Nm_{\ddot{o}}g$ (Raskusjõud mõjub nii Karlssonile kui õhupallide sees olevale heeliumile) (1p)
$\rho_{\ddot{o}}=1,29\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	N – õhupallide arv
$\rho_{\text{He}}=0,18\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$m_{\ddot{o}} = \rho_{\text{He}}V$ (1p)
Leida: $N=?$	$F_r = mg + N\rho_{\text{He}}Vg$
	$F_{\ddot{u}} = (N + \frac{1}{5})\rho_{\ddot{o}}Vg$ (Üleslükkejõud mõjub nii õhupallidele, kui ka Karlssonile) (1p)
	$mg + N\rho_{\text{He}}Vg = (N + \frac{1}{5})\rho_{\ddot{o}}Vg$
	$m + N\rho_{\text{He}}V = (N + \frac{1}{5})\rho_{\ddot{o}}V$
	$N(\rho_{\text{He}}V - \rho_{\ddot{o}}V) = 0,2\rho_{\ddot{o}}V - m$
	$N = \frac{0,2\rho_{\ddot{o}}V - m}{\rho_{\text{He}}V - \rho_{\ddot{o}}V}$ (2p)
	$r = \frac{d}{2} \quad r = \frac{1}{2} = 0,5(\text{m})$ (1p)
	$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \quad V = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,5^3 = 0,52(\text{m}^3)$ (1p)
	$N = \frac{0,2 \cdot 1,29 \cdot 0,52 - 80}{(0,18 - 1,29) \cdot 0,52} = 138,4$ (1p)
	Vastus: Kuna õhupallide kestade raskusjõu tasakaalustamiseks peab ühe õhupalli lisaks võtma, siis peab Karlsson hoidma käes vähemalt 140 õhupalli, et ta alla kukkuma ei hakkaks (1p)

3. HELKUR (7 p)

Leiame jalgratta läbitud teepikkuse s_1 :

$$s_1 = vt = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 120 \text{ s} = 1200 \text{ m}$$

Leiame ratta poolt tehtud pöörete arvu n , kui ratta raadius on r_1 :

$$n = \frac{s_1}{2\pi r_1} = \frac{1200}{0,4\pi} \text{ pööret}$$

Helkur teeb oma trajektooriga samuti n pööret, avaldame helkuri läbitud teepikkuse s_2 :

$$s_2 = n \cdot 2\pi r_2, \text{ kus } r_2 \text{ on helkuri trajektoori raadius}$$

Leiame jooniselt helkuri trajektoori raadiuse r_2 :

$$r_2 = \frac{3}{4} \cdot r_1 = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

Leiame helkuri läbitud teepikkuse s_2 :

$$s_2 = n \cdot 2\pi r_2 = \frac{1200}{0,4\pi} \cdot 2\pi \cdot 0,15 \text{ m} = \mathbf{900 \text{ m}}$$

Hindamisskeem (7 p):

leitud jalgratta läbitud teepikkus – 2 p, sealhulgas

vajalik ühikute teisendus – 1 p

valemi $s = vt$ rakendamine – 1 p

leitud ratta pöörete arv – 2 p, sealhulgas

vajalik ühikute teisendus – 1 p

valemi $n = \frac{s}{2\pi r}$ tuletamine ja rakendamine – 1 p

arusaamine, et helkuri tehtud pöörete arv on sama, mis ratta pöörete arv – 1 p

leitud helkuri läbitud teepikkus – 2 p, sealhulgas

helkuri trajektoori raadiuse leidmine jooniselt – 1 p

helkuri läbitud teepikkuse leidmine – 1 p

Kui õpilane märgib, et helkuri trajektoori raadius on $\frac{3}{4}$ ratta raadiusest ning teeb sealt õige järelduse, et helkur läbib $\frac{3}{4}$ ratta läbitud teepikkusest, siis anda punkte järgnevalt:

leitud jalgratta läbitud teepikkus – 2 p, sealhulgas

vajalik ühikute teisendus – 1 p

valemi $s = vt$ rakendamine – 1 p

leitud jooniselt helkuri trajektoori raadiuse ja ratta raadiuse suhe – 1 p

leitud helkuri läbitud teepikkus – 4 p

4. KULLA LAENG (10 p)

Andmed:

$$m=0,001 \text{ mg}=0,000001 \text{ g}=10^{-6} \text{ g (1p)}$$

$$q=2 \text{ mC}$$

$$N_A=6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

$$M=197 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Z=79 (prootonite ja elektronide arv ühes neutraalses aatomis) (1p)

Leida: $N_e=?$

Lahendus:

Positiivse laengu saamiseks peab kuld loovutama elektrone.

$$\text{Loovutatud elektronide arv } N_x = \frac{q}{e} \quad N_x = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,25 \cdot 10^{16} \quad (2\text{p})$$

Allesjäänud elektronide arvu leidmiseks leiame kõigepealt neutraalses kullatükis olnud elektronide arvu.

$$\text{Selleks leiame, mitu mooli on kulda } \vartheta = \frac{m}{M} \quad \vartheta = \frac{1 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{197 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,005 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \quad (2\text{p})$$

Igas moolis on Avogadro arv aatomit ja igas aatomis on prootonite arvuga võrdne arv elektrone.

Järelikult elektronide arv neutraalses kullatükis oli

$$N = Z \cdot \vartheta \cdot N_A \quad N = 79 \cdot 0,005 \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,38 \cdot 10^{17} (\text{elektroni}) \quad (2\text{p})$$

Laenguga kullatükis on elektronide arv järelikult:

$$N_e = N - N_x \quad N_e = 2,38 \cdot 10^{17} - 1,25 \cdot 10^{16} = (23,8 - 1,25) \cdot 10^{16} = 22,55 \cdot 10^{16} (\text{elektroni}) \quad (2\text{p})$$

5. KEEDUKLAAS (10p)

Andmed:

$$V_1=80\text{ml}=80\text{cm}^3$$

$$m_2=50\text{g}=0,05\text{kg}$$

$$t_1=20^\circ\text{C}$$

$$m_3=1\text{g}=0,001\text{kg}$$

$$\eta=30\%=0,3$$

$$m_4=20\text{g}=0,02\text{kg}$$

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

$$c_4=800\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$c_2=230\frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$$

$$r_3=42\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}=42000000\frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\rho = 1\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

Teisendused (2p)

Leida: $t=?$

Lahendus:

$$\rho = \frac{m_1}{V_1} \Rightarrow m_1 = \rho V_1 \quad (1\text{p})$$

Seda tehet ei pea olema näidatud, aga kui on kirjas 80ml=80g, siis punkti ei saa.

$$m_1=0,08\text{ kg}$$

$$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4=0 \quad (1\text{p})$$

Q_1 – vee soojenemine

Q_2 – tina soojenemine

Q_3 – piirituse põlemine

Q_4 – klaasi soojenemine

$$Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1) \quad (1\text{p})$$

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1)$$

$$Q_3 = -\eta r_3 m_3 \quad \text{Energia eraldumine (1p), kasutegur (1p), valem (1p)}$$

$$Q_4 = c_4 m_4 (t - t_1)$$

$$c_1 m_1 (t - t_1) + c_2 m_2 (t - t_1) - \eta r_3 m_3 + c_4 m_4 (t - t_1) = 0$$

$$c_1 m_1 t - c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t - c_2 m_2 t_1 - \eta r_3 m_3 + c_4 m_4 t - c_4 m_4 t_1 = 0$$

$$t = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_1 + \eta r_3 m_3 + c_4 m_4 t_1}{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_4 m_4} \quad (1\text{p})$$

$$t = \frac{(4200 \cdot 0,08 + 230 \cdot 0,05 + 800 \cdot 0,02) \cdot 20 + 0,3 \cdot 42000000 \cdot 0,001}{4200 \cdot 0,08 + 230 \cdot 0,05 + 800 \cdot 0,02} \approx 55(^\circ\text{C}) \quad (1\text{p})$$