JAVÍTÓKULCS

I. feladat

a) Kezdeti állapotban

He: $p_{01} = \dfrac{\nu_1 RT}{V} = \dfrac{m}{\mu_1} \cdot \dfrac{RT}{V} = p_0$ ahol V – a henger féltérfogata 0,5 p

O_2: $p_{02} = \dfrac{\nu_2 RT}{V} = \dfrac{m}{\mu_2} \cdot \dfrac{RT}{V}$ ez nem változik a folyamat során 0,5 p

Ha a He áthatol az áteresztő falon, akkor egyensúly esetén mindkét térrészben egyenlő mennyiségű He lesz; a két térrészben a He parciális nyomása egyforma lesz.

$$p_1 = \frac{\nu_1' RT}{V} = \frac{m}{2\mu_1} \cdot \frac{RT}{V} = \frac{1}{2} p_0 \quad \Rightarrow \quad p_1 = \frac{1}{2}\text{atm} \simeq \frac{1}{2} 10^5\,\text{Pa}$$

1 p

A másik térrészben:

$$\left.\begin{array}{l} p_2 = p_{He} + p_{02} \\ p_{He} = \dfrac{m}{2\mu_1} \cdot \dfrac{RT}{V}; \quad p_{02} = \dfrac{m}{\mu_2} \cdot \dfrac{RT}{V} \end{array}\right\} \Rightarrow p_2 = \frac{m}{2\mu_1} \cdot \frac{RT}{V} + \frac{m}{\mu_2} \cdot \frac{RT}{V}$$

0,5 p + 0,5 p

$$\Rightarrow p_2 = \frac{mRT}{\mu_1 V}\left(\frac{1}{2} + \frac{\mu_1}{\mu_2}\right) = p_0\left(\frac{1}{2} + \frac{\mu_1}{\mu_2}\right)$$

$$p_2 = 10^5\left(\frac{1}{2} + \frac{4}{32}\right) = 10^5 \cdot 0{,}625\,\text{Pa}$$

0,5 p

b)

He: $U_1 = \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T$

$U_1' = \dfrac{1}{2} \cdot \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T$ $\quad \Delta U_1 = U_1' - U_1 = \dfrac{-1}{2} \cdot \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T$

1 p

$$\frac{\Delta U_1}{U_1} = \frac{\frac{-1}{2} \cdot \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T}{\nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T} = \frac{-1}{2}$$

0,5 p

O_2: $U_2 = \nu_2 \cdot C_{V2} \cdot T$

$U_2' = \dfrac{1}{2} \cdot \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T + \nu_2 \cdot C_{V2} \cdot T$ $\quad \Delta U_2' = \dfrac{1}{2} \cdot \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T_1 + \nu_2 \cdot C_{V2} \cdot$

1 p + 0,5 p

$$\frac{\Delta U_2'}{U_2} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \nu_1 \cdot C_{V1} \cdot T}{\nu_2 \cdot C_{V2} \cdot T} = \frac{\frac{m \cdot 3R}{2}}{2\frac{\mu_2 \cdot m \cdot}{2}}$$

$$\frac{\Delta U_2'}{U_2} = \frac{32 \cdot 3}{4 \cdot 10} = 2{,}4$$

0,5 p

c) Mivel a rendszerre (henger) nem hat külső erő, a TK nyugalomban van.
A He áramlása okozza a henger elmozdulását. 1 p
TK-ra írhatjuk:

$$m_{He}\cdot\frac{l}{4}+m_{O_2}\cdot\frac{3l}{4}+M\frac{l}{2}=m_{He}\left(\frac{l}{2}-x\right)+m_{O_2}\left(\frac{3l}{4}-x\right)+M\left(\frac{l}{2}-x\right)$$

1 p

$$m_{He}=m_{O_2}=m$$

$$m\cdot l+M\frac{l}{2}=m\frac{l}{2}+m\frac{3l}{4}-2mx+M\frac{l}{2}-Mx$$

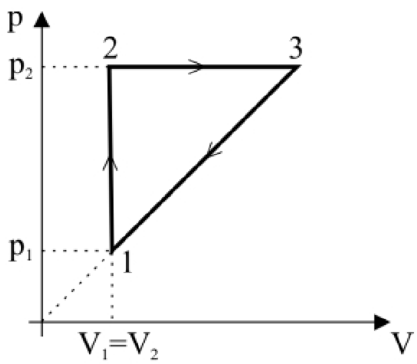
$$ml-m\frac{5l}{4}=-x(2m+M)\Rightarrow-\frac{1}{4}ml=-x(2m+M)$$

$$x=\frac{ml}{4(2m+M)}$$

1 p

II. feladat

1.)



0,5 p

a)

$1\rightarrow 2\quad \rho=\text{állandó};\quad p_2=2p_1\Rightarrow T_2=2T_1$

0,5 p

$\Downarrow$

$V=\text{állandó}\quad V_1=V_2$

$2\rightarrow 3\quad p=\text{állandó};\quad p_2=p_3;\quad V_3>V_2\Rightarrow T_3>T_2$

0,5 p

$$3\rightarrow 1\quad \rho\cdot p=\text{állandó}\Rightarrow\frac{m}{V}\cdot p=\text{állandó}\Rightarrow\frac{p}{V}=\text{állandó}$$

0,5 p

$$\eta=\frac{L}{Q_{fel}}\quad L=\frac{(p_2-p_1)(V_3-V_2)}{2}=\frac{(2p_1-p_1)(2V_1-V_1)}{2}=\frac{p_1V_1}{2}$$

0.5 p + 0,5 p

$$\left.\begin{aligned}Q_{fel}=Q_{12}+Q_{23};\quad Q_{12}&=\nu C_V(T_2-T_1)=\nu C_V T_1\\ Q_{23}&=\nu C_p(T_3-T_2)=\nu C_p\cdot 2T_1\end{aligned}\right\}\Rightarrow$$

1 p

$$\frac{p_1V_1}{T_1}=\frac{p_3V_3}{T_3}\Rightarrow\frac{T_3}{T_1}=\frac{p_3V_3}{p_1V_1}\Rightarrow\frac{T_3}{T_1}=\frac{p_2\cdot 2V_1}{p_1\cdot V_1}=\frac{2p_1\cdot 2}{p_1}\Rightarrow T_3=4T_1$$

0,5 p

$$\Rightarrow Q_{fel}=\nu\frac{3}{2}RT_1+\nu\frac{5}{2}R\cdot 2T_1=\nu RT_1\left(\frac{3}{2}+\frac{10}{2}\right)=\frac{13}{2}\nu RT_1$$

$$\eta=\frac{L}{Q_{fel}}=\frac{p_1V_1}{2}\cdot\frac{2}{13\nu RT_1}=\frac{1}{13}=7{,}692\%$$

0,5 p

b)

$$\eta_C = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} = 1 - \frac{T_1}{T_3} = 1 - \frac{T_1}{4T_1} = \frac{3}{4} = 75\%$$

0,5 p

$$\frac{\eta}{\eta_C} = \frac{\frac{1}{13}}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{39}$$

0,5 p

2.)

Szabadesés:

$$mgh_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 \Rightarrow v_0^2 = 2gh_0$$ az ütközési sebesség

0,5 p

Ütközési energiamérleg

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \Delta E_1 \Rightarrow \Delta E_1 = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \text{ és } k = \frac{v_1}{v_0}$$

0,5 p

1. ütközés

$$\Delta E_1 = \frac{m}{2}\left(v_0^2 - v_1^2\right) = \frac{m}{2}\left(v_0^2 - k^2 v_0^2\right) = \frac{mv_0^2}{2}\left(1 - k^2\right) = mgh_0\left(1 - k^2\right)$$

0,5 p

2. ütközés:

$$k = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow v_2 = kv_1$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} + \Delta E_2 \Rightarrow \Delta E_2 = \frac{m}{2}\left(v_1^2 - v_2^2\right) = \frac{m}{2}v_1^2\left(1 - k^2\right)$$

$$\Delta E_2 = \frac{m}{2}\left(kv_0\right)^2\left(1 - k^2\right) = \frac{mv_0^2}{2}k^2\left(1 - k^2\right) = mgh_0 k^2\left(1 - k^2\right)$$

0,5 p

3. ütközés:

$$k = \frac{v_3}{v_2} \Rightarrow v_3 = kv_2$$

$$\frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_3^2}{2} + \Delta E_3 \Rightarrow \Delta E_3 = \frac{m}{2}\left(v_2^2 - v_3^2\right) = \frac{m}{2}v_2^2\left(1 - k^2\right)$$

$$\Delta E_3 = \frac{m}{2}\left(kv_1\right)^2\left(1 - k^2\right) = \frac{m}{2}k^2\left(kv_0\right)^2\left(1 - k^2\right) = \frac{mv_0^2}{2}k^4\left(1 - k^2\right)$$

n. ütközés:

$$\Delta E_4 = \frac{mv_0^2}{2}k^{2(n-1)}\left(1 - k^2\right) = mgh_0 k^{2(n-1)}\left(1 - k^2\right)$$

0,5 p

$$\Delta E = \Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3 + \ldots \Delta E$$

0,5 p

$$S_n = \frac{a_1 \cdot (q^n - 1)}{q - 1}$$ $q = k^2$

0,5 p

$$Q = \frac{1}{2} \cdot \Delta E$$

$\Rightarrow$ $mc\Delta T = mgh_0 \cdot [1 - k^{2\cdot(n-1)}]$ $\Rightarrow$

$$\Delta T = \frac{gh_0 \cdot [1 - k^{2\cdot(n-1)}]}{2c}$$

0,5 p

III. feladat

a) Az R_1 ellenállású fogyasztón $I_{1m}=\sqrt{\frac{p_{1m}}{R_1}}=3\,A$, a másikon $I_{2m}=\sqrt{\frac{p_{2m}}{R2}}=2\,A$ erősségű áram mehet csak át. 1 p

Mivel a két fogyasztó sorba van kötve, az áramkörön legfeljebb 2 A erősségű áram mehet át. 1 p

Az áramkörre kapcsolható maximális feszültség: $U_m=I_{2m}\left(R_1+R_2\right)=2\cdot 3\,V=6\,V$ 1 p

b) $P_m=I_{2m}U_m=12\,W$ 1 p

c) Az egyes fogyasztó által fogyasztott teljesítmény ekkor $P_m=I_{2m}^2 R_1=4\,W$,

$n_1=\frac{4\,W}{9\,W}100=44,44\%$. 1 p

A második fogyasztó a maximális teljesítményen dolgozik $n_2=10000$ 1 p

d) Ha azt akarjuk elérni, hogy mindkettő a legnagyobb teljesítményen működjék, akkor R_2-vel párhuzamosan kell kapcsolni egy ellenállást úgy, hogy ezen 1 A erősségű áram menjen át, mert R_1-en 3 A-nek, R_2-n 2 A-nek kell átmennie. 1 p

Ezért $I_{2m}R_2=1\,A\cdot R_s$ és $R_s=\frac{I_{2m}R_2}{1\,A}=4\,\Omega$. 1 p

e) Az áramkör eredő ellenállása ebben az esetben: $R_1+\frac{R_2 R_s}{R_2+R_s}=1\,\Omega+\frac{2\cdot 4}{6}\Omega=2,3$. 1 p

Az áramkörre kapcsolható maximális feszültség: $U'_m=I_{1m}\cdot 2,33\,\Omega=6,99\,V$. 1 p