VERMES MIKLÓS Fizikaverseny

II. forduló
2016. február 29.
X. osztály

JAVÍTÓKULCS

I. feladat

$Q_{12} = \nu C_V \Delta T + L_{12}$ 1 p $Q_{izochor} = \nu C_V \Delta T$ $\Delta Q = Q_{12} - Q_{izochor} = L_{12}$ 1 p

$$L_{12} = \frac{(p_1 + p_2)(V_2 - V_1)}{2} = \frac{p_1 V_2 + p_2 V_2 - p_1 V_1 - p_2 V_1}{2}$$ 1 p

$p = aV$ 0,5 p $\Rightarrow$ $p_1 V_2 = a V_1 V_2$, $p_2 V_1 = a V_1 V_2$ $p_1 V_2 = p_2 V_1$ 0,5 p

$$L_{12} = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{2} = \frac{\nu R \Delta T}{2}$$ 1 p

$\mu = \dfrac{m R \Delta T}{2 L_{12}} = 2\, kg/kmol$ 0,5 p molekuláris hidrogén 0,5 p

6 p

II. feladat

$pV_i = \dfrac{m}{\mu_i} RT$, $i = 1{,}2$ $\rho_i = \dfrac{p\mu_i}{RT}$ 1 p

$pV = \left(\dfrac{m}{\mu_1} + \dfrac{m}{\mu_2}\right) RT$ 1 p $V = \dfrac{2m}{\rho}$ 0,5 p

$\dfrac{2mp}{\rho} = m\left(\dfrac{RT}{\mu_1} + \dfrac{RT}{\mu_2}\right)$ 0,5 p $\Rightarrow$ $\dfrac{2}{\rho} = \dfrac{1}{\rho_1} + \dfrac{1}{\rho_2}$ $\Rightarrow$ $\rho = \dfrac{2\rho_1\rho_2}{\rho_1 \rho_2} = 0{,}96\, kg/m^3$ 1 p

4 p

III. feladat

a)

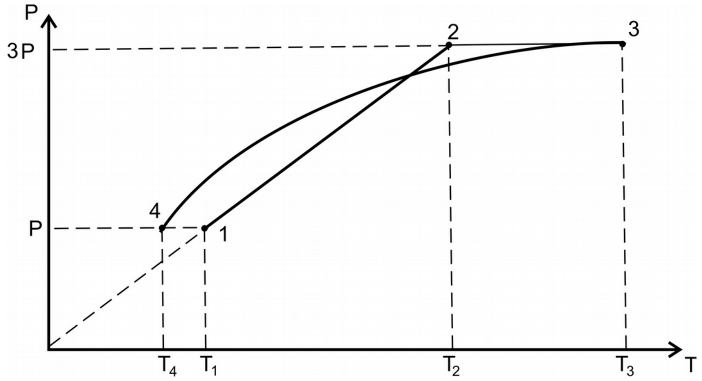
$1 \rightarrow 2$ izochor áll. vált. $\dfrac{p}{T} = a$ $\Rightarrow$ $p = aT$ origón átmenő egyenes 1 p

$2 \rightarrow 3$ izobár áll. vált. T tengellyel párhuzamos egyenes 0,5 p

$3 \rightarrow 4$ $p = a'V$ 0,5 p $pV = \nu RT$ 0,5 p

$V = \dfrac{p}{a'}$ $\Rightarrow$ $p^2 = a'\nu RT$ $\Rightarrow$ $p^2 = kT$ 1 p

$3 \rightarrow 4$ a p-T diagramon parabola szelet 0,5 p



Helyes ábra 1 p

5 p

b)

$Q_{34} = \Delta U + L_{34}$ 0,5 p $\Delta U = \nu C_V \Delta T$ 0,5 p $C_V = \frac{5}{2}R$ 0,5 p

$\Delta U = \frac{5}{2}(p_4V_4 - p_3V_3)$ 0,5 p $\frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{V_4} \Rightarrow V_4 = \frac{2}{3}V$ 0,5 p

$\Delta U = -\frac{40}{3}pV$ 0,5 p $L_{34} = -\frac{(p_4 + p_3)(V_3 - V_4)}{2} = -\frac{8}{3}pV \Rightarrow Q_{34} = -16pV$ 1 p

4 p

c)

$L_{1234} = L_{12} + L_{23} + L_{34} = \frac{1}{3}pV$ **1 p**

III. feladat

a) A dugattyúk izoterm állapotváltozás során x távolsággal addig mozdulnak el, míg a bezárt gáz nyomása a $p_1 = \frac{p_0}{2}$ értékről $p_2 = p_0$ értékre nem nő 0,5 p

A kezdeti térfogat $V_1 = S_1 l + S_2 l = 4S_1 l$ 0,5 p

a végső $V_2 = (l + x)S_1 + (l - x)S_2 = (4l - 2x)S_1$ 0,5 p

$p_1V_1 = p_2V_2$ 0,5 p $\Rightarrow$ $x = l$ 0,5 p

2,5 p

b) $L_{12} = \nu RT \ln\frac{V_2}{V_1}$ 0,5 p; $V_2 = 2lS_1$ $\Rightarrow$ $L_{12} = p_1V_1 \ln\frac{1}{2} = 2lS_1 \ln\frac{1}{2}$ 0,5 p

$L = -p_0S_1l + p_0S_2l = 2p_0S_1l$ 1 p; $\frac{|L_{12}|}{L} = \frac{|-2p_0lS_1 \ln 2|}{2p_0lS_1} = \ln 2 < 1$ 0,5 p

A környezet által végzett munka nagyobb, mint a gáz munkájának modulusza mert a kvazisztatikus állapotváltozást fenntartó erők munkáját is kompenzálni kell. 0,5 p

3 p

c) Az állapotváltozás izobár ($p_{\text{kezdeti}} = p_{\text{végső}}$) 1 p

$\frac{V_2}{T} = \frac{V_1}{T'}$ 0,5 p $\Rightarrow$ $T' = \frac{V_1}{V_2}T = \frac{4S_1l}{2S_1l}T = 2T$ 0,5 p

2 p

d) Mivel csökken a nyomás, a gáz izoterm körülmények között növeli térfogatát.
A környezet nyomása addig csökkenthető, amíg az S_1 felületű dugattyú el nem éri az S_1 keresztmetszetű henger szélső határát 1 p

A folyamat kezdeti állapotának paraméterei: $p_3 = p_0$, $V_3 = 2S_1 l$ 0,5 p

A végső állapot paraméterei: $p_4 = p_x$, $V_4 = 2lS_2 = 6S_1 l$ 0,5 p

$p_3 V_3 = p_4 V_4 \quad \Rightarrow \quad p_x = \dfrac{p_0}{3}$ 0,5 p

2,5 p