

71. Egy $44,8 \text{ dm}^3$ térfogatú, vízszintes tengelyű hőszigetelt hengert vékony, súrlódásmentes, hőszigetelő dugattyú oszt két részre. A bal oldali térfélbe 200 W teljesítményű fűtőspirál nyúlik be. Kezdetben a dugattyú középen áll, és mindkét részben 10^5 Pa nyomású egyatomos gáz van. Mennyi időre kell a fűtéstet bekapcsolni, hogy a jobb oldali gáz térfogata felére csökkenjen? (73,1 s)

$$V_{\text{ö}} = 44,8 \text{ dm}^3 = 0,0448 \text{ m}^3$$

$$P = 200 \text{ W}$$

$$\text{egyatomos: } \phi = 3$$

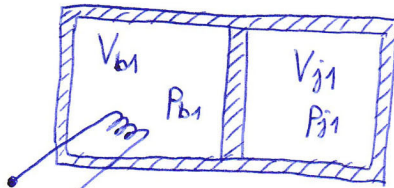
$$t = ?$$

$$\text{bal oldal: b(b) } V_{b1} = V_{j1} = \frac{V_{\text{ö}}}{2}$$

$$\text{jobb oldal: j}$$

$$P_{b1} = P_{j1} = 10^5 \text{ Pa}$$

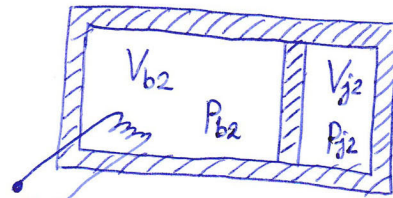
$$V_{j2} = \frac{V_{j1}}{2}$$



$$V_{b1} = V_{j1} = \frac{V_{\text{ö}}}{2}$$

$$P_{b1} = P_{j1} = P_1$$

(egyensúly)



$$V_{j2} = \frac{V_{j1}}{2} = \frac{V_{\text{ö}}}{4}$$

$$V_{b2} = V_{\text{ö}} - V_{j2} = \frac{3}{4} V_{\text{ö}}$$

$$P_{b2} = P_{j2} = P_2$$

(egyensúly)

Teljesítmény definíciójával a kapott hő írható:

$$Q_b = P \cdot t \quad (\text{P állandó})$$

$$Q_j = 0 \quad (\text{hőszigetelt})$$

A két oldalon lévő gáz egymáson végez munkát, ezért:

$$W_b = -W_j$$

$$W_{\text{ö}} = W_b + W_j = 0$$

össességében a munka nulla, mert a teljes térfogat nem változik meg! $W_{\text{ö}} = 0$

A belső energiára:

$$E_b = \frac{\phi}{2} nRT = \frac{\phi}{2} PV \quad \text{de most } \phi = 3$$

$$E_b = \frac{3}{2} PV, \quad \text{a változás pedig } \Delta E_b = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

Az ebben a formában felírt ΔE_b -vel írjuk fel a hőtan I. főtételét a teljes tartályra ($W_{\ddot{o}} = 0$):

$$\Delta E_{b\ddot{o}} = Q_{\ddot{o}} + W_{\ddot{o}}$$

$$\Delta E_{bb} + \Delta E_{bj} = Q_b = P \cdot t \quad (Q_j = 0)$$

$$\frac{3}{2} (p_2 V_{b2} - p_1 V_{b1}) + \frac{3}{2} (p_2 V_{j2} - p_1 V_{j1}) = P \cdot t \quad (\text{bal \& jobb oldal nyomása ugyanaz})$$

$$\frac{3}{2} \left(p_2 \frac{3}{4} V_{\ddot{o}} - p_1 \frac{V_{\ddot{o}}}{2} + p_2 \frac{V_{\ddot{o}}}{4} - p_1 \frac{V_{\ddot{o}}}{2} \right) = P \cdot t$$

$$\frac{3}{2} (p_2 V_{\ddot{o}} - p_1 V_{\ddot{o}}) = P \cdot t$$

$$t = \frac{\frac{3}{2} V_{\ddot{o}} (p_2 - p_1)}{P} = *$$

Tudjuk, hogy $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$, de p_2 -t még ki kell számolni.
A jobb oldalra $Q_j = 0$, tehát adiabatikus állapotváltozás.

$$V_{j2} = \frac{V_{j1}}{2}$$

Elő Poisson-egyenlet: $p_1 V_1^{\kappa} = p_2 V_2^{\kappa}$

ahol $\kappa = \frac{c_p}{c_v} = \frac{f+2}{f} = \frac{5}{3}$ adiabatikus kitvő.

$$p_2 = p_1 \left(\frac{V_{j1}}{V_{j2}} \right)^{\kappa} = 10^5 \text{ Pa} \cdot 2^{5/3} = \underline{\underline{3,175 \cdot 10^5 \text{ Pa}}}$$

$$* = \frac{\frac{3}{2} \cdot 0,0448 \text{ m}^3 (3,175 - 1) \cdot 10^5 \text{ Pa}}{200 \text{ W}} = \underline{\underline{73,1 \text{ s}}}$$