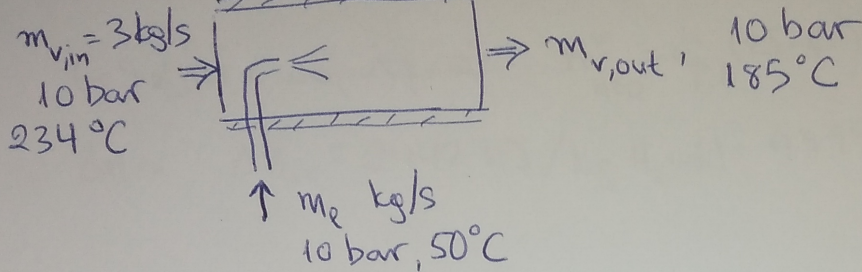


2^η ΕΝΟΤΗΤΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1.

(a)



Από cheatcalc.com :

$$H_{v,in} = 2907,50 \text{ kJ/kg}$$
$$H_e = 210,19 \text{ kJ/kg}$$
$$H_{v,out} = 2790,70 \text{ kJ/kg}$$

Η συσκευή δουλεύει αδιαβατικά (τέλειο μόνωμα): $Q = 0$

$$\left. \begin{aligned} m_{v,out} &= m_{v,in} + m_e \\ m_{v,out} H_{v,out} &= m_{v,in} H_{v,in} + m_e H_e \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_e = 0,136 \text{ kg/s}$$

(β) Μείζονα υπερθέρμανση στην έξοδο (μεταβυστή θέρμανση) και αντίστοιχη αύξηση πίεσης νερού (π.ε. χειρισμού)

$$\text{Σε } P = 10 \text{ bar, } T_{\text{sat}} = 179,9^\circ\text{C}$$

Πρέπει $T_{\text{out}} \geq 180^\circ\text{C}$, αλλιώς αραχτεί ο έλεγχος

2.

Αδiabατική διεργασία: $\dot{Q} = 0$

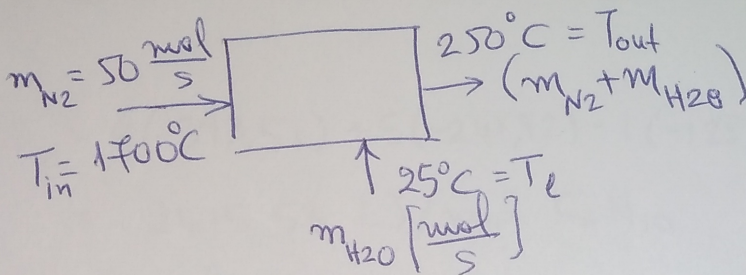
Βάση υπολογισμών θερμοκρασιών: 0°C , υψών υψών

Ενθαλπία N_2 : $H_{\text{N}_2}(T) = C_{p,\text{N}_2}(T - \phi)$

Ενθαλπία υγρού H_2O : $H_{\text{H}_2\text{O}}^l = C_{p,l}(T - \phi)$

Ενθαλπία υδρατμών: $H_{\text{H}_2\text{O}}^v = C_{p,l}(25 - \phi) + \Delta H_{\text{ve}}(25^\circ\text{C}) + C_{p,\text{H}_2\text{O}}(T - 25)$

όπου $\Delta H_{\text{ve}} = 2442 \text{ kJ/kg H}_2\text{O}(l) = 43956 \text{ J/mol H}_2\text{O}(v)$



Θεωρούμε τα πάντα εξόδου μικρά ιδανικών αερίων

ΙΣΟΖΥΓΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

$$m_{\text{N}_2} C_{p,\text{N}_2} (T_{\text{in}} - \phi) + m_{\text{H}_2\text{O}} C_{p,l} (T_e - \phi) = m_{\text{N}_2} C_{p,\text{N}_2} (T_{\text{out}} - \phi) + m_{\text{H}_2\text{O}} [C_{p,l} (T_e - \phi) + \Delta H_{\text{ve}}(T_e) + C_{p,\text{H}_2\text{O}} (T_{\text{out}} - T_e)]$$

$$\left(50 \frac{\text{mol}}{\text{s}}\right) \left(30 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}\right) (1700 - 25 \text{ K}) = m_{\text{H}_2\text{O}} \left[43956 \frac{\text{J}}{\text{mol}} + 34 (250 - 25) \right]$$

$$\Rightarrow m_{\text{H}_2\text{O}} = 42,15 \text{ mol/s υγρού υψών}$$

3.

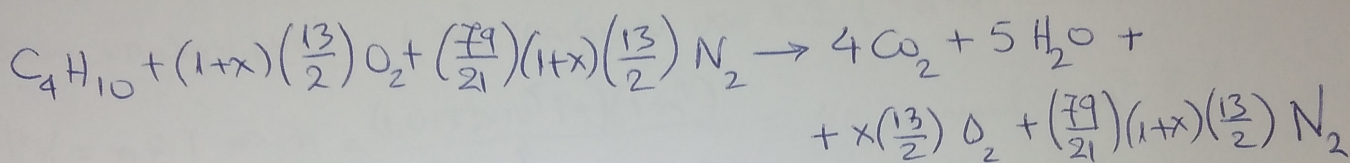
3.

$$C_p(T) = A + B \cdot t - C \cdot t^2 \quad [J] \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$t = \frac{T [K]}{1000}$$

$$H(T) - H(298) = \int_{298}^T C_p(T) dT = 1000A \cdot t + 500B \cdot t^2 - 333C \cdot t^3 - 296$$

$$H(T) - H(298K) = 941 \cdot t + 181,3 \cdot t^2 - 20,1 t^3 - 296 \quad [J] \text{ kJ/kg}$$



$$\Delta H_r = 4(-393,51) + 5(-241,82) - 1(-125,79)$$

$$= -2415,53 \text{ kJ/mol } C_4H_{10}$$

Σύστημα καύσης:

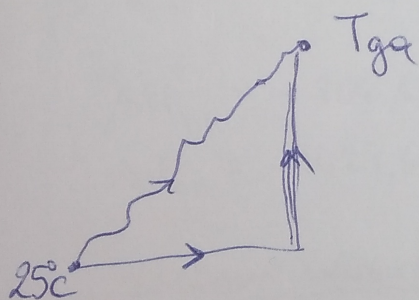
$$CO_2: 4(44)/1000 = 0,176 \text{ kg/mol } C_4H_{10}$$

$$H_2O: 5(18)/1000 = 0,090 \text{ kg/}$$

$$O_2: 0,15(6,5)(32)/1000 = 0,031 \text{ kg}$$

$$N_2: 1,15(6,5)(79/21)(28)/1000 = 0,787 \text{ kg}$$

$$\Sigma \nu_{O_2}: 1,084 \frac{\text{kg καύ.}}{\text{mol } C_4H_{10}}$$

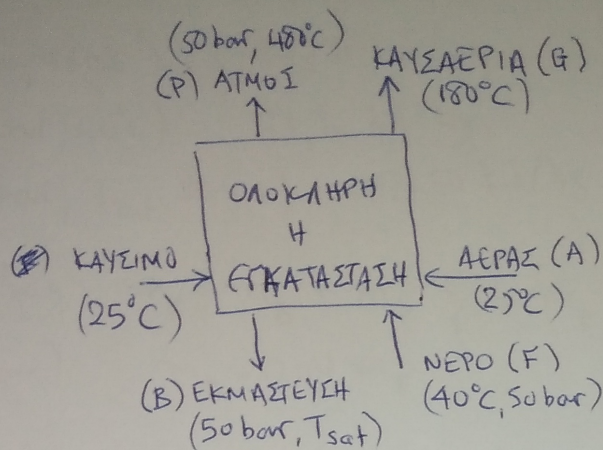


Αδiabotική θερμότητα $\Rightarrow \dot{Q} = 0$

$$\Delta H_1 + \Delta H_r + \Delta H_2 = 0 \Rightarrow -\Delta H_r = m_g [H(T)_{gr} - H(25^\circ\text{C})]$$

Με δοκιμή και σφάλμα: $T_{ga} = 1782^\circ\text{C}$

(a)

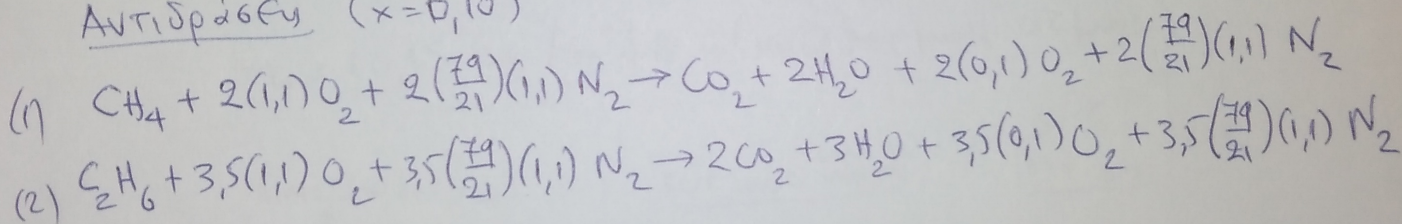


Βάση υπολογισμού: 1 m^3 καυσίμου υγρού κ.σ. ($1 \text{ atm}, 25^\circ\text{C}$)

$$PV = nRT \Rightarrow n = \frac{(1,0133 \times 10^5 \text{ Pa})(1 \text{ m}^3)}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 298,15 \text{ K}} = 40,88 \text{ mol} / \text{m}^3 \text{ φ.Α.}$$

$$\begin{aligned} 90\% \text{ κ.σ. } \text{CH}_4 &: 36,79 \text{ mol CH}_4 / \text{m}^3 \text{ φ.Α.} \\ 10\% \text{ κ.σ. } \text{C}_2\text{H}_6 &: 4,09 \text{ mol C}_2\text{H}_6 / \text{m}^3 \text{ φ.Α.} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} 90\% \text{ κ.σ. } \text{CH}_4 \\ 10\% \text{ κ.σ. } \text{C}_2\text{H}_6 \end{aligned}} \right\} \text{ συνολικά } 0,71 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ φ.Α.}$$

Αντιδράσεις ($x=0,10$)



$$\begin{aligned} \Delta H_{r1}^\circ &= -802,63 \text{ kJ/mol CH}_4 \\ \Delta H_{r2}^\circ &= -1428,66 \text{ kJ/mol C}_2\text{H}_6 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} \Delta H_{r1}^\circ \\ \Delta H_{r2}^\circ \end{aligned}} \right\} \Rightarrow \Delta H_R^\circ = 36,79(-802,63) + 4,09(-1428,66) = -35372 \text{ kJ} / \text{m}^3 \text{ φ.Α.}$$

Σύνθεση καυσίων

$$\text{CO}_2: 1(36,79) + 2(4,09) = 44,97 \text{ mol} \rightarrow 1,98 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ φ.Α.}$$

$$\text{H}_2\text{O}: 2(36,79) + 3(4,09) = 85,85 \text{ mol} \rightarrow 1,55 \text{ kg}$$

$$8,79 \text{ mol} \rightarrow 0,28 \text{ kg}$$

$\text{O}_2:$

$$363,84 \text{ mol} \rightarrow 10,19 \text{ kg}$$

$\text{N}_2:$

$$\text{Σύνολο καυσίων: } \dot{m}_G = 14,0 \text{ kg καυ.} / \text{m}^3 \text{ φ.Α.}$$

$$\text{Αέρας τροφοδ.: } \dot{m}_A = 13,28 \text{ kg αέρα} / \text{m}^3 \text{ φ.Α.}$$

Επίσης καθορίζουμε νερό-ατμός

$$H_p(50 \text{ bar}, 480^\circ\text{C}) = 3387,71 \text{ kJ/kg}$$

$$H_F(50 \text{ bar}, 40^\circ\text{C}) = 171,96 \text{ kJ/kg}$$

$$H_B(50 \text{ bar}, T_{\text{sat}} = 264^\circ\text{C}) = 1154,50 \text{ kJ/kg}$$

16ο] Πάχος: $m_F = m_B + m_p \Rightarrow m_p = 0,96 m_F$
 (κυκλώ. νερό) $m_B = 0,04 m_F$

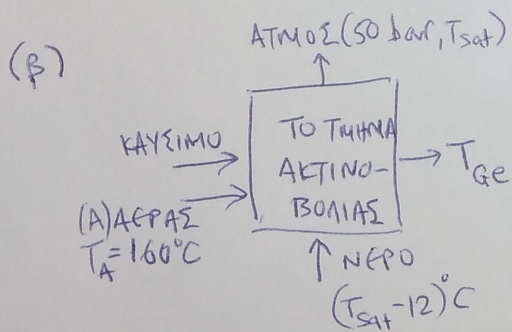
16ο]. Απώλειες: $\Delta H_1 + \Delta H_R + \Delta H_2 = \dot{Q} \Rightarrow -35372 + 14,0(165,61) = \dot{Q}$
 (κυκλώμα κωλύει) $\Rightarrow \dot{Q} = -33053,46 \text{ kJ/m}^3 \text{ DA}$

16ο]. Απώλειες: $-\dot{Q} + m_F H_F = m_p H_p + m_B H_B$
 (κυκλώμα νερό)

$$33053,46 + m_F(171,96) = 0,96 m_F(3387,71) + 0,04 m_F(1154,50)$$

$$\Rightarrow m_F = 10,57 \text{ kg/m}^3 \text{ DA (νερό ατμός)}$$

$$m_p = 10,15 \text{ kg/m}^3 \text{ DA (υπερθερμός ατμός)}$$



$$H_v^{\text{sat}}(50 \text{ bar}, 264^\circ\text{C}) = 2794,23 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$H_B = H_e^{\text{sat}}(50 \text{ bar}, 264^\circ\text{C}) = 1154,50$$

$$H_e^{\text{sub}}(264-12) = 1095,09 \text{ kJ/kg}$$

$$c_{pA} = 1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

Κύκλωμα κωλύει:

$$m_A c_{pA} (25 - T_A) + \Delta H_R + m_G H_G = \dot{Q}_1$$

Κύκλωμα νερό:

$$\dot{Q}_1 = m_p H_v^{\text{sat}} + m_B H_e^{\text{sat}} - m_F H_e^{\text{sub}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_1 = 17274 \text{ kJ/m}^3 \text{ DA} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H_G = 1420,74 \text{ kJ/kg κωλύει}$$

Με δοκιμή και σφάλτα αλληλ
 τη σχέση τη Αξίωμα 3

$$T_{ge} = 1200^\circ\text{C}$$