

2021050023

2. Βελβουμνενίρας με ισχύ 35hp κ. αύξηση 28%. Ρυθός παραγωγής καυσίμου σε λίτρον ισχύ, αν δαφγ.
 Σύνολο βελβν 42.000 €/kg; Παράδοξη: Η ισχύς εξόδου του βελβουμνενίρα παραμένει σταθερή.

Karavajon: $\frac{253,11 \text{ kW}}{42.000 \text{ kg/h}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = 21,7 \text{ kg/s}$

3. COP max step = ? awgias defec. suruon, $T_{\text{ev}} = 22^\circ\text{C}$, oron $T_{\text{ef}} = 4,6^\circ\text{C}$ u' $T_{\text{ef}} = -4,6^\circ\text{C}$

$$a) COP_1 = \frac{1}{1 - T_L/T_H} = \frac{1}{1 - (277,75/295,15)} = \frac{1}{1 - 0,94} = \frac{1}{0,06} = 16,67$$

$$b) \dot{Q} = \frac{1.000 \text{ K}}{\text{Kcm}} \cdot 0,640 \frac{\text{W}}{\text{K}} \cdot 42.000 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot 0,95 = 7.093,3 \frac{\text{kJ}}{\text{cm}}$$

~~$$\frac{Q}{\omega p_2} \cdot 0,8 = 1,093 \cdot 0,8 = 0,8744$$~~

Argia Sept.: $COP = \frac{\dot{W}}{\dot{W}_{in}} \Rightarrow \dot{W}_{in} = \frac{1.093,3 \text{ kWh/} \cancel{\text{eror}}}{26,6\%} = 425,49 \text{ kWh/} \cancel{\text{eror}}$

Kosten n). $\frac{425,49 \text{ kWh/€cos}}{16,6\text{F}} \cdot 0,20 \text{ €/kWh} = 5,1 \text{ €/€cos}$

5. Төбөтүн кутуулам, апа кутуула $T = \text{~~773~~ 673, 15 K$.

Παράδοξη: Οι Ελληνιστές ή αντιστοιχούσαν τους των ορίων των συστάσεων, κατά τη διάρκεια
των διαγώνων.

$$a) \Delta S_f = \frac{Q}{T_{sys}} = \frac{900 \text{ kJ}}{673,15 \text{ K}} = 1,34 \text{ kJ/K}$$

$$b) S_{\text{gen}} = \Delta S_{\text{tot}} = \Delta S_{\text{sur}}^{\circ} + \Delta S_{\text{sys}} = 1,37 \text{ kJ/K}$$

6. $V = 0,5 \text{ m}^3$, $P_1 = 800 \text{ kPa}$, $x = 0,4$, $P_2 = 400 \text{ kPa}$, $\Delta S = ?$ u' $S_{\text{gen}} = ?$, $T_{\text{box}} = 35^\circ \text{C}$

Para $P = 200 \text{ kPa} \rightarrow v_f = 0,0007538$, $v_g = 0,099951$, $s_f = 0,15449$, $s_g = 0,78339$, $s_g = 0,93788$

Qua $P = 400 \text{ kPa} \rightarrow v_f = 0,0007905$, $v_g = 0,051866$, $s_f = 0,24757$, $s_{fg} = 0,67954$, $s_g = 0,92711$

$$S_L = S_f + X S_{fg} = 0,15449 + 0,4 \cdot 0,78339 = 0,467846 \text{ kg/kg.k}$$

$$S_2 = S_f + x S_{f_2} = 0,24757 + 0,4 \cdot 0,67954 = 0,519386 \text{ kg}$$

~~Repasaron la cuenta de buena fe~~

~~$$0.6 = \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 0.125$$~~

$$u_1 = u_f + x_1(u_g - u_f) = 0,000753 \text{ kJ} + 0,4(0,99951 - 0,000753) = 0,04043 \text{ kJ/kg}$$

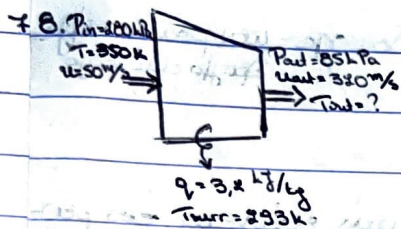
$$v_x = v_f + x(v_g - v_f) = 0,0007905 + 0,4(0,051266 - 0,0007905) = 0,0209801 \text{ g/kg}$$

$$\Delta S = \frac{m}{\rho_s} (s_2 - s_1) = \frac{1}{0,04043232} (0,519386 - 0,467846) \text{ kg} \cdot \text{K} = 0,64 \text{ kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta U = Q - \cancel{W}^0 \Rightarrow Q = \Delta U = m (w_g - v_1) = 0$$

$\Delta S_{\text{gen}} = \Delta S - \frac{Q}{T_0}$

4. Η ευροπία του φωτός κατά μήκος $ds = \frac{ds}{\text{time}}$, αλλά η ευροπία του φωτός αυξάνεται κατά $\frac{ds}{t_2} > \frac{ds}{t_{\text{obs}}}$.
Η διαφορά είναι η παρατηρούμενη ευροπία S_{obs} .



Παραδοχή: Ουδατάνω αέρα. Σι αέρια τα θερμότητα εδωκεν

α) Παραδοχή: $\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out}$, $\Delta E_s = 0$, $w = 0$

$$\dot{m} \Delta h + \dot{m} \Delta E_k + \dot{m} \Delta E_s = \dot{Q} - \dot{W} \Rightarrow$$

$$\dot{m} h_{out} - \dot{m} h_{in} + \dot{E}_{k,out} - \dot{E}_{k,in} = \dot{Q}_{in} - \dot{Q}_{out} \Rightarrow$$

$$\dot{m} h_{out} - \dot{m} h_{in} + \frac{1}{2} \dot{m} u_{out}^2 - \frac{1}{2} \dot{m} u_{in}^2 = -\dot{m} q$$

$$\text{από πίθ. Α-ΤΡ. } h_{in} = 350,49 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{out} = h_{in} - \frac{1}{2} u_{out}^2 + \frac{1}{2} u_{in}^2 - q = 350,49 \text{ kJ/kg} - \frac{1}{2} (50 \text{ m/s})^2 + \frac{1}{2} (320 \text{ m/s})^2 - 3,2 \text{ kJ/kg}$$

$$h_{out} = 350,49 \text{ kJ/kg} - \frac{1}{2} \cdot 2500 \text{ J/kg} + \frac{1}{2} \cdot 102400 \text{ J/kg} - 3,2 \text{ kJ/kg} = 397,24 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Γραμ. Wapellbohm: } T_2 = T_0 + (x - x_0) \frac{T_1 - T_0}{x_1 - x_0} \quad (1)$$

$$\text{Για } 390 \text{ K} \rightarrow 390,88 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Για } 400 \text{ K} \rightarrow 400,98 \text{ kJ/kg}$$

$$(1) \Rightarrow T_{out} = 390 + \frac{(397,24 - 390,88)(400 - 390)}{400,98 - 390,88} = 396,3 \text{ K}$$

β) $S_{in} = 1,85708 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

$$\text{Για } 390 \text{ K} \rightarrow 1,96633 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\text{Για } 400 \text{ K} \rightarrow 1,99294 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$S_{out} = 1,96633 + \frac{(396,3 - 390)(1,99294 - 1,96633)}{400 - 390} \Rightarrow$$

$$S_{out} = 1,9824643 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta S = S_{out} - (S_{in} + \frac{\dot{Q}_{out}}{\dot{m} T_{surr}}) \Rightarrow \Delta S = \dot{m} \ln \left(\frac{\dot{m} h_{out} + \dot{m} \frac{q}{T_{surr}}}{\dot{m} h_{in}} \right) + \dot{m} S_{gen} \Rightarrow$$

$$S_{gen} = (S_{out} - S_{in}) + \frac{q}{T_{surr}} \Rightarrow S_{out} - S_{in} - R \ln \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right) + \frac{q}{T_{surr}} =$$

$$-1,85708 + 1,9824643 - 0,287 \cdot \ln \left(\frac{85}{280} \right) + \frac{3,2}{293} =$$

$$S_{gen} = 0,478 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

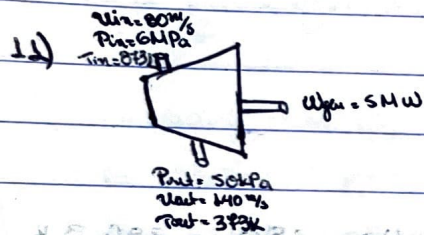
10) α) Συνεργιστική αλλαγή αερίων: Ο ρότος του αερίων έργο εφόσον τα αερίων προς το έργο του θα παραμένει αν η διεργασία ταχύς εν υστερήσεως εισόδου κ' εν διεσπ' εφόσον νικαυ υστερικών, $\eta_T = \frac{\text{αερίων έργο}}{\text{αερίων έργο}} = \frac{W_a}{W_s} = \frac{h_1 - h_2}{h_1 - h_{2s}}$

β) Συνεργιστική αλλαγή αερίων: Ο ρότος του έργο του αερίων για τα υστερικών αλγ'μον

αυ δίκαιος του αερίου τότε θα πρέπει από το αργό αέριο, $\eta_r = \frac{\text{ισχυρισμός έργο}}{\text{αργό αέριο}}$

$$\frac{W_s}{W_a} \approx \frac{h_{s,s} - h_s}{h_{s,a} - h_s}$$

γ) Ισοτροπική αδιάθεση αερίων: Ο λόγος του αργού αερίου με την ενέργεια του πε-
του αερίου έργο, ενός αερίου ως προς την ισοτροπική ενέργεια του πε-
του αερίου έργο για την ίδια κατάσταση εισόδου ή εξόδου, $\eta_N = \frac{V_{s,a}^2}{V_{s,s}^2} \approx$



Θα πρέπει: $\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} = \dot{m}$, $\Delta E_a = 0$, αδιαβατική γενεαγωγή

Κατάσταση 1: $P_{in} = 6 \text{ MPa}$, $T_{in} = 600^\circ\text{C}$, $h_{in} = 3658,8 \text{ kJ/kg}$, $s_{in} = 7,1693 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

Η ενθαλπία στο αντίστοιχο έργο του Κατάσταση 2a: $P_{2a} = 50 \text{ kPa}$, $h_{2a} = 2780,2 \text{ kJ/kg}$, $T_{2a} = 300^\circ\text{C}$

Απόδοσης αερίων ανάλυση η Κατάσταση 2s: $P_{2s} = 50 \text{ kPa}$, $s_f = 1,0912 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, $s_g = 7,5931 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$

Στο αέριο του ισοτροπικού αερίου ο αερίος βρίσκεται στην κατάσταση υπερθέρμανσης υγρού, άρα επι-
συνεχίζεται στην κατάσταση: $x_{2s} = \frac{s_{2s} - s_f}{s_g - s_f} = \frac{7,1693 - 1,0912}{6,5019} = 0,935$

Από: $h_{2s} = h_f + x_{2s} h_{fg} = 340,54 + 0,935 \cdot 2304,7 = 2495,4 \text{ kJ/kg}$

$\eta_r = \frac{h_{in} - h_{2a}}{h_{in} - h_{2s}} = \frac{3658,8 - 2780,2}{3658,8 - 2495,4} = 0,755 \approx 75,5\%$

$\Delta H + \Delta E_k + \Delta E_p = \dot{Q} - \dot{W} \Rightarrow H_{out} - H_{in} + E_{k,out} - E_{k,in} = -\dot{W}_{out} + \dot{W}_{in}$

$\dot{m} h_{2a} - \dot{m} h_{in} + \frac{1}{2} \dot{m} u_{2a}^2 - \frac{1}{2} \dot{m} u_{in}^2 = -\dot{W}_{out} \Rightarrow \dot{m} (h_{2a} - h_{in}) + \frac{1}{2} \dot{m} (u_{2a}^2 - u_{in}^2) = -\dot{W}_{out}$

$\dot{m} (2780,2 - 3658,8) + \frac{1}{2} \dot{m} (140^2 - 80^2) = -5000 \Rightarrow \dot{m} = 0,87 \text{ kg/s}$

7. a) $T_{out} = ?$, b) $W = ?$ Παράδοξη: Ο αέρας συμπεριέχει ως αέριο π' δεν υπάρχουν αλληλεπιδράσεις, αέρας είναι αδιαβατικό

$$a) \Delta \dot{H} + \Delta \dot{E}_{ex} + \Delta \dot{E}_{in} = \dot{Q} - \dot{W} \Rightarrow \dot{H}_{out} - \dot{H}_{in} = -(\dot{W}_{in} - \dot{W}_{out}) \Rightarrow \dot{H}_{out} - \dot{H}_{in} = -\dot{W}_{in} + \dot{W}_{out} \Rightarrow$$

$$\dot{H}_{out} - \dot{H}_{in} = -\dot{W} \Rightarrow \dot{m} \cdot h_{out} - \dot{m} \cdot h_{in} = \dot{m} \cdot W \Rightarrow ①$$

$$\text{αέριό Div. A-17: } h_{in} = 890,16 \text{ kJ/kg (290K)}, P_{r1} = 1,4311$$

Επίσης, αέρας είναι ανεπεξέργαστο αδιαβατικό διαγνώστ, είναι ανεπεξέργαστο, άρα $s_2 = s_1$

$$\text{αέριό Div. A-17} \sim 5^\circ - 1,66802 \text{ kJ/kg} \cdot K$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{r2}}{P_{r1}} = \frac{80}{160} = \frac{1,4311}{P_{r2}} \Rightarrow P_{r2} = 9,8488$$

$$\text{Για } 530K \sim 10,39 \left. \begin{array}{l} \Rightarrow \text{αέριό γράφ. Διαγνώστ. } T_2 = 522,4K \\ \text{Για } 520K \sim 9,684 \end{array} \right\}$$

$$\text{Για } 520K \sim 9,684$$

$$\text{Για } -11- \sim 533,98 \text{ kJ/kg} \left. \begin{array}{l} \Rightarrow -11- h_2 = 526,11 \text{ kJ/kg} \\ -11- \sim 523,684 \text{ kJ/kg} \end{array} \right\}$$

$$① \rightarrow W = 526,11 - 890,16 = -364,05 \text{ kJ/kg}$$

$$a) PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{m}{M_r} RT \Rightarrow \frac{V}{m} = \frac{RT}{P \cdot M_r} = \frac{8,314 \cdot 293}{80 \cdot 4} = 7,622 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\dot{W} = \frac{\dot{V}}{n} \cdot \frac{kRT_1}{k-1} \left(\left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) = \frac{0,2 \text{ m}^3/\text{s}}{7,622 \text{ m}^3/\text{kg}} \cdot 1,667 \cdot 8,314 \text{ kJ/kmol} \cdot 293 \text{ K} \left(\left(\frac{600}{80} \right)^{\frac{0,667}{1,667}} - 1 \right)$$

$$= 198,35 \text{ kJ/s} \cdot \text{kmol}, W = 198,35 \text{ kJ/s} \cdot 4 \text{ kg/kmol} = 793,4 \text{ kJ/s}$$

$$b) W = \frac{\dot{V}}{n} \cdot \frac{nRT}{n-1} \left(\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right) = \frac{0,2}{7,622} \cdot \frac{1,2 \cdot 8,314 \cdot 293}{1,2-1} \left(\left(\frac{600}{80} \right)^{\frac{0,2}{1,2}} - 1 \right) = 153,26$$

$$W = 153,26 \cdot 4 = 613,04 \text{ kJ/s}$$

$$γ) W = \frac{\dot{V}}{n} RT \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = \frac{0,2}{7,622} \cdot 8,314 \cdot \ln \left(\frac{600}{80} \right) = 0,44, W = 0,44 \cdot 4 = 1,76 \text{ kJ/s}$$

9) a) $\dot{Q} = \frac{\dot{V}}{V} \cdot k R T \ln \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\gamma} - 1 \right]$

$V_2 = R T_2 = \frac{R T_1}{P_1} = \frac{8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}}{101325 \text{ Pa}} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$

22) $T = 747 + 273 = 1020 \text{ K}$

Adi Div. A-17 $h_1 = 1068,89 \text{ kJ/kg}$, $P_{r1} = 123,4$

Adi Div. 2-3 $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{r2}}{P_{r1}} \Rightarrow P_{r2} = \frac{P_2}{P_1} \cdot P_{r1} = \frac{85}{260} \cdot 123,4 = 40,34$

Cha $760 \text{ K} \rightarrow 39,27 \Rightarrow T_2 = 760 + (40,34 - 39,27) \frac{780 - 760}{43,35 - 39,27} = 765,25 \text{ K}$

Cha $780 \text{ K} \rightarrow 43,35$

adi. div. 2-3

$h_{2s} = 778,18 + (765,25 - 760) \frac{800,03 - 778,18}{43,35 - 39,27} = 783,91 \text{ kJ/kg}$

$\Delta H + \Delta E_k + \Delta E_p = 0 \Rightarrow h_1 + \frac{u_1^2}{2} = h_{2s} + \frac{u_{2s}^2}{2} \Rightarrow u_{2s} = \sqrt{u_1^2 + 2(h_1 - h_{2s})} = 83,5 \text{ m/s}$

$\eta_s = \frac{V_{2s}}{V_{2a}} \Rightarrow V_{2a} = \frac{V_{2s}}{\eta_s} = \frac{83,5}{0,96} = 86,98 \text{ m/s}$

$\Rightarrow h_{2a} = h_1 + \frac{u_1^2}{2} - \frac{u_{2a}^2}{2} = 1060,89 \text{ kJ/kg}$

Cha $1000 \text{ K} \rightarrow 1046,04 \text{ kJ/kg}$ $\Rightarrow$ $T_{2a} = 1000 + (1060,89 - 1046,04) \frac{1020 - 1000}{1068,89 - 1046,04} = 1015,7 \text{ K}$

3) Einmal $\dot{A}S + \dot{S}_{gen} = \dot{A}S_{exit} / dt \rightarrow 0$ (Gleichgewichtspunkt)
 $\Rightarrow \dot{m}_{vap} S_1 + \dot{m}_{dexp} S_3 - \dot{m}_{vp} S_2 - \dot{m}_{dexp} S_4 + \dot{S}_{gen} = 0 \Rightarrow$

$$\dot{S}_{gen} = \dot{m}_{vap} (S_2 - S_1) + \dot{m}_{dexp} (S_4 - S_3)$$

$$T_1 = 150^\circ\text{C} \quad \left. \begin{array}{l} \text{für dexp} \end{array} \right\} \quad T_1 = 22^\circ\text{C} \quad \left. \begin{array}{l} \text{für vap} \end{array} \right\}$$

$$T_2 = 40^\circ\text{C}$$

$$T_2 = ?$$

$$\dot{Q}_{vap} = \dot{m}_{vap} c_{p,vap} (T_2 - T_1) = \dots \quad (1)$$

$$\dot{Q}_{dexp} = \dot{m}_{dexp} c_{p,dexp} (T_4 - T_3) = \dots \quad (2)$$

$$(2) \Rightarrow \dot{Q}_{dexp} = 2 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 2,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (313 - 423) \text{K} = -484 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

$$\dot{Q}_{vap} = \dot{Q}_{dexp} \Rightarrow -484 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} = 1,5 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 4,22 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (T_2 - 295) \text{K} \Rightarrow T_2 = 218,54 \text{ K}$$

$$S_{gen} = \dot{m}_w c_{pw} \ln \frac{T_2}{T_1} + \dot{m}_p c_{pp} \ln \frac{T_3}{T_4} = 1,5 \cdot 4,22 \ln \frac{218,5}{295} + 2 \cdot 2,2 \ln \frac{423}{313} = -0,58 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}$$

14) Karakteristika 1: $P_1 = 8 \text{ MPa}$, $T_1 = 450^\circ \text{C}$: $h_1 = 3273,3 \text{ kJ/kg}$, $s_1 = 6,5579 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

Karakteristika 2: $P_2 = 50 \text{ kPa}$: $h_2 = h_g = 2645,2 \text{ kJ/kg}$, $s_2 = s_g = 7,5931 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$

$\dot{m}(h_2 - h_1) = \dot{Q}_{\text{out}} - \dot{W} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{out}} = \dot{W} + \dot{m}(h_2 - h_1) = 4 \text{ MW} + 25.000 \text{ kg/h} (2645,2 - 3273,3) \text{ kJ/kg}$

$4 \text{ MW} + 25.000 (-628,1) \frac{\text{kJ}}{\text{h}} = 14.400.000 \text{ kJ/h} - 15.702.500 \text{ kJ/h} = -1.302.500 \text{ kJ/h}$

$S_{\text{gen}} = S_{\text{out}} - S_{\text{in}} = \dot{m}(s_2 - s_1) + \frac{\dot{Q}_{\text{out}}}{T_{\text{sur}}} = 25.000 \text{ kg/h} (7,5931 - 6,5579) \frac{\text{kJ}}{\text{h} \cdot \text{K}} + \frac{-1.302.500 \text{ kJ/h}}{298 \text{ K}}$

$25.000 \frac{\text{kg}}{\text{h}} - 4.370,82 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 20.629,18 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$