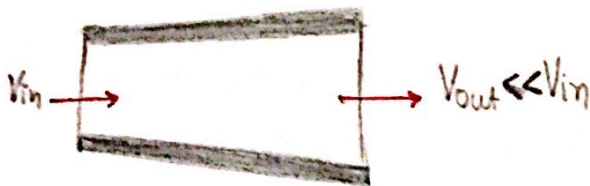
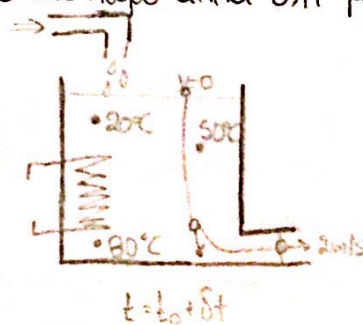
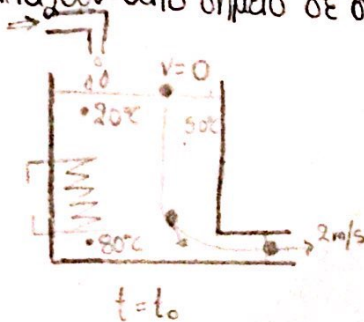


Ερώτηση 1

(α) Έχουμε αλλαγή της ενθαλπίας: $\Delta h \approx \Delta_{\text{εκ}}$

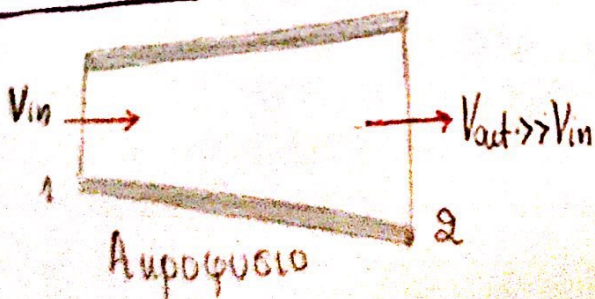


(β) Σύμφωνα με τη διεργασία μόνιμης ροής, οι ιδιότητες του ρευστού μπορεί να αλλάζουν από σημείο σε σημείο στο χώρο αλλά όχι με τον χρόνο σε καίποιο σημείο.



- Στο εσωτερικό του όγκου ελέγχου οι ιδιότητες είναι σταθερές με τον χρόνο
- Στα όρια του όγκου ελέγχου οι ιδιότητες δεν μεταβάλλονται με τον χρόνο.
- Η θερμότητα και το έργο που δίνει/παίρνει το σύστημα είναι σταθερά με τον χρόνο.

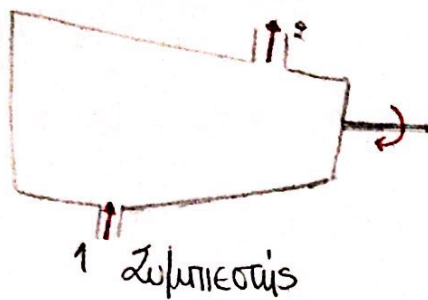
Ερώτηση 2



$$\begin{aligned} E_{\text{in}} &= E_{\text{out}} \\ \Rightarrow \dot{m} \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} \right) &= \dot{m} \left(h_2 + \frac{V_2^2}{2} \right) \\ \text{Πιν 4-17} \Rightarrow h_1 + \frac{14.500}{2} &= 2h_1 + \frac{136.900}{2} \\ \Rightarrow h_1 + 7250 &= 2h_1 + 68450 \\ \Rightarrow h_1 &= -61250 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 &= 300 + 335 = 635 \text{ m/s} \\ V_2 &= 120 \text{ m/s} \\ g h_1 &= h_2 \\ \text{Λογισμο Μορφ} \\ \rho_2 A_2 V_2 &= \rho_1 A_1 V_1 \\ \Rightarrow \frac{1}{\rho_2} A_2 V_2 &= \frac{1}{\rho_1} A_1 V_1 \end{aligned}$$

Ερώτηση 3



$$P_1 = 10 \text{ MPa}$$

$$T = 400^\circ\text{C}$$

$$E_1 = m h_1$$

$$E_2 = m h_2$$

$$P_2 = 20 \text{ kPa}$$

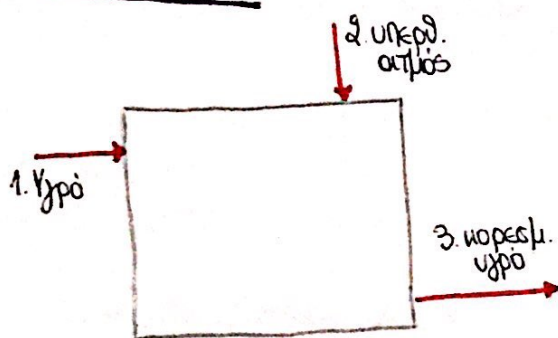
$$x_2 = 0.5 + 0.004 \cdot A_1$$

$$= 0.19$$

$$h_2 = h_g + x_2 (h_g - h_f)$$

$$\Delta E = E_2 - E_1 = W = m(h_2 - h_1)$$

Ερώτηση 4



Είσοδος 1: συμπιεσμένο υγρό νερό
 Είσοδος 2: υπερθέρμος υδρατμός
 Εξόδος 3: συμπιεσμένο υγρό νερό
 - Στάθμη Πίεση -

$$P_2 = 300 \text{ kPa}$$

$$h_1 \approx h_{\text{sat}, 20^\circ\text{C}} = 84 \text{ kJ/kg}$$

$$h_3 \approx h_{\text{sat}, 80^\circ\text{C}} = 251 \text{ kJ/kg}$$

$$T_2 = 200 + A_1 = 235^\circ\text{C}$$

0

$$Q \approx 0$$

$$W = 0$$

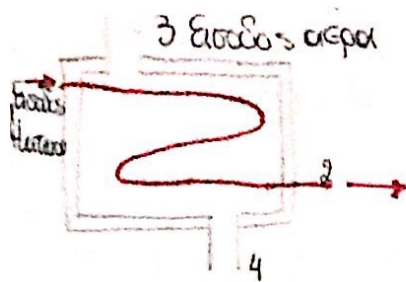
$$\Delta E_k \approx 0$$

$$\Delta E_p \approx 0$$

$$E_{\text{in}} = E_{\text{out}}$$

$$m_1 h_1 + m_2 h_2 = (m_1 + m_2) h_3$$

Ερώτηση 5



Λογικά:

$$1. \dot{m}_R = 1 + 0.01 \cdot A_1 = 1.35 \text{ kg/min}$$

$$P_1 = 1.5 \text{ bar}$$

$$x_1 = 0.3$$

$$2. x = 1$$

$$P_2 = 1.5 \text{ bar}$$

$$3. \dot{m}_{air} = 60 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$P_3 = 1 \text{ bar}$$

$$T_3 = 30^\circ\text{C}$$

$$4. P_4 = P_3$$

$$\Delta H_R = \Delta H_{air} = Q$$

$$\circ Q = \dot{m}_R (h_{2R} - h_{1R}) = \dot{m}_{air} (h_{4air} - h_{3air})$$

$$\circ (1) \text{ κορεσμένο} \rightarrow h_{1R} = h_f @ P_1 + x_1 (h_g - h_f)$$

$$\circ (2) x = 1 \Rightarrow h_{2R} = h_g \Rightarrow Q$$

$$\circ (3) \dot{m}_{air} = \frac{V_{air}}{v_3} \quad (\text{π A-17 για } T_3 = 30^\circ\text{C})$$

$$+ Q$$

Ερώτηση 6

(a) Η ατμόσφαιρα - αέρας

(β) το νερό της διαδικασίας (υδρόψυξη μηχανή)

Ερώτηση 7

$$W = 95 [\text{hp}] \cdot 0.745 [\text{kW/hp}] = 71.63 \text{ kW}$$

$$h = \frac{W}{\dot{Q}_{in}} \Rightarrow \dot{Q}_{in} = m = \frac{\dot{Q}_{in}}{\dot{Q}_{in} \leftarrow \text{απόφραξη διαφάνειας}}$$

Ερώτηση 8

Μέγιστη Απόδοση: Αντιστρεπτή Διαεργασία Carnot

$$COP_{\text{αχλιαθ}} = \frac{1}{1 - \frac{T_L}{T_H}}, \text{ όπου } T_H = 299 \text{ K}$$

$$(α) 273 + A_1/5 = 273 + 7 = 280 \text{ K} = T_L$$

$$\text{αρα } COP = \frac{1}{1 - \frac{280}{299}} =$$

$$(β) 273 - A_1/5 = 266 \text{ K} = T_L$$

$$\text{αρα } COP = \frac{1}{1 - \frac{266}{299}} =$$

Ερώτηση 9

• Η θερμότητα δαπάνη του πετρελαίου είναι 42000 kJ/kg και χρειάζονται 1000 L το έτος.

• Η τιμή του είναι 1 €/L , ενώ το κόστος ηλεκτρισμού 0.18 €/kWh

• Έργο θέρμανσης: $W = 1000 \times 0.64 \times 42000 \times 0.89 = 23900 \text{ MJ/year}$

• Απλός θέρμανσης: $W = COP \times W_{\text{electr.}}$

• Κόστος Ηλεκτρισμού: $\frac{W}{COP \times 3600} \times 0.18 = 48-130 \text{ [€/year]}$

Ερώτηση 10

Ανεξέτητα Clausius: $\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$

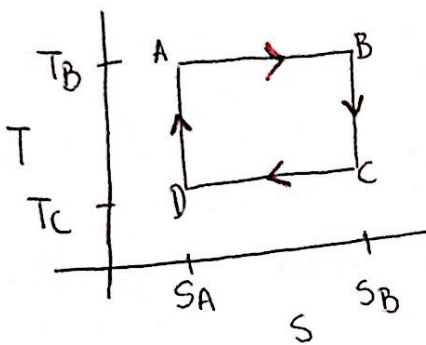
Η απόδειξη βασίζεται στο 2ο αξίωμα του Carnot και στον ορισμό της κλίμακας Kelvin ως θερμοδυναμική κλίμακα θερμοκρασιών. Αν δεν εκφραστεί σε Kelvin: $\left(\frac{Q_H}{Q_C}\right) \neq \frac{T_H}{T_C}$

ω το $\frac{\delta Q}{T}$ δεν έχει νόημα.

Ερώτηση 11

Θα αυξηθεί γιατί θα χάσει θερμότητα. Η εντροπία της πατατας μειώνεται κατά $-\Delta S = \frac{-Q}{T_1}$, αλλά η εντροπία του περιβάλλοντος αυξάνεται κατά $\frac{Q}{T_2} > \frac{Q}{T_1}$ (αφού $T_2 < T_1$). Η διαφορά είναι η παραγόμενη εντροπία S_{gen} .

Ερώτηση 12



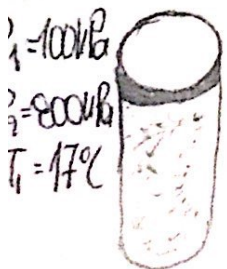
← κύκλος Carnot

(α) Αντιστρέφω $\Rightarrow \Delta S_H = -\frac{Q}{T_H} = -\frac{900}{400} = -\frac{9}{4}$

(β) Αντιστρέφω, ισοθερμοκρασίω: $\Delta S_{gen} = -\frac{Q}{T_H} + \frac{Q}{T_H} = 0$

Ερώτηση 15

Αντιστρεψι Αδιαβατική Σύμπτυξη



Κατάσταση 1: $P_1 \xrightarrow{\text{Πιν A-1T}} P_2$ $\eta = 290.16 \text{ kJ/kg}$
 $P_{r1} = 1.2311$

Κατάσταση 2: $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{r2}}{P_{r1}} \Rightarrow \frac{800}{100} = \frac{P_{r2}}{1.2311} \Rightarrow P_{r2} = 9.8488$

Ερώτηση 17

Το αέριο He είναι πολύ κοντά στις τιμές των ιδανικών αερίων, οπότε το θεωρούμε ιδανικό αέριο

(α) για ισοτροπική

$$M=4.003 \quad R=2.0769 \quad C_p=5.1926 \quad C_v=3.1156$$

Από
πίνακα
A-2

α' παραδοχή

Από πίνακες (ιδανικό αέριο): $T_1 \Rightarrow v_1, h_1, p_{r1}$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{p_{2r}}{p_{1r}} \Rightarrow p_{2r} \Rightarrow T_2, h_2 \Rightarrow W = m(h_2 - h_1) = \frac{V}{v_1} (h_2 - h_1)$$

Όμως, δεν έχουμε τον κατάλληλο πίνακα

β' παραδοχή: αν σταθερά C_p, C_v

κ-από A-2

$$W = \frac{V}{v_1} \cdot \frac{k R T_1}{k-1} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(k-1)/k} - 1 \right]$$

(β) για πολυτροπική ($n=1.2$)

$$W = \frac{V}{v_1} \cdot \frac{n R T_1}{n-1} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{(n-1)/n} - 1 \right]$$

(γ) ισοθερμική

$$W = \frac{V}{v_1} R T \ln \frac{p_2}{p_1}$$

Ερώτηση 18

Ισοτροπική Απόδοση Συμπιεστή: $\eta_p = \frac{w_s}{w_a} = \frac{u(P_{2s} - P_1)}{h_{2a} - h_1}$

Κατάσταση 1: $P_1 = 6 \text{ MPa}$, $T_1 = 600^\circ\text{C}$ $\Rightarrow$ υπέρθερμος ατμός $\xrightarrow[\text{Βρίσκω}]{\text{από πίνακα}}$ h_1, s_1, u_1

Κατάσταση 2: $T_2 = 100^\circ\text{C}$, $P_2 = 50 \text{ kPa}$ $\Rightarrow$ h_{2a} : μη ισοτροπική ενθαλπία προφίλες

Λογύει:

$$m \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} \right) = W + m \left(h_{2a} + \frac{V_2^2}{2} \right) \text{ κι βρίσκουμε } m$$

Ερώτηση 19

Βεβαιώσε Ισοτροπική

Κατάσταση 1: $T_1 \xrightarrow[\text{Πίνακα}]{\text{από πίνακα}}$ h_1, P_{r1}

Κατάσταση 2: $\frac{P_2}{P_1} = \frac{P_{r1}}{P_{r2}} \Rightarrow P_{r2} \Rightarrow T_2, h_{2s}$

$$P_1 = 260 \text{ kPa}$$

$$P_2 = 85 \text{ kPa}$$

$$T_1 = 747^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 80 \text{ m/s}$$

απόδοση 92%

$$\text{Ισοζύγιο Ενέργειας: } m \left(h_1 + \frac{V_1^2}{2} \right) = m \left(h_{2s} + \frac{V_{2s}^2}{2} \right) \Rightarrow V_{2s} = \sqrt{V_1^2 + 2(h_1 - h_{2s})}$$

$$\eta_s = \frac{V_{2a}^2}{V_{2s}^2} \Rightarrow V_{2a} = \sqrt{\eta_s} V_{2s}$$

Ερώτηση 20

$$C_{p,p} = 2.2 \text{ kJ/kg}$$

$$T_1 = 150^\circ\text{C} \text{ } \left. \begin{array}{l} \text{για πετρέλαιο} \\ T_2 = 40^\circ\text{C} \end{array} \right\}$$

$$C_{p,w} = 4.184 \text{ kJ/kg}$$

$$T_3 = 22^\circ\text{C}$$

α) Για νερό: $Q_w = m_w C_{p,w} (T_4 - T_3)$

Για πετρέλαιο: $Q = m_p C_{p,p} (T_2 - T_1)$

β) $S_{gen} = \Delta S_{tot} = \Delta S_{in} = m_w \Delta S_w + m_p \Delta S_p$