



ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
Περιβαλλοντική Θερμοδυναμική

Βαθμός

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ: Παρασκευή Παναγιωτοπούλου

2^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Προθεσμία υποβολής: 14:00, Πέμπτη 14 Απριλίου, 2022

Ονοματεπώνυμο:	Δετοράκης Γιώργος
Αριθμόςμητρώου:	2016050030

Απαντήστε τις ερωτήσεις χειρόγραφα στο χώρο που σας δίδεται ή στην πίσω πλευρά της κάθε σελίδας. Ψάξτε στο βιβλίο και στο e-Class[MHPER257] για δεδομένα που πιθανόν να λείπουν από τις ερωτήσεις. Προσοχή στις (σωστές) μονάδες. Όλες οι ερωτήσεις είναι ισοδύναμες, με 10 μονάδες για τη σωστή απάντηση, ενώ μη πλήρεις απαντήσεις θα παίρνουν ανάλογα λιγότερες μονάδες. **Παρακαλώ να «ανεβάσετε» σκαναρισμένες τις απαντήσεις σας σε ένα μόνο pdf στο Eclass μέχρι την ώρα που λήγει η προθεσμία υποβολής. Εκπρόθεσμες υποβολές δεν μπορούν να γίνουν δεκτές.** Η βαθμολογία των ασκήσεων θα συνεισφέρει στον τελικό βαθμό του μαθήματος μόνο θετικά με 10%. Η παράμετρος «A1» στις ασκήσεις αντιστοιχεί στο **άθροισμα που δίνουν τα δύο τελευταία ψηφία του αριθμού μητρώου σας**, όπως καταγράφεται στην πρώτη σελίδα, και πρέπει να αντικατασταθεί από αυτόν. Π.χ. αν AM=2013050009 τότε A1=9, αν AM=20130500155 τότε A1=10 και αν AM=20130500098 τότε A1=17.

A1=	3
-----	---

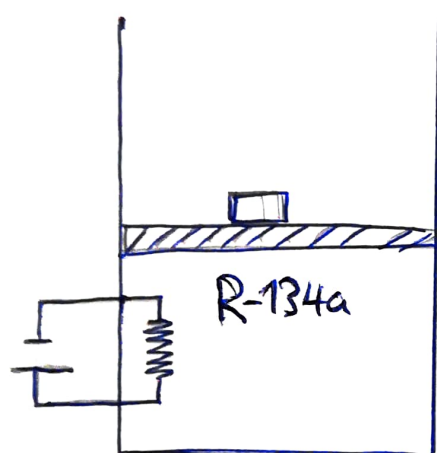
ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΤΕ τους ΠΙΝΑΚΕΣ στο ECLASS και όχι αυτούς του βιβλίου.

Μην ξεχάσετε να γράψετε το όνομα, το επώνυμο, τον αριθμό μητρώου σας. Αναφέρετε σαφώς όλες τις παραδοχές σας. Προσοχή στις σωστές μονάδες!

Μία μάζα $[12+0.1 \cdot A1]$ kg κορεσμένου ατμού ψυκτικού R-134a περιέχεται εντός μιας διάταξης εμβόλου-κυλίνδρου σε πίεση 240 kPa. Στο ψυκτικό μεταφέρονται $[300+A1]$ kJ θερμότητας υπό σταθερή πίεση, ενώ ταυτόχρονα μία πηγή τάσης 110 V τροφοδοτεί με ρεύμα μια αντίσταση εντός του κυλίνδρου για 6 min. (α) Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση, αν η τελική θερμοκρασία είναι 70 °C. (β) Να σχεδιάσετε τη διεργασία σε ένα διάγραμμα T-v σε σχέση με τις καμπύλες κορεσμού.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η μάζα του ψυκτικού	$[12+0.1 \cdot A1]$ kg = 12,3 kg
▪ Η μεταφερόμενη θερμότητα	$[300+A1]$ kJ = 303 kJ



a) $P_1 = 240 \text{ kPa}$ } TPA12
 κορεσμένος
 ατμός } $\rightarrow v_{g@0,24 \text{ MPa}} = 0,0834 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$
 $T_1 = -5,37^\circ \text{C}$

$$V_1 = \frac{v_{g@0,24 \text{ MPa}} \cdot m}{\cancel{\text{kg}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_1 = 0,0834 \cdot 12,3 \text{ m}^3 = 1,0258 \text{ m}^3$$

$$\Delta H = Q_{in} - W_{hx} - W_b \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(h_2 - h_1) = Q_{in} - V \cdot I \cdot (t_2 - t_1) - P(V_2 - V_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{m(h_2 - h_1) - Q_{in} + P \cdot (V_2 - V_1)}{V \cdot t_2} \quad (1)$$

ΤΕΛ. κατάστ.

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = P_1 = 0,24 \text{ MPa} \\ T_2 = 70^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑ11}} P_{\text{sat}@70^\circ\text{C}} = 3,11620 \text{ MPa} > P_2$$

Άρα έχω υπερθέρμο ατμό

- Από ΠΑ13:

$$h_2 = h_{@70^\circ\text{C}, 0,24 \text{ MPa}} = 313,49 \text{ kJ/kg} \quad V = 0,11307 \text{ m}^3/\text{kg}$$

~~h₁~~ Όμοιος από ΠΑ12:

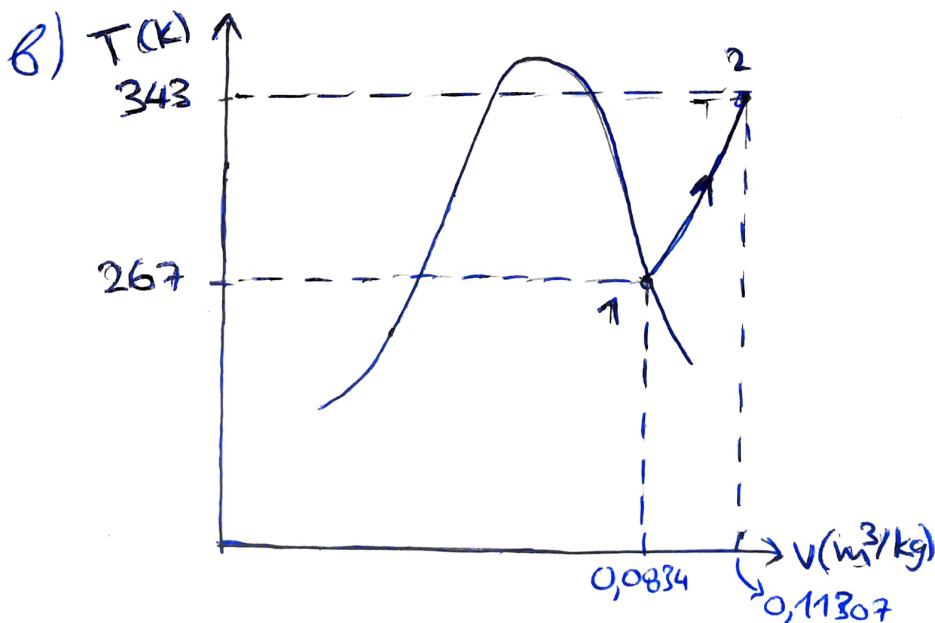
$$h_1 = h_{@0,24 \text{ MPa}} = 244,09 \text{ kJ/kg}$$

$$V_2 = \frac{V \cdot m}{P} = 0,11307 \cdot 12,3 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 1,3907 \text{ m}^3$$

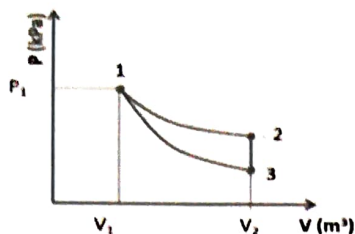
$$\textcircled{1} \Rightarrow I = \frac{12,3 \text{ kg} (313,49 - 244,09) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} - 303 \text{ kJ} + 240 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 (1,3907 - 0,026)}{110.360 \text{ V} \cdot \text{s}}$$

$$\Rightarrow I = \frac{(12,3 \cdot 69,4 - 303 + 240 \cdot 0,3649) \frac{\text{kJ}}{\text{V} \cdot \text{s}}}{39600} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = 0,0161 \cdot 1000 \frac{\text{J} \cdot \text{C}}{\text{J} \cdot \text{s}} = 16,1 \text{ A}$$



Θεωρούμε ως σύστημα ένα ιδανικό αέριο που περιέχεται σε μια κατακόρυφη διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου. Το αέριο είχε αρχικά πίεση $[150+5 \cdot A1]$ kPa και όγκο $[0.20+0.10 \cdot A1]$ m³. Το αέριο



υφίσταται κυκλική διεργασία 1-2-3-1 που φαίνεται στο σχήμα. Κάθε επιμέρους διεργασία είναι αντιστρεπτή: Η 1→2 είναι ισόθερμη εκτόνωση, η 2→3 ισόχωρη ψύξη και η 3→1 αδιαβατική συμπίεση. Κατά τη διάρκεια ενός κύκλου το αέριο ανταλλάσσει με το περιβάλλον $Q=150$ kJ. Να υπολογιστούν (α) το ποσό θερμότητας που αντάλαξε το αέριο με το περιβάλλον κατά την ισόθερμη διεργασία 1→2, (β) το έργο

κατά την αδιαβατική διεργασία 3→1 και (γ) η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου κατά την ισόχωρη διεργασία 2→3.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η αρχική πίεση του αερίου	$P_1=[150+5 \cdot A1]$ kPa= 165 kPa
▪ Ο αρχικός όγκος του αερίου	$V_1=[0.20+0.10 \cdot A1]$ m ³ = $0,5$ m ³
▪ Ο μέγιστος όγκος του αερίου	$V_2=V_3=[0.80+0.10 \cdot A1]$ m ³ = $1,1$ m ³

$$a) \Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_v \cdot \Delta T \xrightarrow{T=\text{σταθ.}} \Delta U = C_v \cdot 0 = 0$$

$$\Delta U_{1 \rightarrow 2} = Q_{1 \rightarrow 2} - W_{1 \rightarrow 2} \Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2} = W_{1 \rightarrow 2} = W_b \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2} = W_b = \int_1^2 P \cdot dV = \int_1^2 \frac{C}{V} dV \Rightarrow \quad , \quad P = \frac{m \cdot R \cdot T_2}{V} = \frac{C}{V}$$

$C = \text{σταθ.}$

$$\Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2} = C \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \Rightarrow \textcircled{1}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_1 \cdot V_1 = m \cdot R \cdot T_1 \\ P_2 \cdot V_2 = m \cdot R \cdot T_2 \end{array} \right\} P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\textcircled{a} \Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2} = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = 165 \cdot 0,5 \ln\left(\frac{11}{9,5}\right) \text{ kJ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{1 \rightarrow 2} = 65,048 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{b} \quad \cancel{\Delta U_{\text{net}}}^0 = Q_{\text{net}} - W_{\text{net}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{\text{net}} = W_{\text{net}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{\text{net}} = W_{1 \rightarrow 2} + \cancel{W_{2 \rightarrow 3}}^0 + W_{3 \rightarrow 1} \Rightarrow Q_{\text{net}} = W_{1 \rightarrow 2} + W_{3 \rightarrow 1}$$

$$\Rightarrow W_{3 \rightarrow 1} = Q_{\text{net}} - W_{1 \rightarrow 2} = (150 - 65,048) \text{ kJ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{3 \rightarrow 1} = 84,952 \text{ kJ}$$

$$\gamma) \quad Q_{\text{net}} = Q_{1 \rightarrow 2} + Q_{2 \rightarrow 3} + \cancel{Q_{3 \rightarrow 1}}^0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{2 \rightarrow 3} = Q_{\text{net}} - Q_{1 \rightarrow 2} = (150 - 65,048) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{2 \rightarrow 3} = 84,952 \text{ kJ}$$

$$\Delta U_{2 \rightarrow 3} = Q_{2 \rightarrow 3} - \cancel{W_{2 \rightarrow 3}}^0 \Rightarrow \Delta U_{2 \rightarrow 3} = Q_{2 \rightarrow 3}$$

$$\Rightarrow \Delta U_{2 \rightarrow 3} = 84,952 \text{ kJ}$$

Μία διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου περιέχει αέριο ήλιο (He), αρχικά σε πίεση $[100+A1]$ kPa, θερμοκρασία 10°C και όγκο 0.2 m^3 . Τώρα το He συμπιέζεται μέσω μιας πολυτροπικής διεργασίας ($PV^n = \text{σταθ.}$) σε πίεση 700 kPa και θερμοκρασία $[290+A1]^\circ\text{C}$. Να υπολογίσετε (α) τη μάζα και τον τελικό όγκο του He και (β) την απώλεια ή την απολαβή θερμότητας κατά τη διάρκεια της διεργασίας.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η αρχική πίεση	$[100+A1]\text{ kPa} = 103\text{ kPa}$
▪ Η τελική θερμοκρασία	$[290+A1]^\circ\text{C} = 293^\circ\text{C}$

α)

$$\left. \begin{aligned} P_1 \cdot V_1^n &= C \\ P_2 \cdot V_2^n &= C \end{aligned} \right\} P_1 \cdot V_1^n = P_2 \cdot V_2^n \Rightarrow$$

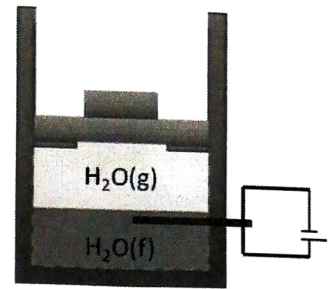
$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^n$$

Θεωρώ ότι το He στην αρχική κατάσταση συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο:

$$P_1 \cdot V_1 = m \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow m = \frac{P_1 \cdot V_1}{R \cdot T_1} = \frac{103 \cdot 0,2\text{ kJ}}{2,0771 \cdot 283\text{ K}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = 28,53\text{ kg}$$

Μια διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου αρχικού όγκου 5 L περιέχει 0.5 kg νερού στους 105°C. Το έμβολο εμβαδού 0.01 m² μαζί με το βάρος έχει μάζα [30+A1] kg και ισορροπεί πάνω σε ανασχετήρες όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η ατμοσφαιρική πίεση είναι 100 kPa και η επιτάχυνση της βαρύτητας 10 m/s². Ηλεκτρικό ρεύμα 8 A από μια πηγή [20+A1] V διαρρέει ηλεκτρική αντίσταση εντός του κυλίνδρου που θερμαίνει το νερό.



- (α) Πόση ώρα πρέπει να λειτουργεί η αντίσταση για να αρχίσει να μετακινείται προς τα πάνω το έμβολο;
 (β) Τι ποσοστό όγκου του νερού είναι ατμός, τη στιγμή που αρχίζει να μετακινείται προς τα επάνω το έμβολο;
 (γ) Να σχεδιαστεί η διεργασία σε T-v διάγραμμα ως προς τις καμπύλες κορεσμού.

Να συμπληρωθούν για το A1=... σας:

▪ Η μάζα εμβόλου και βάρους	[30+A1] kg = 33 kg
▪ Η τάση της πηγής	[20+A1] V = 23 V

a) ~~$W_{ηλ} = W_{εμβ} + W_{ατμ} \Rightarrow W_{ηλ}$~~

~~$\Rightarrow W_{ηλ} = F \cdot \Delta x$~~ Η συνολική πίεση που ασκείται στο σύστημα είναι:

$$P_{ολ} = P_{εμβ} + P_{ατμ} = \frac{F}{A} + 100 \text{ kPa} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{ολ} = \frac{M \cdot g}{0.01 \text{ m}^2} + 100 \text{ kPa} = \frac{330 \text{ N}}{0.01 \text{ m}^2} + 100 \text{ kPa} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{ολ} = 33000 \text{ Pa} + 100 \text{ kPa} \Rightarrow P_{ολ} = 133 \text{ kPa}$$

Η αντίσταση πρέπει να λειτουργεί τόση ώρα έτσι ώστε το έργο ~~(θερμότητας)~~ της ηλεκτρικής αντίστασης να είναι ίσο με το έργο $P \cdot dt$:

$$W_n = W_b \Rightarrow \int_0^{t_2} V \cdot I \cdot dt = P_1 V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V \cdot I \cdot t_2 = P_1 \cdot V_1 \Rightarrow$$

$$P_1 = P_a \Rightarrow t_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{V \cdot I} = \frac{0,665 \text{ kJ}}{23,8 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{J}}{\text{kJ}}} \Rightarrow$$

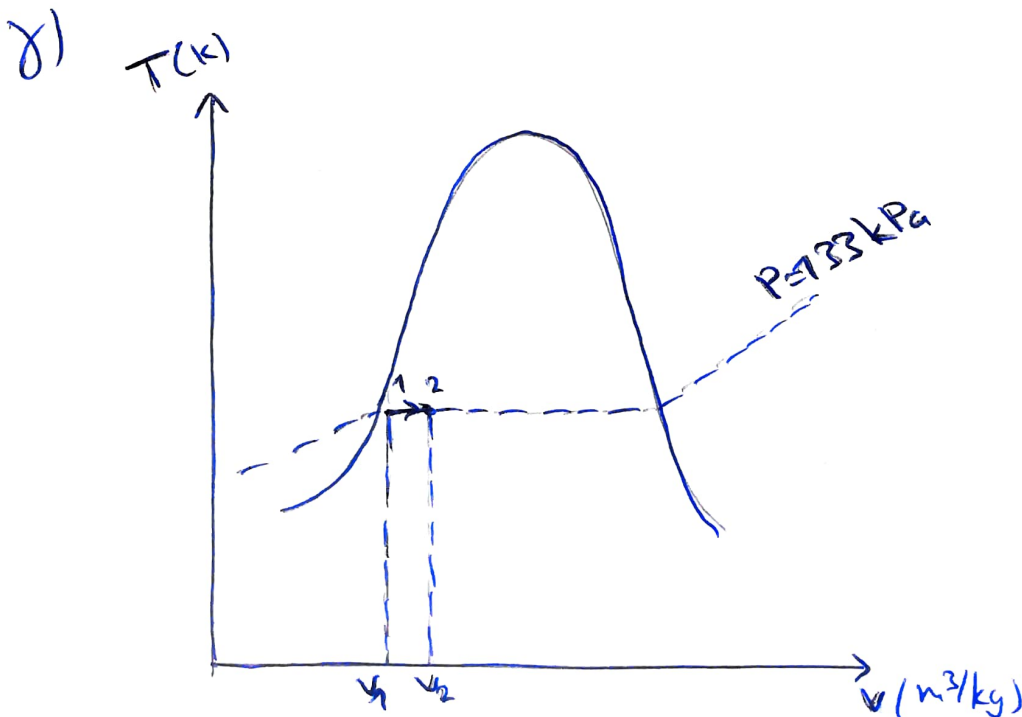
$$\Rightarrow t_2 = \frac{0,665 \text{ kJ}}{0,184 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} = 3,6 \text{ sec}$$

$$b) \nabla v_1 = \frac{V_1}{m} = \frac{0,005}{0,5} = 0,01 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 105^\circ\text{C} \\ v_1 = 0,01 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{H4}} v_{f@105^\circ\text{C}} = 0,001048 < v_1 < v_{g@105^\circ\text{C}} = 1,4194 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

'Ara Exo higher upper arrow

$$X = \frac{v_1 - v_f}{v_g - v_f} = \frac{0,01 - 0,001048}{1,4194 - 0,001048} = 0,63 \%$$



Σε μία διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου περιέχονται 0.6 m^3 αζώτου σε θερμοκρασία 700°C και πίεση $[500+A1] \text{ kPa}$. Το άζωτο υφίσταται μια ισόθερμη διεργασία κατά την οποία η πίεση του μειώνεται στα $[250-A1] \text{ kPa}$. Στη συνέχεια το έμβολο ακινητοποιείται χωρίς να μπορεί να μετακινηθεί περαιτέρω ενώ λαμβάνει χώρα μια διεργασία μεταφοράς θερμότητας, μέχρι η θερμοκρασία του αζώτου να φθάσει τους 50°C .

(α) Να προσδιορίσετε το συνολικό ποσό της μεταφερόμενης θερμότητας και την κατεύθυνσή της για τις συνδυασμένες διεργασίες.

(β) Να σχεδιάσετε το διάγραμμα P-V των συνδυασμένων διεργασιών.

Να θεωρήσετε ότι το άζωτο συμπεριφέρεται σαν ιδανικό αέριο με σταθερές ειδικές θερμότητες.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η αρχική πίεση του αζώτου	$[500+A1] \text{ kPa} = 503 \text{ kPa}$
▪ Η τελική πίεση του αζώτου	$[250-A1] \text{ kPa} = 247 \text{ kPa}$

$$a) \Delta U_{\text{net}} = Q_{\text{net}} - W_{\text{net}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U_{1 \rightarrow 2}^0 + \Delta U_{2 \rightarrow 3} = \cancel{\Delta U} Q_{\text{net}} - W_{1 \rightarrow 2} - \cancel{W_{2 \rightarrow 3}}^0 \Rightarrow$$

Επειδή η $1 \rightarrow 2$ είναι ισόθερμη $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0$

Η $2 \rightarrow 3$ διεργασία είναι ισόχωρη οπότε $W_{2 \rightarrow 3} = 0$

$$\Rightarrow \Delta U_{2 \rightarrow 3} = Q_{\text{net}} - W_{1 \rightarrow 2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{\text{net}} = \Delta U_{2 \rightarrow 3} + W_{1 \rightarrow 2} \quad (1)$$

Από ΠΑ1 ~~και κρίσιμης~~ η T_{cr} και P_{cr} είναι:

$$T_{\text{cr}} = 126,2 \text{ K} < T_1 = 973 \text{ K}$$

$$P_{\text{cr}} = 3,39 \text{ MPa} > P = 503 \cdot 10^{-3} \text{ MPa}$$

Ότιότε το αέριο ~~(εξαρτάται από την κατάσταση)~~ μπορεί να θεωρηθεί ως ιδανικό αέριο.

Ισχύει ότι:

$$P_1 V_1 = m \cdot R \cdot T_1 \Rightarrow m = \left(\frac{R \cdot T_1}{P_1 \cdot V_1} \right)^{-1}$$

ΠΑ2α

$$\Rightarrow m = \left(\frac{0,2968 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 973 \text{ K}}{503 \cdot 0,6 \text{ m}^3} \right)^{-1} = 1,045 \text{ kg}$$

1→2 ισοθερμ $\rightarrow P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow V_2 = \frac{P_1 \cdot V_1}{P_2} = \frac{503 \cdot 0,6}{247} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = 1,22 \text{ m}^3$$

~~W~~ $P \cdot V = m \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot V = C \Rightarrow P = \frac{C}{V}$

$$W_b = \int_1^2 P \cdot dV = \int_1^2 \frac{C}{V} dV = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{1 \rightarrow 2} = 503 \cdot 0,6 \cdot \ln\left(\frac{1,22}{0,6}\right) = 214,18 \text{ kJ}$$

$$\Delta u_{2 \rightarrow 3} = C_v (T_3 - T_2) \neq \underline{1,4108 \text{ kJ}} \quad (2)$$

ΠΑ2β

$T = 900 \text{ K}$	$C_v = 1,145 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$
$T = 973 \text{ K}$	$C_v = ?$
$T = 1000 \text{ K}$	$C_v = 1,162 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$

→
Συνέχεια

Συνέχεια

Με εφαρμογή γραμμικής παρεμβολής υπολογίζεται η C_v :

$$C_v \xrightarrow{C_{v@973}} \quad C_{v@973} - C_{v@900}$$

$$\frac{C_{v@973} - 1,145}{973 - 900} = \frac{1,167 - C_{v@973}}{1000 - 973} \Rightarrow C_{v@973} = 1,161 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

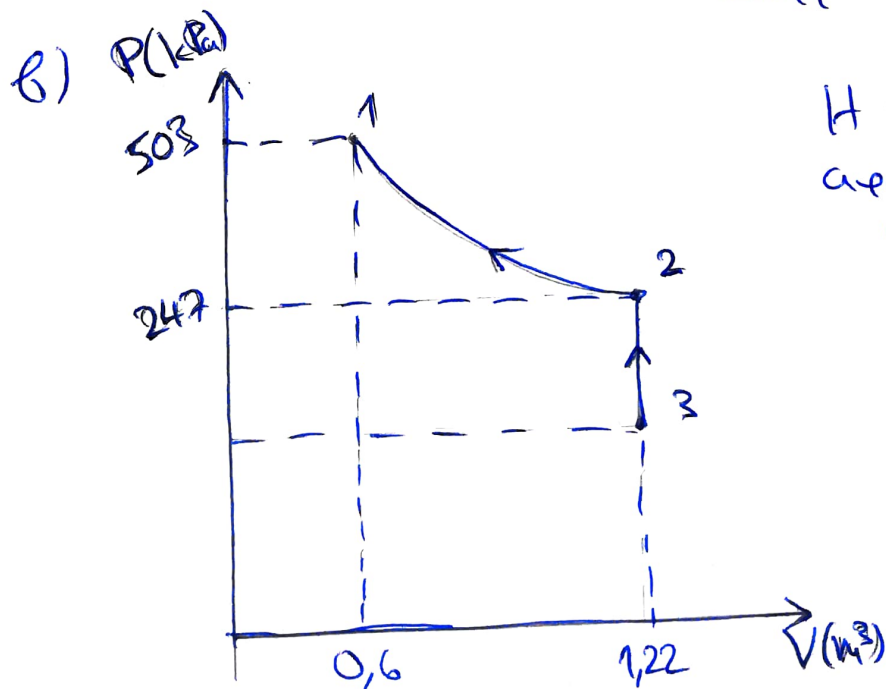
$$\textcircled{2} \Rightarrow \Delta u_{2 \rightarrow 3} = 1,161 \cdot (923 - 973) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta w_{2 \rightarrow 3} = -754,65 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta U_{2 \rightarrow 3} = -788,60 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow Q_{\text{net}} = \Delta U_{2 \rightarrow 3} + w_{1 \rightarrow 2} = (-788,60 + 214,18) \text{ kJ} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{\text{net}} = -574,43 \text{ kJ} \quad \text{Το αρνητικό πρόσημο δηλώνει ότι το σύστημα αποβάλλει θερμότητα.}$$



Η φορά είναι αεκαρτίστη, αφού αποβάλλεται θερμότητα από το σύστημα.

Ρεύμα ψυκτικού R134-a εισέρχεται σε έναν διαχύτη με σταθεροποιημένη ροή ως κορεσμένος ατμός με πίεση 600 kPa και ταχύτητα $[160+A1]$ m/s και εξέρχεται από αυτόν με πίεση 700 kPa και θερμοκρασία 40 °C. Το ψυκτικό απορροφά θερμότητα με ρυθμό $[2+0.01 \cdot A1]$ kJ/s καθώς διέρχεται διαμέσου του διαχύτη. Αν η διατομή εξόδου είναι κατά 80% μεγαλύτερη από την διατομή εισόδου, να υπολογίσετε (α) την ταχύτητα εξόδου και (β) την παροχή μάζας του ψυκτικού.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η ταχύτητα στην είσοδο του διαχύτη	$[160+A1]$ m/s = 163 m/s
▪ Ο ρυθμός απορρόφησης θερμότητας	$[2+0.01]$ kJ/s = 2,03 kJ/s

$$a) \dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} \Rightarrow \frac{dm_{cv}}{dt} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1 = \rho_2 \cdot v_2 \cdot A_2 \Rightarrow$$

$$A_2 = 1,8 A_1$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{\rho_1 \cdot v_1 \cdot A_1}{\rho_2 \cdot 1,8 A_1} = \frac{\rho_1 \cdot v_1}{\rho_2 \cdot 1,8} \quad (1)$$

Κατάσταση στην είσοδο

$$P_{in} = 0,6 \text{ MPa} \quad \left. \begin{array}{l} \text{κορεσμ. ατμός} \\ \text{ΠΑΡ} \end{array} \right\} \rightarrow v_{in} = v_g @ 0,6 \text{ MPa} = 0,0341 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_{in} = h_g @ 0,6 \text{ MPa} = 259,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\rho_{in} = \rho_1 = \frac{1}{v_{in}} = \frac{1}{0,0341} = 29,326 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

κατάσταση στην είσοδο

$$\left. \begin{array}{l} P_{\text{out}} = P_2 = 0,7 \text{ MPa} \\ T_{\text{out}} = T_2 = 40^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑΡ}} T_{\text{sat}@0,7\text{MPa}} = 26,72^\circ\text{C} < T_2$$

Υπερθερμός ατμός

ΠΑ13

$$\left. \begin{array}{l} T_2 = 40^\circ\text{C} \\ P_2 = 0,7 \text{ MPa} \end{array} \right\} \rightarrow v_{\text{out}} = v_2 = 0,03157 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\rho_2 = \frac{1}{v_2} = 31,676 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$h_2 = h_{@0,7\text{MPa}, 40^\circ\text{C}} = 275,93 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow v_2 = \frac{29,326 \cdot 163 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{31,676 \cdot 1,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{4780,138}{57,0168} = 83,837 \text{ m/s}$$

$$\textcircled{b) } Q_{\text{net}} - W_{\text{net}} = \dot{m} \left(h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + g(z_2 - z_1) \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{m} = \frac{Q_{\text{net}}}{h_2 - h_1 + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}} = \frac{2,03 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{(275,93 - 259,19) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{m} = \frac{2,03 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{16,74 + \frac{[83,837^2 - 163^2]}{1000 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}} \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \dot{m} = 0,29 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Νερό εισέρχεται σε μία αδιαβατική αντλία με 300 kPa και $[10+5 \cdot A1]^{\circ}\text{C}$ με παροχή όγκου $[1.5+0.1 \cdot A1] \text{ m}^3/\text{min}$ και εξέρχεται από αυτήν με πίεση 500 kPa. Η ισχύς που προσλαμβάνει το νερό κατά τη διάρκεια συμπίεσης είναι $[20.0+A1] \text{ kW}$. Να υπολογιστούν

(α) η παροχή μάζας του νερού σε kg/s και

(β) η ειδική ενθαλπία του νερού στην έξοδο.

(γ) Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται, μειώνεται ή παραμένει σταθερή κατά τη διεργασία;

Να συμπληρωθούν για το $A1 = 3$ σας:

▪ Η αρχική θερμοκρασία του νερού	$[10+5 \cdot A1]^{\circ}\text{C} = 25^{\circ}\text{C}$
▪ Η ογκομετρική παροχή του νερού στην είσοδο	$[1.5+0.1 \cdot A1] \text{ m}^3/\text{min} = 1.8 \text{ m}^3/\text{min}$
▪ Η ισχύς της αντλίας	$[20.0+A1] \text{ kW} = 23 \text{ kW}$

$$\dot{V} = 1.8 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} = 0.03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

α) Από ΠΙΑΣ

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 300 \text{ kPa} = 0.3 \text{ MPa} \\ T_1 = 25^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \rightarrow T_{\text{sat}@0.3 \text{ MPa}} = 133.52^{\circ}\text{C} > T_1$$

↓
Συμπιεσμένο υγρό

$$v_1 \approx v_f @ 0.3 \text{ MPa} = 0.001073 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\dot{V} = \dot{m} \cdot v_1 \Rightarrow \dot{m} = \frac{\dot{V}}{v_1} = \frac{0.03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.001073 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{m} = 27.96 \text{ kg/s}$$

$$\beta) -W_{\text{in}} = \dot{m}(h_1 - h_2) \Rightarrow h_2 = \frac{W_{\text{in}}}{\dot{m}} + h_1 \quad \textcircled{1}$$

Από ΠΙΑΣ

$$h_1 \approx h_f @ 0.3 \text{ MPa} = 561.74 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow h_2 = \frac{23 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{27,96 \frac{\text{kg}}{\text{s}}} + 561,24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_2 = 562,24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\gamma) \left. \begin{array}{l} P_2 = 500 \text{ kPa} \\ h_2 = 562,24 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array} \right\} \text{πΑΣ} \rightarrow h_{f@0,5 \text{ MPa}} = 640,23 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} > h_2$$

Συμπιεσμένο υγρό

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι
η θερμοκρασία του νερού θα αυξηθεί
ελάχιστα αλλά απερίτητα. ~~δε σχέση~~ υ

Αέρας ρέει με σταθερή παροχή διαμέσου ενός αδιαβατικού στροβίλου. Στη είσοδο του στροβίλου, η πίεση είναι $[1+A1]$ MPa, η θερμοκρασία είναι 480°C και η ταχύτητα 105 m/s , ενώ στην έξοδο του στροβίλου, η πίεση είναι 140 kPa , η θερμοκρασία είναι $[150+A1]^\circ\text{C}$ και η ταχύτητα 210 m/s . Αν η διατομή στην είσοδο του στροβίλου είναι 92 cm^2 , να υπολογίσετε:

(α) Την παροχή μάζας του αέρα

(β) Την ισχύ που παράγεται από το στρόβιλο

Να θεωρήσετε ότι ο αέρας συμπεριφέρεται σαν ιδανικό αέριο με σταθερές ειδικές θερμότητες.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η πίεση στην είσοδο του στροβίλου	$[1+A1]\text{ MPa} = 4\text{ MPa}$
▪ Η θερμοκρασία στην έξοδο του στροβίλου	$[150+A1]^\circ\text{C} = 153^\circ\text{C}$

α) ΠΑ17

$T(\text{K})$	V_r
750	57,63
753	x
760	55,54

Εφαρμόζεται γραμμική
παραβολή

$$\frac{x - 57,63}{753 - 750} = \frac{55,54 - x}{760 - 753} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 10x = 57,63 \cdot 7 + 55,54 \cdot 3$$

$$\Rightarrow V_{r@753\text{K}} = 57,003$$

$$V_r = \frac{v}{v_{cr}} \quad (1)$$

Απ' ΠΑ1

$$v_{cr} = \frac{0,0883}{28,97} = 0,003047 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

" "
 $M_{r_{Air}}$

$$\textcircled{1} \quad v = V_r \cdot V_{cr} = 57,003 \cdot 0,03047 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v = 1,737 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$\dot{m} = \rho \cdot \dot{V} = \frac{v_1 \cdot A}{v} = \frac{105 \cdot 92 \cdot 10^{-4}}{1,737} = 0,56 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\textcircled{6} \quad \dot{W}_{out} = \dot{m}(h_1 - h_2) \quad \textcircled{2}$$

$$\Delta h = c_p (T_2 - T_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_2 - h_1 = c_p (T_2 - T_1)$$

$$\Rightarrow h_1 - h_2 = c_p (T_1 - T_2) \quad \textcircled{3}$$

Αντικαθιστώντας την $\textcircled{3}$ στην $\textcircled{2}$ έχω:

$$\dot{W}_{out} = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_1 - T_2) \quad \textcircled{4}$$

Από **ΤΙΑ28** εφαρμόζω γραμμική παρεμβολή για να υπολογιστώ του c_p

$T(\text{K})$	$c_p (\text{kJ/kg}\cdot\text{K})$
420	421,26
426	
430	

$T(\text{K})$	$c_p (\text{kJ/kg}\cdot\text{K})$
400	1,013
426	x
450	1,020

Συνέχεια
→

Ασκ. 8 β Σφάλματα

Συνίσταται

$$\frac{x - 1,013}{426 - 400} = \frac{1,020 - x}{450 - 426} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 24x - 24 \cdot 1,013 = 26 \cdot 1,020 - 26 \cdot x$$

$$\Rightarrow x = \frac{24 \cdot 1,013 + 26 \cdot 1,020}{50} = 1,01664 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = c_p$$

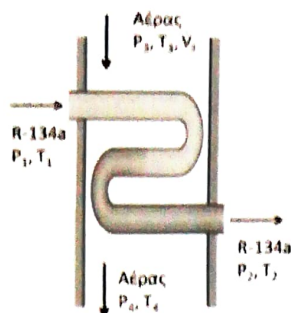
$$\textcircled{4} \Rightarrow \dot{W}_{\text{out}} = 0,56 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \cdot 1,01664 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (753 - 426) \text{K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{out}} = 186,16 \text{ kW}$$

Αντιθέτως γίνεται να εφαρμόσει ο τύπος:

$$\dot{W} = \dot{m} \left(h_1 - h_2 + \frac{U_1^2 - U_2^2}{2000} \right)$$

όπου με γραμμική παρεμβολή από τον ΠΑ17 υπολογίζονται τα h_1 και h_2 .



Ένα ρεύμα ψυκτικού R134a υπό πίεση 600 kPa και θερμοκρασία 90°C και ογκομετρικής παροχής $[60+2 \cdot A1]$ L/s εισέρχεται σε αερόψυκτο συμπυκνωτή και εξέρχεται υπό πίεση 600 kPa και 12°C. Ο αέρας, εισέρχεται στον συμπυκνωτή υπό πίεση 105 kPa και θερμοκρασία 25°C και εξέρχεται υπό πίεση 105 kPa και θερμοκρασία $[62+A1]$ °C. Να υπολογιστούν: (α) ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας από το ψυκτικό στον αέρα, (β) η παροχή μάζας του αέρα και (γ) η ογκομετρική παροχή του ψυκτικού σε L/s στην έξοδο. Να θεωρήσετε ότι ο αέρας συμπεριφέρεται ως ιδανικό αέριο με σταθερές ειδικές θερμότητες

$c_p=1.005 \text{ kJ/(kgK)}$, $c_v=0.718 \text{ kJ/(kgK)}$.

Να συμπληρωθούν για το $A1=...$ σας:

▪ Η ογκομετρική παροχή R134a στην είσοδο	$[60+2 \cdot A1] \text{ L/s} = 66 \text{ L/s}$
▪ Η θερμοκρασία του αέρα στην έξοδο	$[62+A1]^\circ\text{C} = 65^\circ\text{C}$

α) ΟΕ: το ρεύμα ψυκτικού

$$\dot{Q}_{out} = \dot{m}_{R134a} (h_1 - h_2) \quad \textcircled{1}$$

~~ΠΑ12~~ αρχ. κατάσταση από ΠΑ12

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 0,6 \text{ MPa} \\ T_1 = 90^\circ\text{C} \end{array} \right\} T_1 > T_{sat@0,6 \text{ MPa}} \rightarrow \text{Υπερθ. αζήμι}$$

ΠΑ13b

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 0,6 \text{ MPa} \\ T_1 = 90^\circ\text{C} \end{array} \right\} \begin{array}{l} v_1 = v = 0,04631 \text{ m}^3/\text{kg} \\ h_1 = 328,93 \text{ kJ/kg} \end{array}$$

$$\dot{m}_{R134a} = \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{66 \frac{\text{L}}{\text{s}}}{46,31 \frac{\text{L}}{\text{kg}}} = 1,425 \text{ kg/s}$$

2.2.2. κατάρ.

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = P_1 = 0,6 \text{ MPa} \\ T_2 = 12^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑ11}} P_{\text{sat}@12^\circ\text{C}} < P_2 \rightarrow \text{Συμπίεση υγρ}$$

$$h_2 = h_{f@12^\circ\text{C}} + v_{f@12^\circ\text{C}} (P_2 - P_{\text{sat}@12^\circ\text{C}}) =$$
$$= 66,18 + 0,0007171 (0,6 - 0,44294) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_2 \approx 66,18 \text{ kJ/kg}$$

$$\textcircled{1} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{out}} = 1,425 (328,93 - 66,18) = 374,42 \text{ kW}$$

β) ΟΕ: τον αέρα

$$\dot{Q}_3 = \dot{Q}_{\text{in}} = \dot{m}_{\text{air}} (h_4 - h_3) \quad \textcircled{2}$$

Ιδανικό αέριο

$$c_p = 1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} = \text{σταθ.}$$

$$\Delta h = c_p (T_4 - T_3) = 1,005 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} (40 \text{ K}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta h = 40,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Συνέχεια

Συνέχεια Αρκ. 9 (β)

QE: ὁλοκληρωσ ο ενεργειακος

$$\dot{Q}_{net} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_{out} - \dot{Q}_{in} = 0$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_{out} = \dot{Q}_{in} \Rightarrow$$

$$\textcircled{2} \Rightarrow \dot{m}_{air} \Delta h = \dot{Q}_{out} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{m}_{air} = \frac{374,42 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}}{40,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}} = 9,31 \text{ kg/s}$$

$$\gamma) \dot{V}_2 = \frac{\dot{m}_{R134a}}{\rho} \cdot v_2$$

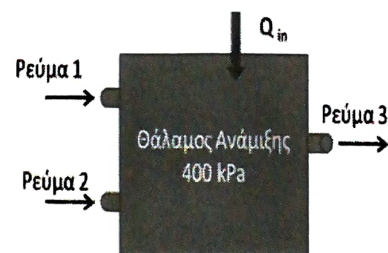
Από ΠΑΝ

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = 0,6 \text{ MPa} \\ T_2 = 12^\circ \text{C} \end{array} \right\} \rightarrow v_2 = v_{f@12^\circ \text{C}} = 0,0007971 \text{ m}^3/\text{kg} = 0,7971 \text{ L/kg}$$

$$\dot{V}_2 = \dot{m}_{R134a} \cdot v_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{V}_2 = 7,425 \cdot 0,7971 = 1,14 \text{ L/s}$$

Σε έναν θάλαμο ανάμιξης, αναμιγνύονται ένα ρεύμα H_2O (Ρεύμα 1) με πίεση 400 kPa και θερμοκρασία $20^\circ C$ με ρεύμα νερού (Ρεύμα 2) πίεσης 400 kPa άγνωστης κατάστασης. Στην έξοδο έχουμε ρεύμα νερού (Ρεύμα 3) πίεσης 400 kPa και ποιότητας $[20+A1]\%$. Η παροχή μάζας του ρεύματος 1 είναι 4 kg/s και η παροχή μάζας του ρεύματος 3 (ρεύμα εξόδου) είναι $[10.0+0.1 \cdot A1] \text{ kg/s}$. Στο θάλαμο ανάμιξης προστίθεται θερμότητα με ρυθμό $[500+2 \cdot A1] \text{ kJ/s}$. Να υπολογιστούν:



- (α) Η παροχή μάζας του ρεύματος 2.
 (β) Η ειδική ενθαλπία του ρεύματος 2.
 (γ) Η θερμοκρασία του ρεύματος 2.
 (δ) Το ποσοστό της μάζας του νερού του ρεύματος 2 που είναι σε κατάσταση υγρού.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η ποιότητα του μίγματος του Ρεύματος 3	$[20+A1]\% = 23\%$
▪ Η παροχή μάζας του Ρεύματος 3	$[10.0+0.1 \cdot A1] \text{ kg/s} = 10,3 \text{ kg/s}$
▪ Ο ρυθμός προσθήκης θερμότητας	$[500+2 \cdot A1] \text{ kJ/s} = 506 \text{ kJ/s}$

α) Ισοζύγιο μάζας

$$\dot{m}_1 + \dot{m}_2 = \dot{m}_3 \Rightarrow \dot{m}_2 = \dot{m}_3 - \dot{m}_1$$

$$\Rightarrow \dot{m}_2 = 10,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} - 4 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 6,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

β) Ισοζύγιο Ενέργειας

$$H_1 + H_2 + Q_{in} = H_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{m}_1 \cdot h_1 + \dot{m}_2 \cdot h_2 + \dot{Q}_{in} = \dot{m}_3 \cdot h_3$$

$$\Rightarrow \dot{m}_2 \cdot h_2 = \dot{m}_3 \cdot h_3 - \dot{m}_1 \cdot h_1 - \dot{Q}_{in}$$

$$\Rightarrow h_2 = \frac{\dot{m}_3 \cdot h_3 - \dot{m}_1 \cdot h_1 - \dot{Q}_{in}}{\dot{m}_2} \quad \textcircled{1}$$

Για το ρεώμα 1 έχω:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 400 \text{ kPa} \\ T_1 = 20^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑ4}} P_{\text{sat}@20^\circ\text{C}} < P_1 \rightarrow \text{Συμπιεσμένο υγρό}$$

$$v_1 = v_{f@20^\circ\text{C}} = 0,001002 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$h_1 = h_{f@20^\circ\text{C}} + v_1 (P_1 - P_{\text{sat}@20^\circ\text{C}}) =$$

$$= 83,96 + 0,001002 (400 - 2,339) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_1 = 84,35 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$