



ΠΡΟΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ
Περιβαλλοντική Θερμοδυναμική

Βαθμός

ΔΙΔΑΣΚΟΥΣΑ: Παρασκευή Παναγιωτοπούλου

3^η ΟΜΑΔΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Προθεσμία υποβολής: 14:00, Πέμπτη 19 Μαΐου, 2022

Ονοματεπώνυμο:	Δεσφάκης Γεώργιος
Αριθμός μητρώου:	2016050030

Απαντήστε τις ερωτήσεις χειρόγραφα στο χώρο που σας δίδεται ή στην πίσω πλευρά της κάθε σελίδας. Ψάξτε στο βιβλίο και στο eClass[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 «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
-----	---

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

Ένα ψυγείο Carnot έχει συντελεστή λειτουργίας $[10+0.1 \cdot A1]$. Η μηχανή απορρίπτει θερμότητα στη γειτονική λίμνη θερμοκρασίας 15°C με ρυθμό $[800+50 \cdot A1]$ kJ/min. Να προσδιοριστεί (α) η θερμοκρασία του ψυχοδοχείου (β) η ισχύς της μηχανής σε kW (γ) ο ρυθμός με τον οποίο απάγει θερμότητα η μηχανή.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Συντελεστής Λειτουργίας	$[10+0.1 \cdot A1] = 10,3$
▪ Ρυθμός Απόρριψης Θερμότητας	$[800+50 \cdot A1]$ kJ/min = 950 kJ/min

$$(a) \text{COP}_{R, \text{rev}} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{COP}_{R, \text{rev}} \cdot \frac{T_H}{T_L} = 1 + \text{COP}_{R, \text{rev}}$$

$$\Rightarrow T_L (\text{COP}_{R, \text{rev}} + 1) = \text{COP}_{R, \text{rev}} \cdot T_H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_L = \frac{\text{COP}_{R, \text{rev}} \cdot T_H}{\text{COP}_{R, \text{rev}} + 1} = \frac{10,3 \cdot 288 \text{ K}}{11,3} = 262,51 \text{ K} \text{ ή } -10,5^\circ\text{C}$$

~~$$(b) \text{COP}_{R, \text{rev}} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{\text{net}, \text{in}}} \Rightarrow \dot{W}_{\text{net}, \text{in}} = \frac{\dot{Q}_H}{\text{COP}_{R, \text{rev}}} \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{net}, \text{in}} = \frac{\dot{Q}_H}{\text{COP}_{R, \text{rev}}} = \frac{950 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}}{10,3} = 92,23 \frac{\text{kJ}}{\text{min}} \Rightarrow$$~~

~~$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{net}, \text{in}} = 92,23 \frac{\text{kJ}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,54 \text{ kW}$$~~

$$\dot{W}_{\text{net,in}} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{net,in}} = \dot{Q}_H =$$

$$(b) \text{ COP}_{R,\text{rev}} = \frac{\dot{Q}_L}{\dot{W}_{\text{net,in}}} \Rightarrow \dot{Q}_L = \text{COP}_{R,\text{rev}} \cdot \dot{W}_{\text{net,in}} \quad (1)$$

$$\dot{W}_{\text{net,in}} = \dot{Q}_H - \dot{Q}_L \stackrel{(1)}{\Rightarrow} \dot{W}_{\text{net,in}} = \dot{Q}_H - \text{COP}_{R,\text{rev}} \cdot \dot{W}_{\text{net,in}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{net,in}} (1 + \text{COP}_{R,\text{rev}}) = \dot{Q}_H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{net,in}} = \frac{\dot{Q}_H}{1 + \text{COP}_{R,\text{rev}}} = \frac{950 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}}{11,3} = 84,07 \frac{\text{kJ}}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,4 \text{ kW}$$

$$(c) \quad (1) \Rightarrow \dot{Q}_L = \text{COP}_{R,\text{rev}} \cdot \dot{W}_{\text{net,in}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_L = 10,3 \cdot 84,07 = 865,92 \frac{\text{kJ}}{\text{min}}$$

Ένα οικιακό ψυγείο ισχύος εισόδου $[50+2 \cdot A1]$ W και συντελεστή λειτουργίας $[2+0.1 \cdot A1]$ πρόκειται να ψύξει 10 καρπούζια, βάρους $[5+0.2 \cdot A1]$ kg το καθένα στους 4°C . Εάν η αρχική τους θερμοκρασία είναι 25°C , να υπολογιστεί πόση ώρα (σε min) απαιτείται για να γίνει αυτό. Δίνεται η ειδική θερμότητα του καρπουζιού ίση με αυτή του νερού $4.2 \text{ kJ}/(\text{kgK})$.

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Ισχύς εισόδου	$[50+2 \cdot A1]$ W = 56 W
▪ Συντελεστής λειτουργίας	$[2+0.1 \cdot A1] = 2,3$
▪ Μάζα καρπουζιού	$[5+0.2 \cdot A1]$ kg = 5,6 kg

$$m_{\text{καρπ}\alpha\lambda} = 10 \cdot 5,6 = 56 \text{ kg}$$

$$\text{COP}_R = 2,3$$

$$c = 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

Το απαιτούμενο έργο για την ψύξη 56 kg καρπουζιών είναι:

$$W_{\text{net},\text{in}} = m_{\text{καρπ}\alpha\lambda} \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow$$

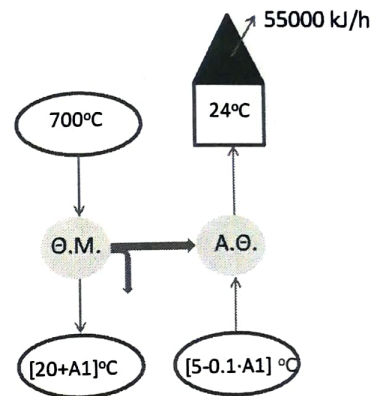
$$\Rightarrow W_{\text{net},\text{in}} = 56 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (298 - 277) \text{ K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{\text{net},\text{in}} = 4939200 \text{ J}$$

$$\dot{W}_{\text{net},\text{in}} = \frac{W_{\text{net},\text{in}}}{t} \Rightarrow t = \frac{W_{\text{net},\text{in}}}{\dot{W}_{\text{net},\text{in}}} = \frac{4939200 \frac{\text{J}}{1}}{56 \frac{\text{J}}{\text{s}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{88200 \text{ s}}{60 \text{ s}} \cdot \text{min} = 1470 \text{ min}$$

Μία θερμική μηχανή λειτουργεί μεταξύ δύο δεξαμενών στους 700°C και $[20+A1]^{\circ}\text{C}$. Το $1/3$ της ισχύς που παράγει η μηχανή αυτή χρησιμοποιείται για τη λειτουργία μιας αντιστρεπτής αντλίας θερμότητας που απάγει θερμότητα από τον ψυχρό εξωτερικό χώρο στους $[5-0.1 \cdot A1]^{\circ}\text{C}$ και τη μεταφέρει σε ένα σπίτι που διατηρείται στους 24°C . Εάν το σπίτι παρουσιάζει απώλειες θερμότητας με ρυθμό 55000 kJ/h να υπολογίσετε (α) την ισχύ που απαιτείται για τη λειτουργία της αντλίας θερμότητας και (β) τον ελάχιστο ρυθμό τροφοδοτούμενης θερμότητας στη θερμική μηχανή που απαιτείται για να διατηρεί το σπίτι στους 24°C .



Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η θερμοκρασία της δεξαμενής χαμηλής θερμοκρασίας της θερμικής μηχανής	$[20+A1]^{\circ}\text{C} = 23^{\circ}\text{C}$
▪ Η θερμοκρασία του ψυχρού εξωτερικού χώρου	$[5-0.1 \cdot A1]^{\circ}\text{C} = 4,7^{\circ}\text{C}$

$$T_{H_{\Theta M}} = 700^{\circ}\text{C}$$

$$T_{L_{\Theta M}} = 23^{\circ}\text{C}$$

$$\dot{W}_{\text{net, out } \Theta M} = 3 \dot{W}_{\text{net, in } A\Theta}$$

$$T_{H_{HP}} = 24^{\circ}\text{C}$$

$$T_{L_{HP}} = 4,7^{\circ}\text{C}$$

$$(a) \text{COP}_{HP, \text{rev}} = \frac{1}{1 - \frac{T_L}{T_H}} =$$

$$= \frac{1}{1 - \frac{277,7 \text{ K}}{297 \text{ K}}} \Rightarrow \text{COP}_{HP, \text{rev}} = \frac{1}{0,065} = 15,38$$

$$\text{COP}_{HP, \text{rev}} = \frac{\dot{Q}_H}{\dot{W}_{\text{net, in } HP}} \Rightarrow \dot{W}_{\text{net, in } HP} = \frac{\dot{Q}_H}{\text{COP}_{HP, \text{rev}}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{55000 \text{ kJ/h}}{15,38} = 3576,073 \frac{\text{kJ}}{\text{h}}$$

$$\dot{W}_{\text{net, in } HP} = 3576,073 \frac{\text{kJ}}{\text{h}} \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \approx 1 \text{ kW}$$

$$(8) \quad \frac{\dot{W}_{\text{net,out}}_{\text{EM}}}{3} = \dot{W}_{\text{net,in}}_{\text{HP}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \dot{W}_{\text{net,out}} = 3 \dot{W}_{\text{net,in}}_{\text{HP}} = 3 \text{ kW}$$

$$\eta_{\text{th,rev}} = 1 - \frac{T_{\text{L,EM}}}{T_{\text{H,EM}}} = 1 - \frac{296}{973} = 0,696$$

$$\eta_{\text{th,rev}} = \frac{\dot{W}_{\text{net,out}}}{\dot{Q}_{\text{H}}} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{H,EM}} = \frac{\dot{W}_{\text{net,out}}}{\eta_{\text{th,rev}}} =$$

$$= \frac{3}{0,695} \Rightarrow \dot{Q}_{\text{H,EM}} = 4,31 \text{ kW}$$

Θεωρούμε ένα ψυκτικό κύκλο Carnot, ο οποίος εκτελείται σε ένα κλειστό σύστημα στην περιοχή κορεσμένου μίγματος υγρού-ατμού, χρησιμοποιώντας ως εργαζόμενο μέσο $[0.55+0.01 \cdot A1]$ kg ψυκτικού R-134a. Η ελάχιστη απόλυτη θερμοκρασία του κύκλου είναι 1.4 φορές μικρότερη από την μέγιστη απόλυτη θερμοκρασία και το συνολικό έργο εισόδου του κύκλου είναι $[20+0.2 \cdot A1]$ kJ. Εάν κατά τη διάρκεια της διεργασίας απόρριψης θερμότητας το ψυκτικό μεταβάλλεται από κορεσμένο ατμό σε κορεσμένο υγρό, να προσδιορίσετε (α) τη μέγιστη και την ελάχιστη απόλυτη θερμοκρασία του κύκλου και (β) την ελάχιστη πίεση που σημειώνεται στον κύκλο.

Να συμπληρωθούν για το $A1=...3...$ σας:

▪ Η μάζα του ψυκτικού	$[0.55+0.01 \cdot A1]$ kg= 0,58 kg
▪ Συνολικό έργο εισόδου του κύκλου	$[20+0.2 \cdot A1]$ kJ= 20,6 kJ

$$T_H = 1,4 T_L$$

$$COP_{R,rev} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} = \frac{1}{1,4 - 1} = 2,5$$

$$COP_{R,rev} = \frac{Q_L}{W_{net,in}} \Rightarrow Q_L = COP_{R,rev} \cdot W_{net,in} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_L = 51,5 \text{ kJ}$$

$$Q_H = W_{net,in} + Q_L = (20,6 + 51,5) \text{ kJ} = 72,1 \text{ kJ}$$

Μία διάταξη εμβόλου-κυλίνδρου περιέχει αρχικά $[5+0.1 \cdot A1]$ kg νερού σε κατάσταση κορεσμένου μίγματος υγρού-ατμού με ποιότητα $[50+0.05 \cdot A1]$ % σε θερμοκρασία 100°C . Το νερό στη συνέχεια υφίσταται τις ακόλουθες διεργασίες:

Διεργασία 1-2: Θερμότητα μεταφέρεται στον ατμό με αντιστρεπτό τρόπο υπό σταθερή θερμοκρασία μέχρι το μίγμα να μετατραπεί σε κορεσμένο ατμό.

Διεργασία 2-3: Ο ατμός υφίσταται μία αδιαβατική και αντιστρεπτή διεργασία μέχρι η πίεση του να γίνει ίση με 15 kPa .

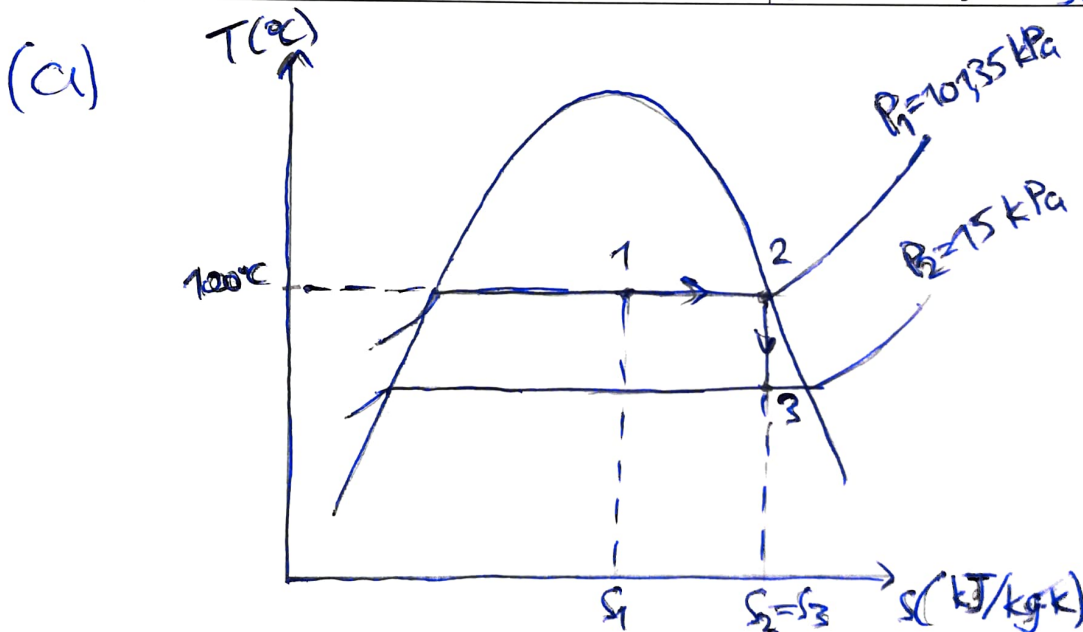
(α) Να σχεδιάσετε τις παραπάνω διεργασίες ως προς τις γραμμές κορεσμού σε διάγραμμα T-s

(β) Να υπολογίσετε τη θερμότητα (σε kJ) που μεταφέρεται στο νερό κατά τη διεργασία 1-2

(γ) Να υπολογίσετε το έργο (σε kJ) που παράγεται από τον ατμό κατά τη διεργασία 2-3

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Η μάζα του νερού	$[5+0.1 \cdot A1] \text{ kg} = 5,3 \text{ kg}$
▪ Η ποιότητα του μίγματος	$[50+0.05 \cdot A1] \% = 50,15 \%$



(β) $\frac{\text{κατ } 1}{\text{κορ. μίγμα}} \left. \begin{matrix} \text{ΠΑ4} \\ T_1 = 100^\circ\text{C} \end{matrix} \right\} \Rightarrow \begin{matrix} s_{f@100^\circ\text{C}} = 1,3069 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \\ s_{g@100^\circ\text{C}} = 7,3549 \text{ --} \end{matrix}$

$$s_1 = s_{f@100^\circ\text{C}} + x \cdot s_{fg@100^\circ\text{C}} =$$

$$= 1,3069 + 0,5015 \cdot 6,048 = 4,34 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$$

Kaz. 2

$$\left. \begin{array}{l} \text{καρσομ. ατμός} \\ T = 100^\circ\text{C} \end{array} \right\} \xrightarrow{\text{ΠΑ4}} S_2 = S_{g@100^\circ\text{C}} = 7,3549 \text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$$

$$Q_{1\rightarrow 2} = T \cdot \Delta S = 373 \cdot (7,3549 - 4,34) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{1\rightarrow 2} = 1,124,56 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 5,3 \text{ kg} = 5960,16 \text{ kJ}$$

$$\begin{array}{l} \text{(γ)} \\ S_2 = S_3 = 7,3549 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}} \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{Ανο ΠΑΣ} \\ \Rightarrow S_{f@15 \text{ kPa}} < S_3 < S_{g@15 \text{ kPa}} \\ 0,7549 \quad \downarrow \quad 8,0085 \\ \text{καρσομ. υγρό} \end{array} \right\}$$

$P_3 = 15 \text{ kPa}$

$$x' = \frac{S_3 - S_f}{S_g - S_f} = \frac{7,3549 - 0,7549}{8,0085 - 0,7549} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x' = 0,91$$

$$v_2 = v_{f@15 \text{ kPa}} + x' (v_{g@15 \text{ kPa}} - v_{f@15 \text{ kPa}}) =$$

$$= [0,001014 + 0,91 (10,02 - 0,001014)] \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2 = 9,12 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{Ανο ΠΑΣ}$$

$v_{g@100^\circ\text{C}} = v_2 = 1,6729 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$W_{2\rightarrow 3} = P \cdot \Delta V = (101,35 - 15) \cdot [m (9,12 - 1,6729)] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{2\rightarrow 3} = 3408,2 \text{ kJ}$$

Άσκηση 6

/10

Ένα τεμάχιο αλουμινίου 40 kg αρχικής θερμοκρασίας $[140+A1]$ °C έρχεται σε επαφή με ένα τεμάχιο σιδήρου αρχικής θερμοκρασίας 60 °C, μέσα σε ένα μονωμένο περίβλημα. Αν η τελική θερμοκρασία ισορροπίας είναι $[85+A1]$ °C να υπολογίσετε τη μάζα του σιδήρου και την ολική μεταβολή της εντροπίας για τη διεργασία αυτή.

Να συμπληρωθούν για το **A1=.....3** σας:

▪ Αρχική Θερμοκρασία αλουμινίου	$[140+A1]$ °C= 143 °C
▪ Θερμοκρασία ισορροπίας	$[85+A1]$ °C= 88 °C

Ένα αντιστρεπτό ιδανικό ψυγείο απάγει θερμότητα από τους -10°C . Η μηχανή αυτή μεταφέρει θερμότητα προς ένα θερμοδοχείο στους $[25+A1]^{\circ}\text{C}$. (α) Πόση θερμότητα πρέπει να μεταφερθεί από το ψυχόμενο μέρος, ώστε η εντροπία του ψυχροδοχείου να μειωθεί κατά $[10+A1]\text{kJ/K}$? (β) Ποιος είναι ο συντελεστής λειτουργίας του? (γ) Ποια είναι η μεταβολή της εντροπίας του θερμοδοχείου και ποια της ψυκτικής μηχανής; Προσοχή στα πρόσημα!

Να συμπληρωθούν για το $A1=3$ σας:

▪ Θερμοκρασία Θερμοδοχείου	$[25+A1]^{\circ}\text{C} = 28^{\circ}\text{C}$
▪ Μείωση εντροπίας ψυχροδοχείου	$[10+A1]\text{kJ/K} = 13\text{ kJ/K}$

$$(α) \quad Q_{\text{int,rev}} = T_L \cdot \Delta S = 263 \cdot 13 \frac{\text{kJ}}{\text{K}} \cdot \text{K} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{\text{int,rev}} = 3419 \text{ kJ} = Q_L$$

$$(β) \quad \text{Ιδανικό ψυγείο} \rightarrow \text{COP}_{R,\text{rev}} = \frac{1}{\frac{T_H}{T_L} - 1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{COP}_{R,\text{rev}} = \frac{1}{\frac{301}{263} - 1} = \frac{1}{0,144} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{COP}_{R,\text{rev}} = 6,94$$

$$(γ) \quad \text{COP}_{R,\text{rev}} = \frac{1}{\frac{Q_H}{Q_L} - 1} \Rightarrow \text{COP}_{R,\text{rev}} \cdot Q_H = (1 + \text{COP}_{R,\text{rev}}) \cdot Q_L$$

$$\Rightarrow Q_H = \frac{(1 + \text{COP}_{R,\text{rev}}) \cdot Q_L}{\text{COP}_{R,\text{rev}}} = \frac{7,94 \cdot 3419}{6,94} = 3911,65 \text{ kJ}$$

$$\Delta S = \frac{Q_H}{T_H} = \frac{3911,65 \text{ kJ}}{301 \text{ K}} = 13 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

Για την φασματική μηχανή θα είναι:

$$W_{\text{net,in}} = Q_H - Q_L \Rightarrow W_{\text{net,in}} = 492,65 - 341,65 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow W_{\text{net,in}} = 151 \text{ kJ}$$

$$\Delta S = \frac{W_{\text{net,in}}}{T_L} = \frac{151 \text{ kJ}}{263 \text{ K}} = 0,57 \frac{\text{kJ}}{\text{K}}$$

Άσκηση 8

/10

Μία διάταξη εμβόλου κυλίνδρου περιέχει αέρα σε θερμοκρασία $[20+A1]$ °C και πίεση 90 kPa. Ο αέρας συμπιέζεται αντιστρεπτά και υπό σταθερή θερμοκρασία μέχρι πίεσης $[400+A1]$ kPa. Να υπολογίσετε (α) τη μεταβολή της ειδικής εντροπίας του αέρα και (β) το έργο (σε kJ/kg) που μεταφέρεται κατά τη διάρκεια της διεργασίας. Να θεωρήσετε σταθερές ειδικές θερμότητες για τον αέρα.

Να συμπληρωθεί για το $A1=...3...$ σας:

▪ Η αρχική θερμοκρασία του αέρα	$[20+A1]$ °C= 23 °C
▪ Η τελική πίεση του αέρα	$[400+A1]$ kPa= 403 kPa

Έχω σταθερές ειδικές θερμότητες, άρα ισχύει η προσεγγιστική ανάλυση:

$$(α) \quad s_2 - s_1 = c_{p,avg} \cdot \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right) - R \cdot \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \Rightarrow$$

$$\overset{T_2=T_1}{\Rightarrow} s_2 - s_1 = -R \cdot \ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = -0,287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot \ln\left(\frac{403}{90}\right)$$

Από ΠΑ26

$$R = 0,287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\Rightarrow s_2 - s_1 = -0,4302 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Νερό εισέρχεται σε αδιαβατικό στρόβιλο με παροχή μάζας $[3+0.1 \cdot A1]$ kg/s όπου εκτονώνεται από πίεση 8 MPa και θερμοκρασία 500 °C σε πίεση 30 kPa. Αν η ισεντροπική απόδοση του στρόβιλου είναι $[90-0.5 \cdot A1]$ % να υπολογίσετε (α) τη θερμοκρασία στην έξοδο του στρόβιλου και (β) την ισχύ που παράγει ο στρόβιλος. Να θεωρήσετε ότι η μεταβολή της κινητικής ενέργειας είναι αμελητέα.

Να συμπληρωθεί για το $A1=...$ σας:

▪ Η παροχή μάζας του νερού	$[3+0.1 \cdot A1]$ kg/s = $3,3 \text{ kg/s}$
▪ Η ισεντροπική απόδοση του στρόβιλου	$[90-0.5 \cdot A1]$ % = $88,5\%$

Είσοδος

$$\dot{m}_{in} = \dot{m}_{out} = 3,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$P_{in} = 8 \text{ MPa}$$

$$\eta_{Turb} = 88,5\%$$

$$T_{in} = 500^\circ\text{C}$$

Έξοδος

$$P_{out} = 30 \text{ kPa}$$

(α) Από ΠΙΑ5 για:

$$\left. \begin{array}{l} P_{in} = 8 \text{ MPa} \\ T_{in} = 500^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Rightarrow T_{in} > T_{sat@8 \text{ MPa}}$$

↓
Υπερθ. Ατμός

Αρα από ΠΙΑ6

$$\left. \begin{array}{l} P_{in} = 8 \text{ MPa} \\ T_{in} = 500^\circ\text{C} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} s_{in} = s_{out} = s_{@500^\circ\text{C}} = 6,724 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \\ h_{in} = 3398,3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_{out} = 30 \text{ kPa} \\ s_{out} = 6,724 \end{array} \right\} \xRightarrow{\text{ΠΙΑ5}} s_{f@30 \text{ kPa}} < s_{out} < s_{g@30 \text{ kPa}} = 7,7686 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$0,9439 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ ↓
κορ. μίγμα

$$s_{fg@30 \text{ kPa}} = 6,8247 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$x_{out,s} = \frac{s_{out,s} - s_f}{s_{fg}} = \frac{6,724 - 0,9439}{6,8247} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_{out,s} = 0,847$$

$$h_{out,s} = h_{f@30kPa} + x_{out,s} \cdot h_{fg@30kPa} =$$

$$= (289,23 + 0,847 \cdot 2336,07) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_{out,s} = 2267,88 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{Turb} = 88,5\% \Rightarrow \frac{h_{in} - h_{out,a}}{h_{in} - h_{out,s}} = 0,885$$

$$\Rightarrow h_{in} - h_{out,a} = 0,885 (h_{in} - h_{out,s})$$

$$\Rightarrow h_{out,a} = \cancel{3398,3} h_{in} - 0,885 (h_{in} - h_{out,s})$$

$$\Rightarrow h_{out,a} = 2397,87 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{f@30kPa} < h_{out,a} < h_{g@30kPa}$$

↓
кәсіптік сұйық

$$T_{out,a} = T_{sat@30kPa} = 69,09^\circ\text{C}$$

$$\textcircled{B}) \dot{W}_{out,a} = \dot{m} (h_{in} - h_{out,a}) = 3,3 \frac{\text{kg}}{\text{s}} (\cancel{3398,3} - 2397,87) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Rightarrow \dot{W}_{out,a} = 3301 \text{ kW}$$

Αέρας συμπιέζεται μέσω ενός αδιαβατικού συμπιεστή από 95 kPa και 27°C σε 600 kPa και $[277+2 \cdot A1]^{\circ}\text{C}$. Υποθέτοντας μεταβλητές ειδικές θερμότητες και αγνοώντας μεταβολές κινητικής και δυναμικής ενέργειας, να προσδιοριστούν (α) η ισεντροπική απόδοση του συμπιεστή και (β) η θερμοκρασία στην έξοδο αν ο συμπιεστής λειτουργούσε αντιστρεπτά.

Να συμπληρωθούν για το **A1=3** σας:

▪ Πραγματική Θερμοκρασία εξόδου

$[277+2 \cdot A1]^{\circ}\text{C} = 283^{\circ}\text{C}$

Από ΠΑ17 για τον Αέρα έχω:

$$\text{Για } T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$h_1 = 300,19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$s_1^{\circ} = 1,70203 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

$$\text{Για } T_2 = 283 + 273 = 556 \text{ K}$$

$$h_2 =$$

$$s_2^{\circ} =$$