

1. Δώστε τον ορισμό του **Θερμοδοχείου**, τον ορισμό της **Θερμικής Μηχανής** και τον ορισμό της **Ψυκτικής Μηχανής**. Πώς ορίζεται ο **θερμικός βαθμός αποδόσεως** θερμικής μηχανής; (1,5)
2. Δώστε τις δύο διαφορετικές διατυπώσεις του **Δευτέρου Θερμοδυναμικού Νόμου**. Αποδείξτε ότι οι δύο αυτές διατυπώσεις είναι μεταξύ τους ισοδύναμες. (2,0)
3. Ένας κύλινδρος κλείνει με έμβολο και έχει αρχικό όγκο **0,2 m³**. Περιέχει στο εσωτερικό του **1 kg** ατμού, πίεσεως **0,5 MPa**. Προσδίδεται θερμότητα στον ατμό μέσα από τα τοιχώματα του κυλίνδρου, μέχρι ο ατμός να φτάσει σε θερμοκρασία **250 °C**. Η πίεση παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της διεργασίας.
Α. Προσδιορίστε την **ποιότητα** του ατμού στην αρχική κατάσταση. (1,0)
Β. Δείξτε σε διάγραμμα T-V και σε διάγραμμα P-V την παραπάνω **ισόθλιπτη** οιονεί-στατική διεργασία (όπου θα παρουσιάζονται και οι **οριακές καμπύλες κεκορεσμένης κατάστασης**). (1,0)
Γ. Προσδιορίστε το **έργο ογκομεταβολής**, την **μεταδιδόμενη θερμότητα**, καθώς και τη **μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια** του εργαζόμενου μέσου, για την παραπάνω διεργασία (**καθώς και τα αντίστοιχα ειδικά μεγέθη**). (1,0)
Δ. Προσδιορίστε τις παραπάνω ποσότητες του ερωτήματος Γ, εάν η τελική θερμοκρασία είναι **350 °C**. (1,0)
4. Θεωρήστε την **αντιστρεπτή, αδιαβατική** (και **άεργη**) ροή ατμού μέσα από μια σειρά σταθερών περυγίων (**στάτορας**) ενός ατμοστροβίλου. Η κατάσταση του ατμού στην είσοδο του στάτορα είναι **1,4 MPa, 300 °C**, ενώ η ταχύτητα του ατμού είναι **25 m/s**. Η πίεση στην έξοδο του στάτορα είναι **0,5 MPa**.
Α. Διατυπώστε τον Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο για **ανοικτά συστήματα** και **μόνιμη κατάσταση λειτουργίας & μόνιμη ροή**. (0,5)
Β. Διατυπώστε τον Δεύτερο Θερμοδυναμικό Νόμο για **αντιστρεπτή** διεργασία που είναι ταυτόχρονα και **αδιαβατική**. (0,5)
Γ. Προσδιορίστε την **ταχύτητα του ατμού** στην έξοδο του στάτορα, θεωρώντας **μόνιμη κατάσταση λειτουργίας και μόνιμη ροή**. (2,5)

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΔΡΑΤΜΩΝ ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΕΣΕΩΝ)							
Temp	Pressure	Specific Volume	Internal Energy	Specific Enthalpy	Specific		Phase
C	MPa	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	Entropy	Quality	
					kJ/kg/K		
45,81	0,01	0,00101	191,8	191,8	0,6492	0	Saturated Liquid
45,81	0,01	14,67	2438	2585	8,15	1	Saturated Vapor
53,97	0,015	0,001014	225,9	225,9	0,7548	0	Saturated Liquid
53,97	0,015	10,02	2449	2599	8,008	1	Saturated Vapor
60,06	0,02	0,001017	251,4	251,4	0,8319	0	Saturated Liquid
60,06	0,02	7,649	2457	2610	7,908	1	Saturated Vapor
138,9	0,35	0,001079	583,9	584,3	1,727	0	Saturated Liquid
138,9	0,35	0,5243	2549	2732	6,94	1	Saturated Vapor
141,3	0,375	0,001081	594,4	594,8	1,753	0	Saturated Liquid
141,3	0,375	0,4914	2551	2736	6,917	1	Saturated Vapor
143,6	0,4	0,001084	604,3	604,7	1,777	0	Saturated Liquid
143,6	0,4	0,4625	2554	2739	6,896	1	Saturated Vapor
147,9	0,45	0,001088	622,7	623,2	1,821	0	Saturated Liquid
147,9	0,45	0,414	2558	2744	6,856	1	Saturated Vapor
151,9	0,5	0,001093	639,7	640,2	1,861	0	Saturated Liquid
151,9	0,5	0,3749	2561	2749	6,821	1	Saturated Vapor
233,9	3	0,001216	1005	1008	2,646	0	Saturated Liquid
233,9	3	0,06668	2604	2804	6,187	1	Saturated Vapor
238,4	3,25	0,001226	1026	1030	2,687	0	Saturated Liquid
238,4	3,25	0,06152	2604	2804	6,155	1	Saturated Vapor
242,6	3,5	0,001235	1045	1050	2,725	0	Saturated Liquid
242,6	3,5	0,05707	2604	2803	6,125	1	Saturated Vapor

246,6	3,75	0,001243	1064	1069	2,762	0	Saturated Liquid
246,6	3,75	0,05319	2603	2803	6,097	1	Saturated Vapor
250,4	4	0,001252	1082	1087	2,796	0	Saturated Liquid
250,4	4	0,04978	2602	2801	6,07	1	Saturated Vapor
264	5	0,001286	1148	1154	2,92	0	Saturated Liquid
264	5	0,03944	2597	2794	5,973	1	Saturated Vapor

Temp	Pressure	Specific Volume	Internal Energy	Specific Enthalpy	Specific Entropy	Phase
C	MPa	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg/K	
195,07	1,4	0,1409	2593	2790	6,469	Saturated Vapor
200	1,4	0,143	2603	2803	6,497	Superheated Vapor
250	1,4	0,1635	2698	2927	6,747	Superheated Vapor
300	1,4	0,1823	2785	3040	6,953	Superheated Vapor
350	1,4	0,2003	2869	3149	7,136	Superheated Vapor
400	1,4	0,2178	2953	3257	7,303	Dense Fluid (T>TC)

Temp	Pressure	Specific Volume	Internal Energy	Specific Enthalpy	Specific Entropy	Phase
C	MPa	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg/K	
151,86	0,5	0,3749	2561	2749	6,821	Saturated Vapor
200	0,5	0,4249	2643	2855	7,059	Superheated Vapor
250	0,5	0,4744	2724	2961	7,271	Superheated Vapor
300	0,5	0,5226	2803	3064	7,46	Superheated Vapor
350	0,5	0,5701	2883	3168	7,633	Superheated Vapor
400	0,5	0,6173	2963	3272	7,794	Dense Fluid (T>TC)
450	0,5	0,6642	3045	3377	7,945	Dense Fluid (T>TC)
500	0,5	0,7109	3128	3484	8,087	Dense Fluid (T>TC)
550	0,5	0,7575	3213	3592	8,223	Dense Fluid (T>TC)
600	0,5	0,8041	3300	3702	8,352	Dense Fluid (T>TC)
650	0,5	0,8505	3388	3813	8,476	Dense Fluid (T>TC)
700	0,5	0,8969	3478	3926	8,595	Dense Fluid (T>TC)
750	0,5	0,9433	3569	4041	8,71	Dense Fluid (T>TC)
800	0,5	0,9896	3662	4157	8,821	Dense Fluid (T>TC)
850	0,5	1,036	3757	4275	8,929	Dense Fluid (T>TC)
900	0,5	1,082	3854	4395	9,033	Dense Fluid (T>TC)
950	0,5	1,128	3952	4516	9,134	Dense Fluid (T>TC)
1000	0,5	1,175	4052	4639	9,233	Dense Fluid (T>TC)

ΟΔΗΓΙΕΣ: Απαγορεύεται η χρησιμοποίηση σημειώσεων, ή βιβλίων, ή οποιουδήποτε άλλου βοηθήματος. **Απαγορεύεται η χρήση μολυβιού για την συγγραφή του διαγωνίσματος. Απαγορεύεται η χρήση κινητού τηλεφώνου.** Οι φοιτητές πρέπει να επιδεικνύουν την ταυτότητά τους κατά τους σχετικούς ελέγχους. Απαγορεύεται κάθε είδους συνεργασία και συνομιλία μεταξύ των φοιτητών. **Δεν επιτρέπεται η αποχώριση από την αίθουσα για οποιονδήποτε λόγο πριν την παράδοση του γραπτού.** Η εκφώνηση των θεμάτων παραδίδεται μαζί με το γραπτό.

ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

0 °C=273,15 K

$p\bar{v} = \bar{R}T$, $\bar{R} = \bar{R} / M$, $pV = n\bar{R}T$, $pV = mRT$, $p\bar{v} = RT$, $\bar{R}=8.3145 \text{ J/(mole K)}$ $\rho = 1/\bar{v}$

$\frac{dm_{OA}}{dt} = \dot{m}_{in} - \dot{m}_{out}$ $\frac{dm_{OA}}{dt} = \oint_E \rho c_n dE$ $\dot{m} = \oint_E \rho c_n dE$

$w = - \int_{in}^{out} v dp$

$e = u + c^2/2 + gZ$ $h_t = h + c^2/2 + gZ$ **Τεχνικό έργο:**

Πρώτος Θερμοδυναμικός Νόμος για ανοικτά συστήματα:

$\frac{dE_{OA}}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \oint_E h_t d\dot{m} = \dot{Q} - \dot{W} + \oint_E \left(h + \frac{1}{2}c^2 + gZ \right) d\dot{m}$

$\frac{dE_{OA}}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum h_{t,in} \dot{m}_{in} - \sum h_{t,out} \dot{m}_{out}$

Δεύτερος Θερμοδυναμικός Νόμος για κλειστό σύστημα, υπό μορφή ρυθμού μεταβολής:

$\frac{dS_{O.E.}}{dt} = \sum \frac{\dot{Q}}{T} + \dot{S}_{\Pi AP}$

Δεύτερος Θερμοδυναμικός Νόμος για ανοικτό σύστημα, υπό μορφή ρυθμού μεταβολής:

$\frac{dS_{O.E.}}{dt} = \sum \dot{m}_{in} s_{in} - \sum \dot{m}_{out} s_{out} + \sum \frac{\dot{Q}_{O.E.}}{T} + \dot{S}_{\Pi AP}$ ή $\frac{dS_{O.E.}}{dt} \geq \sum \dot{m}_{in} s_{in} - \sum \dot{m}_{out} s_{out} + \sum \frac{\dot{Q}_{O.E.}}{T}$

Ομοιόμορφη Κατάσταση – Ομοιόμορφη Ροή:

$\frac{dm_{OA}}{dt} = \dot{m}_{in} - \dot{m}_{out}$ $\int_0^t \frac{dm_{OA}}{dt} dt = (m_2 - m_1)_{OA}$ $(m_2 - m_1)_{OA} = m_{in} - m_{out}$

$\frac{d}{dt} [m h_t]_{OA} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum h_{t,in} \dot{m}_{in} - \sum h_{t,out} \dot{m}_{out}$

$[m_2 h_{t2} - m_1 h_{t1}]_{OA} = Q - W + \sum h_{t,in} m_{in} - \sum h_{t,out} m_{out}$

$s = (1-x) s_F + x s_G$ $h = (1-x) h_F + x h_G$ $u = (1-x) u_F + x u_G$ $v = (1-x) v_F + x v_G$

$s = s_F + x s_{FG}$ $h = h_F + x h_{FG}$ $u = u_F + x u_{FG}$ $v = v_F + x v_{FG}$

$s_{FG} = s_G - s_F$ $h_{FG} = h_G - h_F$ $u_{FG} = u_G - u_F$ $v_{FG} = v_G - v_F$

ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

3. Ένας κύλινδρος κλείνει με έμβολο και έχει αρχικό όγκο $0,2 \text{ m}^3$. Περιέχει στο εσωτερικό του 1 kg ατμού, πίεσεως $0,5 \text{ MPa}$. Προσδίδεται θερμότητα στον ατμό μέσα από τα τοιχώματα του κυλίνδρου, μέχρι ο ατμός να φτάσει σε θερμοκρασία 250°C . Η πίεση παραμένει σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της διεργασίας.

A. Προσδιορίστε την **ποιότητα** του ατμού στην αρχική κατάσταση. (1,0)

B. Δείξτε σε διάγραμμα T-V και σε διάγραμμα P-V την παραπάνω **ισόθλιπτη** ιωνει-στατική διεργασία (όπου θα παρουσιάζονται και οι **οριακές καμπύλες κεκορεσμένης κατάστασης**). (1,0)

Γ. Προσδιορίστε το **έργο ογκομεταβολής**, την μεταδιδόμενη **θερμότητα**, καθώς και τη **μεταβολή στην εσωτερική ενέργεια** του εργαζόμενου μέσου, για την παραπάνω διεργασία (καθώς και τα αντίστοιχα ειδικά μεγέθη). (1,0)

Δ. Προσδιορίστε τις παραπάνω ποσότητες του ερωτήματος Γ, εάν η τελική θερμοκρασία είναι 350°C . (1,0)

Κατά την παραπάνω διεργασία δεν συμβαίνει καμία αλλαγή στην κινητική και στη δυναμική ενέργεια του ατμού. Επίσης, θεωρούμε ότι η διεργασία είναι ιωνει στατική.

A.

Από τα δεδομένα της εκφώνησης, είναι δυνατόν να προσδιοριστεί η αρχική κατάσταση του ατμού (θέση 1). Ο ειδικός όγκος του ατμού δίδεται από τον ορισμό του:

$$v_1 = \frac{V_1}{m} = \frac{0,2 \text{ m}^3}{1 \text{ kg}} = 0,2 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

Για την αρχική πίεση $p_1 = 0,5 \text{ MPa}$, από τον Πίνακα Ιδιοτήτων Υδρατμών κεκορεσμένης κατάστασης, βρίσκουμε τον ειδικό όγκο του κεκορεσμένου νερού και του κεκορεσμένου ατμού:

$$v_{f,1} = 0,001093 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$v_{g,1} = 0,3749 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

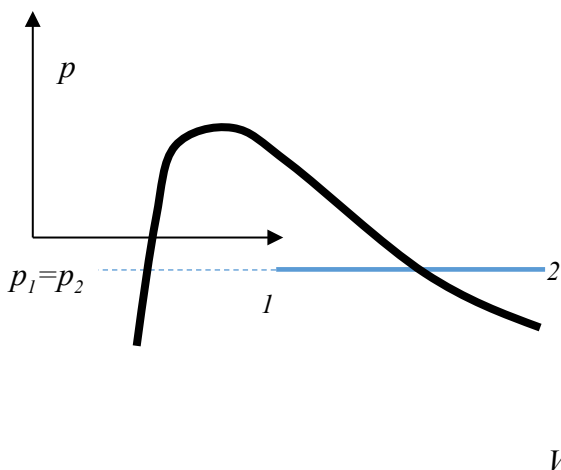
Επομένως, είναι δυνατόν να υπολογιστεί η ποιότητα του ατμού στη θέση 1:

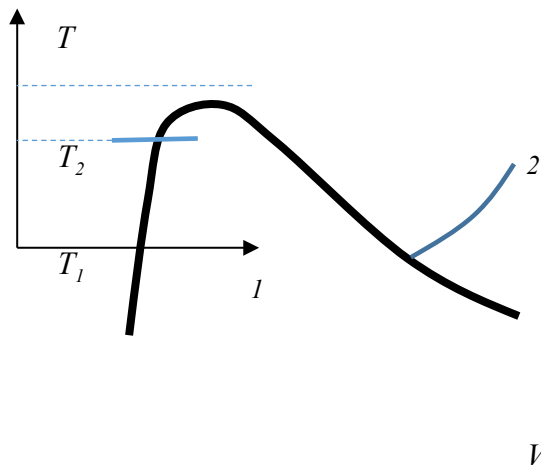
$$v_1 = v_{f,1} + x_1(v_{g,1} - v_{f,1}) \quad \square$$

$$0,2 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} = 0,001093 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} + x_1(0,3749 - 0,001093) \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \quad \square$$

$$x_1 = \frac{0,2 - 0,001093}{0,3749 - 0,001093} = \frac{0,198907}{0,373807} = 0,5321$$

B.





Γ.

Για την αρχική πίεση $p_1=0,5 \text{ MPa}$, από τον Πίνακα Ιδιοτήτων Υδρατμών κεκορεσμένης κατάστασης, βρίσκουμε

$$u_{f,1}=639,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$u_{g,1}=2561 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{f,1}=640,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_{g,1}=2749 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Συνεπώς:

$$u_1=u_{f,1}+x_1(u_{g,1}-u_{f,1})=639,7 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}+0,5321(2561-639,7) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \hat{=}$$

$$u_1=1662,02 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_1=h_{f,1}+x_1(h_{g,1}-h_{f,1})=640,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}+0,5321(2749-640,2) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \hat{=}$$

$$h_1=1762,29 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Στη θέση 2 έχουμε από την εκφώνηση την ίδια πίεση $0,5 \text{ MPa}$ και θερμοκρασία 250°C . Από τους πίνακες υπέρθερμης κατάστασης του ατμού βρίσκουμε

$$v_2=0,4744 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$u_2=2724 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$h_2 = 2961 \frac{kJ}{kg}$$

Το παραγόμενο έργο προκύπτει ως έργο ογκομεταβολής (για σταθερή πίεση):

$$W_{12} = m p (v_2 - v_1) = 1 kg \cdot 500 kPa \cdot (0,4744 - 0,2) \frac{m^3}{kg} = 137,2 kJ$$
$$w_{12} = \frac{W_{12}}{m} = \frac{137,2 kJ}{1 kg} = 137,2 \frac{kJ}{kg}$$

Από τον Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο έχουμε για κλειστό σύστημα:

$$Q_{12} - W_{12} = \Delta E_{12}$$

Επειδή δεν έχουμε μεταβολή στην κινητική και στη δυναμική ενέργεια, η παραπάνω σχέση γίνεται:

$$Q_{12} - W_{12} = \Delta U_{12} = m(u_2 - u_1) \text{ J}$$

$$Q_{12} = W_{12} + m(u_2 - u_1) \text{ J}$$

$$Q_{12} = 137,2 kJ + 1 kg \cdot (2724 - 1662,02) \frac{kJ}{kg} = 1199,18 kJ$$

$$q_{12} = \frac{Q_{12}}{m} = \frac{1199,18 kJ}{1 kg} = 1199,18 \frac{kJ}{kg}$$

$$\Delta U_{12} = m(u_2 - u_1) = 1 kg \cdot (2724 - 1662,02) \frac{kJ}{kg} = 1061,98 kJ$$

$$\Delta u_{12} = (u_2 - u_1) = (2724 - 1662,02) \frac{kJ}{kg} = 1061,98 \frac{kJ}{kg}$$

Δ.

Στη θέση 2 έχουμε τώρα από την εκφώνηση την ίδια πίεση 0,5 MPa και θερμοκρασία 350 °C. Από τους πίνακες υπέρθερμης κατάστασης του ατμού βρίσκουμε:

$$v_2 = 0,5701 \frac{m^3}{kg}$$

$$u_2 = 2883 \frac{kJ}{kg}$$

$$h_2 = 3168 \frac{kJ}{kg}$$

Το παραγόμενο έργο προκύπτει ως έργο ογκομεταβολής (για σταθερή πίεση):

$$W_{12} = m p (v_2 - v_1) = 1 kg \cdot 500 kPa \cdot (0,5701 - 0,2) \frac{m^3}{kg} = 185,05 kJ$$
$$w_{12} = \frac{W_{12}}{m} = \frac{185,05 kJ}{1 kg} = 185,05 \frac{kJ}{kg}$$

Από τον Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο έχουμε για κλειστό σύστημα, όπως προηγουμένως:

$$Q_{12} = W_{12} + m(u_2 - u_1) \quad \square$$

$$Q_{12} = 185,05 \text{ kJ} + 1 \text{ kg} \cdot (2883 - 1662,02) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1406,03 \text{ kJ}$$

$$q_{12} = \frac{Q_{12}}{m} = \frac{1406,03 \text{ kJ}}{1 \text{ kg}} = 1406,03 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\Delta U_{12} = m(u_2 - u_1) = 1 \text{ kg} \cdot (2883 - 1662,02) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1220,98 \text{ kJ}$$

$$\Delta u_{12} = (u_2 - u_1) = (2883 - 1662,02) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1220,98 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

4. Θεωρήστε την **αντιστρεπτή, αδιαβατική** (και **άεργη**) ροή ατμού μέσα από μια σειρά σταθερών περυγίων (**στάτορα**) ενός ατμοστροβίλου. Η κατάσταση του ατμού στην είσοδο του στάτορα είναι **1,4 MPa, 300 °C**, ενώ η ταχύτητα του ατμού είναι **25 m/s**. Η πίεση στην έξοδο του στάτορα είναι **0,5 MPa**.

A. Διατυπώστε τον Πρώτο Θερμοδυναμικό Νόμο για **ανοικτά συστήματα και μόνιμη κατάσταση λειτουργίας & μόνιμη ροή**. (0,5)

B. Διατυπώστε τον Δεύτερο Θερμοδυναμικό Νόμο για **αντιστρεπτή** διεργασία που είναι ταυτόχρονα και **αδιαβατική**. (0,5)

Γ. Προσδιορίστε την **ταχύτητα του ατμού** στην έξοδο του στάτορα, θεωρώντας μόνιμη κατάσταση λειτουργίας και μόνιμη ροή. (2,5)

A.

Ο Πρώτος Θερμοδυναμικός Νόμος για ανοικτά συστήματα γράφεται:

$$\frac{dE_{CV}}{dt} = \dot{Q} - \dot{W} + \sum h_{t, \in \dot{m}_i} - \sum h_{t, out} \dot{m}_{out}$$

Για μοναδική είσοδο και μοναδική έξοδο, λαμβάνοντας υπόψη και την εξίσωση της συνέχειας, για μόνιμη κατάσταση λειτουργίας και μόνιμη ροή, γίνεται:

$$0 = \dot{Q} - \dot{W} + \dot{m}_i \dot{\epsilon}$$

Διαιρώντας με την παροχή μάζας, έχουμε:

$$0 = q - w + \dot{\epsilon}$$

B.

Ο Δεύτερος Θερμοδυναμικός Νόμος για ανοικτό σύστημα, υπό μορφή ρυθμού μεταβολής γράφεται στη γενική περίπτωση:

$$\frac{dS_{O.E.}}{dt} = \sum \dot{m}_{in} s_{in} - \sum \dot{m}_{out} s_{out} + \sum \frac{\dot{Q}_{O.E.}}{T} + \dot{S}_{\Pi AP} \quad \text{ή} \quad \frac{dS_{O.E.}}{dt} \geq \sum \dot{m}_{in} s_{in} - \sum \dot{m}_{out} s_{out} + \sum \frac{\dot{Q}_{O.E.}}{T}$$

Για αντιστρεπτή διεργασία, η παραγόμενη εντροπία μηδενίζεται. Για αδιαβατική ροή, η θερμική ισχύς επίσης μηδενίζεται. Για μόνιμη κατάσταση λειτουργίας και μόνιμη ροή (με μοναδική είσοδο και μοναδική έξοδο), θα έχουμε τελικά:

$$0 = \dot{m}_i (s_i - s_{out}) + 0 + 0 \Rightarrow s_i = s_{out}$$

Γ.

Στην είσοδο του στάτορα, από τους πίνακες υπέρθερμου ατμού, πίεσης 1,4 MPa και θερμοκρασίας 300 °C, βρίσκουμε:

$$h_1 = 3040 \text{ kJ/kg}$$

$$s_1 = 6,953 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$$

Εάν αμελήσουμε τις μεταβολές της δυναμικής ενέργειας (επειδή δεν έχουμε υψομετρικές μεταβολές εντός του ατμοστροβίλου), η ειδική ολική ενθαλπία στην είσοδο του στάτορα θα δίδεται:

$$h_{t,1} = h_1 + 0,5 c_1^2 = 3040 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} + 0,5 \cdot 25^2 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 = 3352,5 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Από το Α ερώτημα έχουμε για ανοικτά συστήματα, μόνιμης ροής, μόνιμης κατάστασης λειτουργίας:

$$0 = q - w + (h_{t,1} - h_{t,2})$$

Εντός του στάτορα η ροή είναι άεργη και αδιαβατική, οπότε:

$$h_{t,1} = h_{t,2} = 3352,5 \frac{kJ}{kg}$$

Από το Β ερώτημα, για αδιαβατική και αντιστρεπτή διεργασία έχουμε:

$$s_1 = s_2 = 6,953 \frac{kJ}{kg K}$$

Για τη δεδομένη τιμή της ειδικής εντροπίας και για τελική πίεση $p_2 = 0,5 MPa$ μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατάσταση του ατμού. Η κατάσταση κεκορεσμένου ατμού για την παραπάνω πίεση έχει ειδική εντροπία ίση με

$$s_{g,2} = 6,821 \frac{kJ}{kg K}$$

Επομένως, επειδή $s_2 > s_{g,2}$ η τελική κατάσταση στην έξοδο του στάτορα αντιστοιχεί σε υπέρθερμο ατμό.

Κάνουμε γραμμική παρεμβολή (για σταθερή πίεση) στον πίνακα υπέρθερμου ατμού για πίεση $p_2 = 0,5 MPa$ μεταξύ της κατάστασης κεκορεσμένου ατμού και της επόμενης κατάστασης θερμοκρασίας 200 °C:

$$s_{g,2} = 6,821 \frac{kJ}{kg K}, h_{g,2} = 2749 \frac{kJ}{kg}$$

$$s_{200,2} = 7,059 \frac{kJ}{kg K}, h_{200,2} = 2855 \frac{kJ}{kg}$$

$$\frac{6,953 - 6,821}{7,059 - 6,821} = \frac{h_2 - 2749}{2855 - 2749} \Rightarrow$$

$$\frac{0,132}{0,238} = \frac{h_2 - 2749}{106} \Rightarrow$$

$$58,79 = h_2 - 2749 \Rightarrow h_2 = 2807,79 \frac{kJ}{kg}$$

Όμως ισχύει:

$$h_{t,2} = h_2 + 0,5 c_2^2 \Rightarrow 3352,5 \times 1000 \frac{J}{kg} = 2807,79 \times 1000 \frac{J}{kg} + 0,5 c_2^2 \Rightarrow$$

$$\left(3352,5 \frac{J}{kg} - 2807,79 \frac{J}{kg} \right) \times 1000 = 0,5 c_2^2 \Rightarrow$$

$$544,71 \times 1000 \frac{J}{kg} = 0,5 c_2^2 \Rightarrow c_2^2 = 1089,42 \times 1000 \left(\frac{m}{s} \right)^2 \Rightarrow c_2 = 1043,75 m/s$$