

3^ο ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

2 kp νερού ευρίσκονται αρχικά σε $t_1 = 15^{\circ}\text{C}$ $p_1 = 60$ ata. Ενεργώντας υπό σταθερή πίεση το σύστημα φθάνει διαδοχικά στις παρακάτω καταστάσεις :

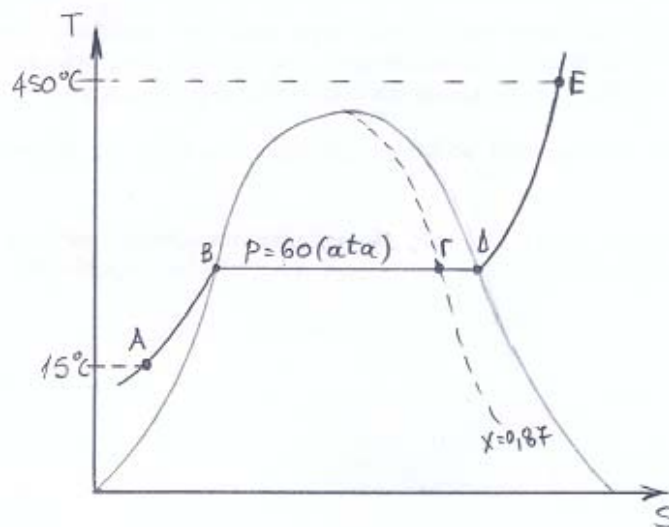
- Κατάσταση Β : κεκορεσμένο υγρό σε $p = 60$ ata
 Κατάσταση Γ : μίγμα με βαθμό ξηρότητας $x_{\Gamma} = 0,87$
 Κατάσταση Δ : ξηρός κεκορεσμένος ατμός σε $p = 60$ ata
 Κατάσταση Ε : υπέρθερμος ατμός σε $p = 60$ ata και $t_E = 450^{\circ}$

Να υπολογισθούν οι τιμές των καταστατικών μεγεθών (v , I , S , U) στις παραπάνω καταστάσεις, καθώς και τα ποσά θερμότητας και έργου των ενδιάμεσων καταστάσεων και της συνολικής μεταβολής ΑΕ.

Λύση

Επειδή η πίεση είναι σε μονάδες Τεχνικού συστήματος χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχοι πίνακες του Τεχνικού συστήματος (στο τέλος της λύσης θα γίνουν οι αντίστοιχοι υπολογισμοί σε μονάδες Διεθνούς συστήματος).

Οι περιγραφόμενες καταστάσεις παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα (T-S) :



Κατάσταση Α : από τα δεδομένα καταστατικά μεγέθη, προκύπτει ότι το σύστημα δεν ευρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού, διότι στην πίεση $p_1 = 60$ ata η θερμοκρασία κορεσμού δεν είναι οι 15°C (από τον πίνακα -6- για σύστημα σε κατάσταση κορεσμού, η θερμοκρασία κορεσμού είναι $274,3^{\circ}\text{C}$), οπότε από τον πίνακα XI (υγρό – υπέρθερμος ατμός) με δεδομένα την πίεση και τη θερμοκρασία της συγκεκριμένης κατάστασης είναι :

$$v_A = 0,99924 \left(\frac{\text{lt}}{\text{kp}} \right) = 0,00099924 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kp}} \right)$$

$$I_A = 16,34 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right)$$

$$S_A = 0,0522 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \cdot {}^\circ\text{K} \right)$$

$$\begin{aligned} U_A &= I_A - A \cdot p \cdot v_A = 16,34 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) - \frac{1}{427} \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}\cdot\text{m}} \right) \cdot 60 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{kp}}{\text{m}^2} \right) \cdot 0,00099924 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kp}} \right) \\ &= 14,936 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) \end{aligned}$$

Οι συνολικές ποσότητες των καταστατικών μεγεθών για 2 kp συστήματος είναι :

$$V_A = 2 \cdot 0,00099924 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kp}} \right) = 0,002 \left(\text{m}^3 \right)$$

$$I_A = 2 \cdot 16,34 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) = 32,68 \left(\text{Kcal} \right)$$

$$S_A = 0,0522 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \cdot {}^\circ\text{K} \right)$$

$$U_A = 2 \cdot 14,936 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) = 29,872 \left(\text{Kcal} \right)$$

Κατάσταση Β : στην περίπτωση αυτή το σύστημα είναι σε κεκορεσμένη κατάσταση, οπότε από τον αντίστοιχο πίνακα X (καταστατικά μεγέθη κεκορεσμένου συστήματος) με δεδομένη την πίεση $p = 60$ ata, είναι :

$$v_B = \sigma_B = 0,001315 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kp}} \right)$$

$$I_B = 288,4 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right)$$

$$S_B = 0,720 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \cdot {}^\circ\text{K} \right)$$

$$\begin{aligned} U_B &= I_B - A \cdot p \cdot \sigma_B = 288,4 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) - \frac{1}{427} \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}\cdot\text{m}} \right) \cdot 60 \cdot 10^4 \left(\frac{\text{kp}}{\text{m}^2} \right) \cdot 0,001315 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kp}} \right) \\ &= 286,552 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) \end{aligned}$$

$$V_B = 2 \cdot 0,001315 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{kp}} \right) = 0,00263 \left(\text{m}^3 \right)$$

$$I_B = 2 \cdot 288,4 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) = 576,80 \left(\text{Kcal} \right)$$

$$S_B = 2 \cdot 0,720 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \cdot {}^\circ\text{K} \right) = 1,440 \left(\frac{\text{Kcal}}{^\circ\text{K}} \right)$$

$$U_B = 2 \cdot 286,552 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{kp}} \right) = 573,104 \left(\text{Kcal} \right)$$

Κατάσταση Γ

Το σύστημα είναι μίγμα με βαθμό ξηρότητας $x = 0,87$

Οι σχέσεις υπολογισμού των καταστατικών μεγεθών στην προκειμένη περίπτωση, είναι :

$$v_{\Gamma} = \sigma_B \cdot (1 - x_{\Gamma}) + s_B \cdot x_{\Gamma} = 0,001315 \cdot (1 - 0,87) + 0,031 \cdot 0,87 = 0,02897 \left(\frac{m^3}{kp} \right)$$

$$I_{\Gamma} = I_B + r \cdot x_{\Gamma} = 288,4 + 376,1 \cdot 0,87 = 615,607 \left(\frac{Kcal}{kp} \right)$$

$$S_{\Gamma} = S_B + \left(\frac{r}{T} \right) \cdot x_{\Gamma} = 0,72 + \left(\frac{376,1}{274,3 + 273} \right) \cdot 0,87 = 1,317 \left(\frac{Kcal}{kp \cdot ^{\circ}K} \right)$$

$$U_{\Gamma} = I_{\Gamma} - A \cdot p \cdot v_{\Gamma} = 615,607 - \frac{1}{427} \cdot 60 \cdot 10^4 \cdot 0,02897 = 574,9 \left(\frac{Kcal}{kp} \right)$$