

3-41 6η 171

Είναι για διαδικασία σταθερού όγκου, οπότε ο
ειδικός όγκος v και για τις δύο καταστάσεις είναι

$$v_1 = v_2 = \frac{V}{m} = \frac{0,014 \text{ m}^3}{10 \text{ kg}} = 0,0014 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Η αρχική κατάσταση 1 είναι μίγμα υγρού-αερίου
και από πίνακα A-12 με γραμμική παρεμβολή

$$280 \text{ kPa} \quad -1,25^\circ\text{C}$$

$$300 \text{ kPa} \quad x$$

$$320 \text{ kPa} \quad 2,46$$

$$40 \text{ kPa}$$

έχω πίεση

$$3,71^\circ\text{C}$$

x

$$\Rightarrow x = 1,855^\circ\text{C}$$

$$20 \text{ kPa}$$

-||-

$$(-1,25 + 1,855)^\circ\text{C} =$$

Άρα για 300 kPa θα έχω

$$= 0,61^\circ\text{C}$$

από τον πίνακα

$$v_1 = v_f + x v_{fg} \Rightarrow v_1 = v_f + x (v_g - v_f)$$

$$\Rightarrow x = \frac{v_1 - v_f}{v_g - v_f} \Rightarrow x = \frac{(0,0014 - 0,0007735) \text{ m}^3/\text{kg}}{(0,067776 - 0,0007735) \text{ m}^3/\text{kg}} \Rightarrow$$

$$x = 0,009351$$

Η ενθαλπία θα είναι (διαδ.)

$$h_1 = h_f + x_1 h_{fg} = 52,71 + (0,009351) \cdot (198,17) = 54,56 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

→ συνέχεια νέου

Άρα η οφειμνή ευθαλνία είναι:

$$H = m \cdot h \Rightarrow H = (10 \text{ kg}) \cdot (54,56 \text{ kJ/kg}) \Rightarrow$$

$$H = 545,6 \text{ kJ}$$

Η τελική κατάσταση είναι επίσης ένα κορεσμένο ριγα ατμού-υγρού οπότε επαναλαμβάνουμε τους υπολογισμούς του παραπάνω σταδίου:

$$T_2 = T_{\text{sat}@ 600 \text{ kPa}} = 21,55^\circ \text{C} \text{ (πίνακας A-12)}$$

$$x_2 = \frac{v_2 - v_f}{v_g - v_f} = \frac{(0,0014 - 0,0008198) \text{ m}^3/\text{kg}}{(0,034335 - 0,0008198) \text{ m}^3/\text{kg}} = 0,01731$$

$$h_2 = h_f + x h_{fg} \Rightarrow h_2 = 81,5 + x(262,46 - 81,5) \text{ kJ/kg} \Rightarrow$$

$$h_2 = 84,64 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{οπότε } H_2 = m \cdot h_2 \Rightarrow H_2 = (10 \text{ kg}) \cdot (84,64 \text{ kJ/kg}) \Rightarrow$$

$$H_2 = 846,4 \text{ kJ}$$

Βρίσκω τον αρχικό ειδικό όγκο v_1

$$v_1 = \frac{V}{m} \Rightarrow v_1 = \frac{12,322 \text{ m}^3}{100 \text{ kg}} \Rightarrow v_1 = 0,12322 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Επειδή από πίνακα A-12 το v_1 δεν βρίσκεται μεταξύ 0,0007532 & 0,099951 δηλ $v_1 > v_g$ η αρχική κατάσταση είναι υπερθερμός ατμός άρα από πίνακα

A-13 για $P_1 = 200 \text{ kPa}$ & $v_1 = 0,12322$ } προκύπτει ότι

$$u_1 = 263,09 \text{ kJ/kg}$$

Για την κατάσταση πω τελική έχω

$$v_2 = \frac{v}{2} \Rightarrow v_2 = 0,06161 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{οπότε έχω}$$

στη τελική κατάσταση κορεσμένο μίγμα υγρού-ατμού από από πίνακα A-12

$$T_2 = T_{\text{sat}@200\text{kPa}} = -10,09^\circ \text{C}$$

Η εσωτερική ενέργεια μίξης των καταστάσεων θα είναι

$$u_2 = u_f + X u_{fg} \quad \text{οπότε βρίσκω το } X$$

$$v_2 = v_f + X v_{fg} \Rightarrow v_2 = v_f + X (v_g - v_f) \Rightarrow$$

$$X = \frac{0,06161 - 0,0007532}{0,099951 - 0,0007532} = 0,6135$$

οπότε $u_2 = 38,26 + (0,6135) \cdot (224,51 - 38,26) \Rightarrow$
 $u_2 = 152,52 \text{ kJ/kg}$

Ονότιε $\Delta u = u_2 - u_1 = 152,52 - 263,08 =$

$= -110,6 \text{ kJ/kg}$

3-61

σελ 173

Για θερμοκρασία -20°C έχω από πίνακα A-11 ότι
 για κορεστικό φούμιω $P_{\text{sat}} = 132,82 \text{ kPa} \neq 60 \text{ kPa}$
 άρα θα είναι υπερθερτό φούμιω 1342

οπότε από πίνακα A-13

έχω για $P = 0,06 \text{ MPa}$ και $T = -20^{\circ}\text{C}$

$$v_1 = 0,33608 \text{ m}^3/\text{kg}$$

οπότε $v_1 = \frac{V_1}{m} \Rightarrow V_1 = 0,33608 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \cdot 0,1 \text{ kg} \Rightarrow$

$$V_1 = 0,033608 \text{ m}^3$$

Για τη μεταβολή στη τελική κατάσταση η πίεση
 παραμένει σταθερή οπότε από τον ίδιο
 πίνακα έχω:

$$v_2 = 0,50410 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Άρα $V_2 = (0,1 \text{ kg}) \cdot (0,50410 \text{ m}^3/\text{kg}) =$
 $= 0,050410 \text{ m}^3$

οπότε η μεταβολή στον όγκο θα είναι:

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 0,050410 - 0,033608 \text{ m}^3$$

$$= 0,016802 \text{ m}^3$$

Αρχικά το σύστημα περιέχει μόνο υγρό νερό (υπερεψυμένο)
 οπότε από πίνακα A-4 έχω: για $T = 200^\circ\text{C}$

$$v_f = 0,001157 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{και} \quad u_f = 850,46 \text{ kJ/kg}$$

οπότε $v_1 = \frac{V_1}{m} \Rightarrow V_1 = v_f \cdot m = (1,4 \text{ kg}) \cdot (0,001157 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}})$

$$\Rightarrow V_1 = 0,001619 \text{ m}^3 \quad (0,001619)$$

Ο όγκος στην κατάσταση (2) θα είναι

$$V_2 = 4 \cdot V_1 \Rightarrow V_2 = 0,006476 \text{ m}^3$$

β) Στην τελική κατάσταση έχω μόνο ατμό
 άρα $v_2 = \frac{V_2}{m} = \frac{0,006476 \text{ m}^3}{1,4} = 0,004626 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$

Άρα από τον πίνακα A-4 ή A-5
 με γραμμική παρεμβολή Πίνακας A-5 v_g

$$v_g = v_2 = 0,004626$$

22000	369,83	0,004994
22000	373,77	0,003644

βρίσκω: $T_2 = 371,3^\circ\text{C}$

$$P_2 = 21367 \text{ kPa}$$

$$u_2 = 2201,5 \text{ kJ/kg}$$

Η ολική παραγωγή στην εσωτερική κατάσταση είναι είναι:
 $\Delta U = m \cdot (u_2 - u_1) = (1,4 \text{ kg}) \cdot (2201,5 - 850,46) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 1892 \text{ kJ}$

Επειδή $P > P_{\text{sat}@40^\circ\text{C}}$ το υγρό είναι συμπιεσμένο οπότε μπορούμε να το θεωρήσουμε σαν υστετικό υγρό οπότε από πίνακα A-4 έχουμε

$$v_1 = v_{f@40^\circ\text{C}} = 0,001008 \text{ m}^3/\text{kg} \quad \text{β'}$$

$$h_1 = h_{f@40^\circ\text{C}} = 167,53 \text{ kJ/kg}$$

a) επειδή $v_1 = \frac{V}{m} \Rightarrow m = \frac{V}{v_1} = \frac{0,05 \text{ m}^3}{0,001008 \text{ m}^3/\text{kg}} = 49,61 \text{ kg}$

β) $\sum m$ τελική κατάσταση (παι είσι η θερμοκρασία θα είναι η θερμοκρασία υστετού ~~αυτού~~ σε πίεση $P = 200 \text{ kPa}$ από πίνακα A-4

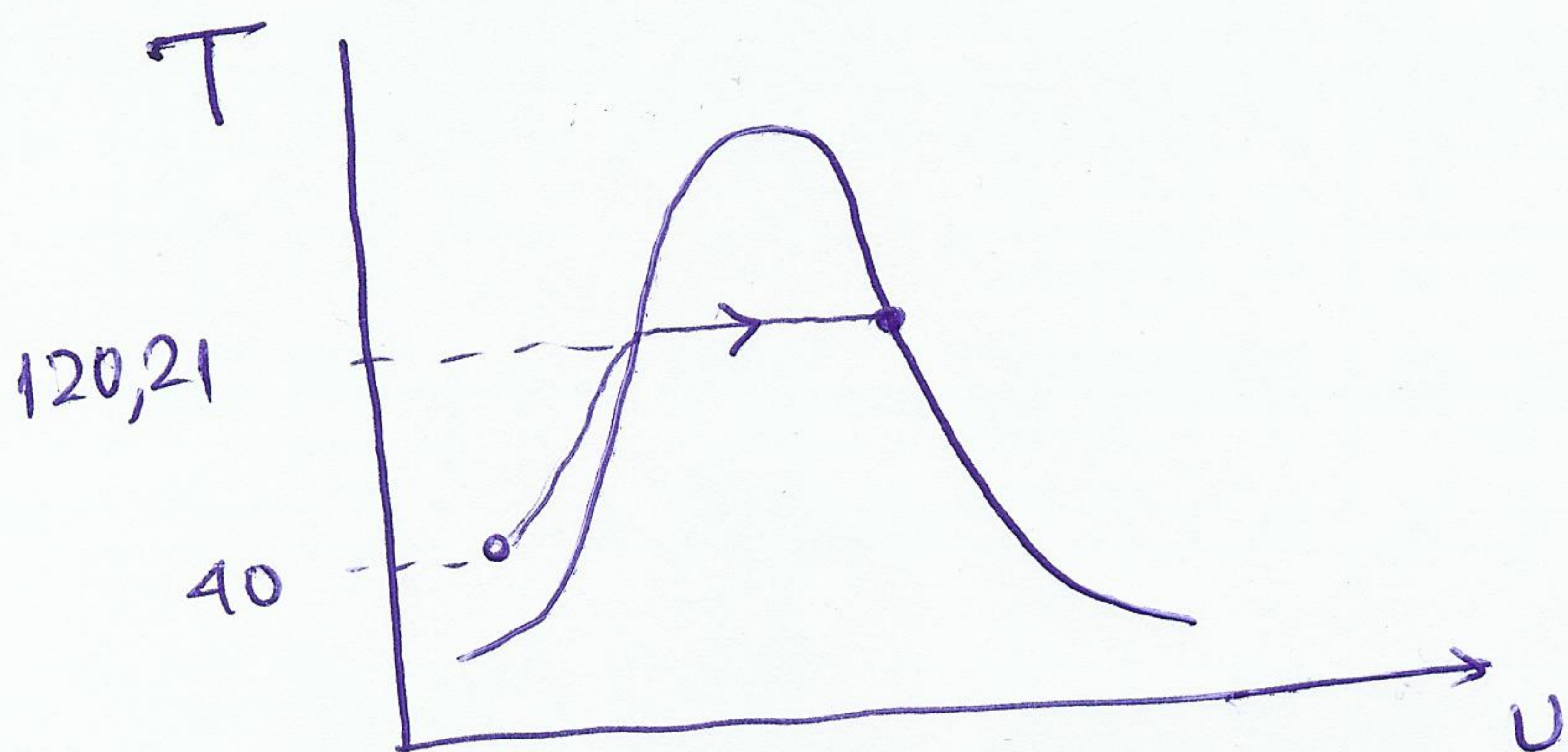
έχω $T_2 = T_{\text{sat}@200\text{kPa}} = 120,21^\circ\text{C}$

Από πίνακα A-6 για $P = 0,20 \text{ MPa}$ και $T = 120,21^\circ\text{C}$ $h_2 = 2706,3 \text{ kJ/kg}$

οπότε η μεταβολή της ενέργειας είναι

$$\Delta H = m (h_2 - h_1) = (49,61 \text{ kg}) \cdot (2706,3 - 167,53) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \Rightarrow$$

$$\Delta H = 125950 \text{ kJ}$$



3-28 βερίδα 170

Είναι ένα ωρεμένο μίγμα αζού - υγρού. Από πίνακα A-4 έχω για θερμοκρασία 220°C

$$a) P = T_{sat@220^{\circ}\text{C}} = \underline{2319,6 \text{ kPa}}$$

και εν είδη για τον ειδικό όγκο αζού και υγρού
 $v_f = 0,00119 \text{ m}^3/\text{kg}$ και $v_g = 0,086094 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$b) m_f = \frac{V_f}{v_f} = \frac{(1/3) \times (1,8 \text{ m}^3)}{0,00119 \text{ m}^3/\text{kg}} = 504,2 \text{ kg}$$

$$m_g = \frac{V_g}{v_g} = \frac{(2/3) \times (1,8 \text{ m}^3)}{0,086094 \text{ m}^3/\text{kg}} = 13,94 \text{ kg}$$

$$m_{\text{total}} = m_f + m_g = 504,2 + 13,94 \text{ kg} = 518,1 \text{ kg}$$

$$x = \frac{m_g}{m_{\text{total}}} = \frac{13,94 \text{ kg}}{518,1 \text{ kg}} = \underline{0,0269}$$

δ) Η πυκνότητα του μίγματος βρίσκεται:

$$v_{\text{avg}} = v_f + x v_g \Rightarrow v_{\text{avg}} = v_f + x (v_g - v_f) \Rightarrow$$

$$v_{\text{avg}} = 0,00119 + 0,0269 (0,086094 - 0,00119) \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$\Rightarrow v_{\text{avg}} = 0,003474 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$v = \frac{1}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{1}{v} \Rightarrow \rho = \frac{1}{0,003474 \text{ m}^3/\text{kg}} = 287,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

3-31

σε 170

Επειδή είναι για διαδικασία ελαστικού όγκου
ο ειδικός όγκος στα δύο καταστάσεις 1 & 2

$$\text{είναι } v_1 = v_2 = \frac{V}{m} = \frac{1,348 \text{ m}^3}{10 \text{ kg}} = 0,1348 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Η αρχική κατάσταση είναι περίπου όγκος αέρα
(υποθετικού αέρα) οπότε από πίνακα A-11

$$\text{έχω για } T = -40^\circ\text{C} \quad P_1 = P_{\text{sat@-40}^\circ\text{C}} = 51,52 \text{ kPa}$$

Η κατάσταση 2 είναι για κατάσταση υπερθερμού
αερίου οπότε με γραμμική παρεμβολή παίρνει ότι δεν
υπάρχει v ίσο με $0,1348 \text{ m}^3/\text{kg}$ στον πίνακα A-13

ή αλλιώς:

60°C

$0,13206$

$X^\circ\text{C}$

$0,1348$

70°C

$0,13641$

Για παρεμβολή 10°C έχω $0,13641 - 0,13206 = 0,00435$

$X^\circ\text{C}$ -- για $0,1348 - 0,13206 = 0,00274$

$$X = 6,3^\circ\text{C}$$

Άρα ο ειδικός όγκος $0,1348 \text{ m}^3/\text{kg}$ θα
αντιστοιχεί σε $60 + 6,3^\circ\text{C} = 66,3^\circ\text{C}$

3-33

σελ 170

Η θερμοκρασία υαροετού για $P = 200 \text{ kPa}$ από τον

πίνακα A-12 $T_{\text{sat}@200 \text{ kPa}} = -10,09^\circ \text{C}$

Επειδή η δοθείσα θερμοκρασία είναι $>$ από αυτήν
(25°C) τότε ο αέρας θα προΰψει

από πίνακα υπερθερμού αερού A-13

20°C

$0,11418$

30°C

$0,11874$

με γραμμική παρε-

μβολή έχω

10°C

$\rightarrow 0,00456$ υγρασία

5°C

$x = 0,00228$

Τα ο αέρας οφως έως 25°C είναι
 $0,11418 + 0,00228 = 0,11646 \text{ m}^3/\text{kg}$

Από πίνακα A-5 για πίεση 100 kPa το T_{sat} είναι $99,61^\circ\text{C}$. Από τα δεδομένα προκύπτει ότι έχω υπερθερμό ατμό. Άρα για $P=100\text{ kPa}$ και $T=150^\circ\text{C}$ από πίνακα A-6 έχω

$$v = 1,9367 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Οπότε επειδή $v = \frac{V}{m} \Rightarrow V = v \cdot m \Rightarrow$

$$V = 1,9367 \text{ m}^3/\text{kg} \cdot 3 \text{ kg} \Rightarrow V = 5,81 \text{ m}^3$$