

Ευβολο - υψιδροσ σημαινει σταθερή πίεση

$$V_f = 0,005 \text{ m}^3$$

$$T_2 = 200^\circ \text{C}$$

$$V_g = 0,9 \text{ m}^3$$

$$P_2 = P_1 = 600 \text{ kPa}$$

$$P_1 = 600 \text{ kPa} \text{ ή } 0,6 \text{ MPa}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = ?$$

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ 1

$$m_{\text{ολ}} = ?$$

1. Επειδή έχω μίγμα υγρού και υδρατμών (ατμών) έχω υορεμένο μίγμα. Άρα ~~δ~~ έχω δεδομένο την πίεση ( $P_1$ ) άρα θα ηω στον πίνακα

A-5 (ιδιοσπιτες υορεμένου νερού και ατμού-πίνακας πίεσης)

και για  $P_1 = 600 \text{ kPa}$  βρίσκω  $T_{\text{sat}} = 158,83^\circ \text{C}$

$$\text{Άρα } T_1 = 158,83^\circ \text{C}$$

2. Από τον ίδιο πίνακα βρίσκω τους ειδικούς όγκους ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) για το υγρό (f) και τον ατμό (g)

$$\text{έχω } v_f = 0,001101 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ ή } v'$$

$$v_g = 0,31560 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Όπως ξέρω ότι  $v = \frac{V}{m}$ . Εφαρμόζω την σχέση

οωτή για νααδε παρασπιτη του νερού (υγρο + ατμός)

$$\text{Άρα } m_f = \frac{V_f}{v_f} = \frac{0,005 \text{ m}^3}{0,001101 \text{ m}^3/\text{kg}} = 4,543 \text{ kg}$$

$$\text{και } m_g = \frac{V_g}{v_g} = \frac{0,9 \text{ m}^3}{0,31560 \text{ m}^3/\text{kg}} = 2,852 \text{ kg}$$

$$\text{οποτε } m_{\text{ολ}} = m_g + m_f = 4,543 + 2,852 \text{ kg} = \underline{7,395 \text{ kg}}$$

3. Στην καταστάση ξέρω  $m$ ,  $P_2$  και  $T_2$

Επειδή η  $T_2 > T_{\text{κορεστού}}$  σημαίνει ότι είναι στην καταστάση υπερθερμού ατμού (για σταθερή δεδομένη  $P$ )

οπότε για να βρώ τον ειδικό όγκο πηγαίνω στον πίνακα υπερθερμού ατμού πίνακας A-6 για πίεση  $0,6 \text{ MPa}$  και βρίσκω για  $T_2 = 200^\circ\text{C}$  τον ειδικό όγκο  $v_2 = 0,35212 \text{ m}^3/\text{kg}$

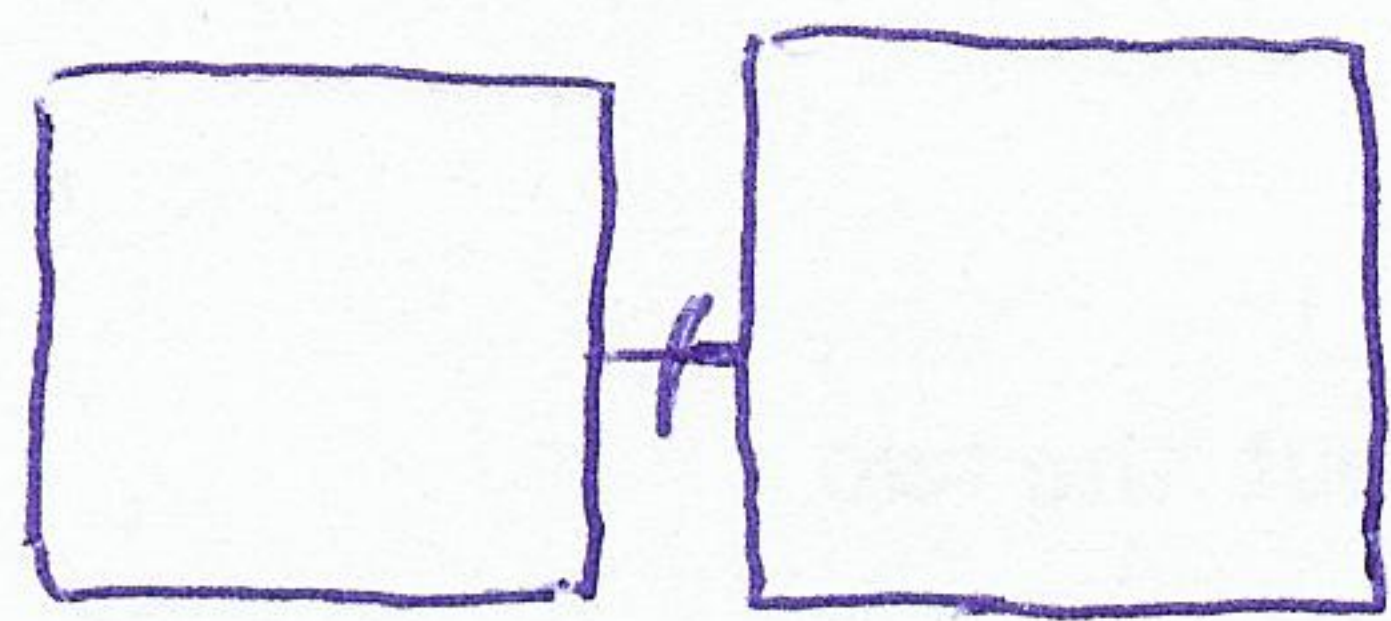
οπότε από τον νόμο του ειδικού όγκου:

$$v = \frac{V}{m} \Rightarrow V_2 = v_2 \cdot m \Rightarrow$$

$$V_2 = 0,35212 \text{ m}^3/\text{kg} \cdot 7,395 \text{ kg} \Rightarrow$$

η μάζα δεν αλλάζει ορα  $m_2 = m_{01} = 7,395 \text{ kg}$

$$\Rightarrow \underline{V_2 = 2,604 \text{ m}^3}$$



$V_1 = 1 \text{ m}^3$   
 $T_1 = 10^\circ\text{C}$   
 $P_1 = 350 \text{ kPa}$

$m_2 = 3 \text{ kg}$   
 $T_2 = 35^\circ\text{C}$   
 $P_2 = 200 \text{ kPa}$   
 $V_2 = ?$

όταν  $T_3 = 20^\circ\text{C}$   
 $P_3 = ?$

Για να βρω τον όγκο στο δεύτερο δοχείο θα εφαρμόσω την καταστατική εξίσωση των αερίων:

$$P_2 V_2 = m_2 R T_2 \Rightarrow 200 \text{ kPa} \cdot V_2 = 3 \text{ kg} \cdot 0,287 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (273 + 35 \text{ K})$$

Την σταθερά  $R$  την παίρνω από τον πίνακα A-1 για αέρα. Σημείωση  $\text{kJ}/\text{kg} \cdot \text{K}$  είναι ισοδύναμη με  $\frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ .

Καθόλου ως πράγμα  $V_2 = 1,3259 \text{ m}^3$

Για να βρω την πίεση στην καταστατική ισορροπία θα εφαρμόσω <sup>πάλι</sup> την καταστατική εξίσωση των αερίων:

$$P_3 V_3 = m R T_3 \text{ (1) όπου:}$$

$V_3$  ο συνολικός όγκος των δύο δοχείων:  $V_3 = V_1 + V_2 \Rightarrow$

$$V_3 = 1,33 + 1 \text{ m}^3 = 2,33 \text{ m}^3$$

και  $m$  η συνολική μάζα συνολική  $m = m_1 + m_2$

Δεν γνωρίζω την μάζα  $m_1$  οπότε εφαρμόζω και. εξ.

$$P_1 V_1 = m_1 R T_1 \Rightarrow m_1 = \frac{P_1 V_1}{R T_1} = \frac{350 \text{ kPa} \cdot 1 \text{ m}^3}{0,287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (273 + 10 \text{ K})}$$

$$\Rightarrow m_1 = 4,31 \text{ kg}$$

οπότε  $m = m_1 + m_2 = 4,31 + 3 \text{ kg} = 7,31 \text{ kg}$ .

ή (1)  $P_3 = \frac{m \cdot R T_3}{V_3} = \frac{7,31 \text{ kg} \cdot 0,287 \frac{\text{kPa} \cdot \text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot (273 + 20 \text{ K})}{2,33 \text{ m}^3} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_3 = 263,82 \text{ kPa} \approx 264 \text{ kPa}$$

Θα εφαρμόσω την καταστατική εξίσωση των αερίων στην τελική κατάσταση:

$$P_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} = m_{\text{τελ}} \cdot R T_{\text{τελ}} \quad (1)$$

όπως  $P_{\text{τελ}} = P_1$  στην 1 κατάσταση που βρίσκεται το αέριο.

$$\text{και } V_{\text{τελ}} = V_1 + V_2 = V_1 + 2V_1 = 3V_1$$

$$\text{και } m_{\text{τελ}} = m_1$$

οπότε η (1) γίνεται:  $P_1 \cdot 3V_1 = m_1 R T_{\text{τελ}} \Leftrightarrow$

$$3 P_1 V_1 = m_1 R T_{\text{τελ}} \Leftrightarrow T_{\text{τελ}} = \frac{3 P_1 V_1}{m_1 R} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow T_{\text{τελ}} = \frac{3}{R} \cdot \frac{P_1 V_1}{m_1} \quad (2)$$

Εφαρμόζω καταστ. εξίσ. στην 1 κατάσταση:

$$P_1 V_1 = m_1 R T_1 \Leftrightarrow \frac{P_1 V_1}{m_1} = R T_1 \quad (3)$$

Οπότε η (2) μέσω της (3) γίνεται:

$$T_{\text{τελ}} = \frac{3}{R} \cdot R T_1 = 3 \cdot (927 + 273 \text{ K})^*$$

Γιατί στην καταστατική εξίσωση η  $T$  εκφράζεται σε Κ !!

$$\Rightarrow T_{\text{τελ}} = 3 \cdot 1200 \text{ K} = 3600 \text{ K} \quad \text{η } T_{\text{τελ}} = 3600 - 273 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow \underline{T_{\text{τελ}} = 3327 \text{ }^\circ\text{C}}$$

d)  $PV = mRT$  η

H <sub>2</sub> O
3,5 MPa
450°C

$P_v = RT$  όπου  $v$  ο ειδικός όγκος

οπότε  $v = \frac{RT}{P} = \frac{0,4615 \text{ kPa} \cdot \text{m}^3 / \text{kg} \cdot \text{K} \cdot (450 + 273 \text{ K})}{3500 \text{ kPa}}$

$\Rightarrow v = 0,09533 \text{ m}^3 / \text{kg}$

β) Με βάση το γενικευμένο διαγράμμα συμπιεστότητας:

Πρέπει να βρώ την ανηγμένη θερμοκρασία και ανηγμένη πίεση του υδρατμού με βάση την κριτική θερμοκρασία και πίεση:

$P_R = \frac{P}{P_{cr}}$  και  $T_R = \frac{T}{T_{cr}}$

Ων  $P_{cr}$  και  $T_{cr}$  πν βρίσκω από πίνακες, πίνακας A-1 έχω για νερό  $T_{cr} = 647,1 \text{ K}$  και  $P_{cr} = 22,06 \text{ MPa}$

οπότε  $P_R = \frac{3,5 \text{ MPa}}{22,06 \text{ MPa}} = 0,159$   
 $T_R = \frac{(450 + 273) \text{ K}}{647,1 \text{ K}} = \frac{723 \text{ K}}{647,1 \text{ K}} = 1,12$

}  $Z = 0,961$   
 Από το Διαγράμμα A-15

έτσι  $v = Z \cdot v_{ideal} = 0,961 \cdot 0,09533 \text{ m}^3 / \text{kg} \Rightarrow$   
 $v = 0,09161 \text{ m}^3 / \text{kg}$

$$\delta) \text{ Εχω } P = 3,5 \text{ MPa}$$

$$T = 450^\circ\text{C}$$

Οπότε από τον πίνακα υπερθερμού αερού (πίνακας A-6)

$$\text{εχω: } \underline{v = 0,09198 \text{ m}^3/\text{kg}}$$

Για να βρω τα εφέατα στην περίπτωση

α) και β) από τη σχέση

$$\% = \frac{v_{\text{πραγ}} - v_{\text{θεωρ}}}{v_{\text{πραγ}}} \cdot 100\%$$

$$\alpha) \% = \frac{0,09533 - 0,09198}{0,09198} \cdot 100\% = 3,64\%$$

$$\beta) \frac{0,09161 - 0,09198}{0,09198} \cdot 100\% = 0,4\%$$