

# Παράρτηρη Ηλεκτρονική Ενέργειας

## 1) Θερμότητα.

Θερμότητα  $\rightarrow$  μηχανική ενέργεια

$Q$ : θερμική ενέργεια (kJ) (ή kcal)  $1 \text{ kcal} \leftrightarrow 4.186 \text{ kJ}$   
 $W$ : μηχανικό έργο (kJ)  
 $\text{Ισχύς } \dot{Q} = \dot{W}$  (kW) (kcal/h)  
 $\text{Ηλ. Ενέργεια } W_e$  (kWh)  $W_e$  ηλ. Ισχύς  
 $1 \text{ kWh} \leftrightarrow 860 \text{ kcal}$

$P$ : Πίεση  $1 \text{ kPa} \leftrightarrow 1 \text{ kN/m}^2$  ( $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N/m}^2 = 0.1 \text{ MPa}$ )  
 $\theta$  (°C)  $T$  (°K) : Θερμοκρασία  $T = \theta + 273$

$U$ : Εσωτερική ενέργεια (kJ)

$c$ : Θερμική χωρητικότητα (kJ/kg·K)

$W_{12} = \int_1^2 p dV$

$W_{12} = \int_1^2 p d\alpha$

Θερμότητα Αξιομετα:

Κάτω: Θλ συμπίεση:  $\frac{p_2}{p_1} > 1$   
 Πάνω: Απλ διαστολή:  $\frac{p_2}{p_1} < 1$

## 1. Αέρι διαστολής ενέργειας

Αν έχω ηλιακή ενέργεια στο χώρο μου

$Q_{12} = U_2 - U_1 + W_{12}$

$q_{12} = U_2 - U_1 + w_{12}$

$\frac{Q_{12}}{m} = q_{12}$

$\frac{U}{m} = u$

$\frac{W_{12}}{m} = w_{12}$

Αν  $Q_{12} = 0$ : Πυρήνιο θερμότητας στο χώρο μου.

Αν  $W_{12} = 0$ : Θερμότητα που είναι ενέργεια.

$q_{12} > 0$  αποδοχή θερμότητας

$w_{12} < 0$  κατανάλωση έργου

Είδη Θερμότητας

Είδη Εσωτερικής Ενέργειας

Είδη Έργου

$$|K_{\text{ε}}|_{\text{π}} \quad \theta/\Delta \quad \dot{m} = \sigma \alpha \theta$$

Εσωτ. Ενρπεια (U)

→ Η συνολική ενρπεια σε πίσω σε ΚΔ

↳ Κινητική Ενρπεια ροής

→ Μία βελτίωση ή 3. Δεδομένα  $T = (K)$

↳ συνθήκες πίσω / πιέσεις

→ Δεδοτ. Ενρπεια που έχει πάρει το π/ρ για να δεχθεί ότι το  $T=0$  σε δεδοτ. Δεδομένα  $T$

(ω σταθερά ορμή)  $U(T) = \int_0^T C_v(t) dt$   
↳ ειναι θετική

$$C_v = du/dT = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_v$$

$$u_2 < u_1$$

Συνολική  $p_2 > p_1$  ( $A_2 < A_1$ )

Δυναμική Ενρπεια  $\dot{Q} = \dot{E} + \dot{W}_t + \dot{W}_f$

speed  $\dot{E}_2 - \dot{E}_1$

$$\dot{E}_1 = \dot{m} \left( u_1 + \frac{V_1^2}{2} + gz_1 \right) \quad \dot{E}_2 = \dot{m} \left( u_2 + \frac{V_2^2}{2} + gz_2 \right)$$

Εσωτ + κιν + δυν.

$$\dot{m} = \rho_1 u_1 A_1 = \rho_2 u_2 A_2 = \frac{A \cdot \rho}{V} \quad C_1 \approx C_2 \quad \frac{A_1}{V_1} = \frac{A_2}{V_2}$$

$A_1, z_1 = z_2 \quad \rho_1 = \rho_2$

$$\dot{E} = \dot{m} (u_2 - u_1) \quad \text{δυν.}$$

$$\dot{W}_t = \dot{m} w_t \quad \dot{Q} = \dot{m} q$$

$$\dot{m} = \frac{\rho_2 A_2}{\omega_2} \frac{d\omega_2}{dt}$$

→ Εξου (ω<sub>2</sub>) εξισώσεις:  $p_2 A_2 \frac{d\omega_2}{dt} - p_1 A_1 \frac{d\omega_1}{dt} = p_2 \omega_2 \frac{dA_2}{dt} - p_1 \omega_1 \frac{dA_1}{dt}$

↳  $\dot{W}_f = \dot{m} (p_2 v_2 - p_1 v_1)$  αρα

$$q = w_t + \left[ \dot{m} (u_2 + p_2 v_2) - (u_1 + p_1 v_1) \right] \Rightarrow \dot{Q} = \dot{m} [u_2 + p_2 v_2] - \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2$$

$$W_f = F_2 d\omega_2 - F_1 d\omega_1 = p_2 A_2 d\omega_2 - p_1 A_1 d\omega_1 = p_2 V_2 d\omega_2 - p_1 V_1 d\omega_1$$

1, 2, 3, 4, 5, 6, 13  
15/1/23

Ειδική Ενθαλπία

Ενθαλπία  $H = U + pV$

ειδική ενθαλπία  $h = u + pv$

ΑΔΜ για αέριο  $q = \dot{m} (h_2 - h_1)$   
 για υγρό  $\dot{Q} = \dot{m} (h_2 - h_1)$

Ορμή  $n$  σε  $\partial n$  πίεση (υδροστατική)

$dw = p dv$

Γραμμή  $dh = du + p dv = dh$  (1)  
 $\hookrightarrow c_p dT$   $h(T) = \int_0^T c_p(T) dT$

$p=0$   $c_p(T) = \frac{1}{T} \left( \frac{\partial h}{\partial T} \right)_p$

Ισομοριακή Αέρια (τελειώου) Ειδική  $h^0$

Καταστατική Εξίσωση:  $pV = RT$   
 $\frac{N_A k_B}{m^2 kg} \cdot \frac{m^3}{m^2 kg} = \frac{J}{kg K}$   
 $R = \bar{R} / M$   
 $\bar{R} = 8,314 \frac{J}{mol K}$

Η μέση  $u$   $\gamma$   $\partial p$   $u$   $\gamma$   $\partial p$

Ενθαλπία

$u_2 - u_1 = \int_{T_1}^{T_2} c_v dT \approx c_v \left( \frac{T_1 + T_2}{2} \right) (T_2 - T_1)$

$h_2 - h_1 = c_p \left( \frac{T_1 + T_2}{2} \right) (T_2 - T_1)$

(1)  $\Rightarrow du + R dT = dh = v$

$c_p = c_v + R$

Αν  $\partial c_p$   $\partial v$

αυτή  $\gamma$   $\partial p$   $u$

Ενθαλπία  $h$

Ορμή  $n$   $\partial p$   $u$

αυτή  $\gamma$   $\partial p$   $u$



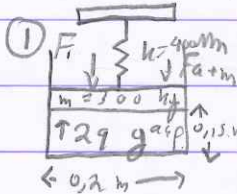
$$F_1 = -kx$$

Αντίστροφο ΑΘ/Δ

Σύμβαση 1 Ασκ 5

$$T_1 = 623^\circ \text{K}$$

$$F_1 > F_1 + 90.5 \text{ k}$$



$$\alpha) F_1 =$$

$$F_1 < F_1 - 90.5 \text{ k}$$

$$\beta) \text{ Ανάπτυξη ελαστικής ενέργειας } 0.2 \text{ m} \text{ από } Q/2 > 0$$

$$R = 0.287 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C} \quad \theta_1 = 350^\circ \text{C}$$

$$\alpha) F_1 = mg - pA + \frac{p_0 A}{C_{\text{ισοθερμική}}}$$

$$\text{Ανταρτική δύναμη } F = \pi (0.1)^2$$

$$V_1 = \frac{0.15 \cdot A}{m} \text{ m}^3$$

$$\text{Κανόνας } pV = RT \Rightarrow p =$$

$$\beta) F_2 = F_1 + 90.5 \text{ k}$$

Ασκ 1

$$Q_{12} = 800 \text{ J}$$

$$Q_{12} = U_2 - U_1 + W_{12} = 0$$

$$Q_2 = -600 \text{ J}$$

$$-600 = U_2 - 800 - 100 = 0$$

$$W = 100 \text{ J}$$

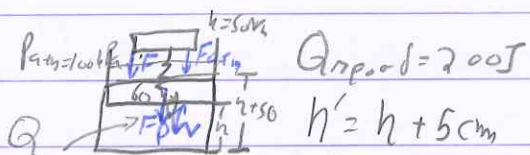
$$U_2 = 400 \text{ J}$$

Συνολική ενέργεια

Εργασία και θερμότητα

και αλλαγή εσωτερικής ενέργειας

Υπολογισμός της θερμότητας που ανταλλάσσεται



Q)  $p_1 = 100 \text{ kPa}$   $V_1 = 0.001 \text{ m}^3$   $T_1 = 300 \text{ K}$   $U_1 = 200 \text{ J}$

$\rho = 9.81 \text{ kg/m}^3$

a)  $p_1 = ?$   $p_2 = ?$   $\beta) W_{1,2}$   $\gamma) \Delta U = ?$

①:  $F_{p1} = W + F_{g1} + F_{g2} = 0$

$A p_1 = m_1 g + p_{atm} A = 0$

$p_1 = \frac{B}{A} + p_{atm}$   
 $A \rightarrow \pi \cdot (0.01)^2 / 4$   $k = 50 \text{ kN/m}$

②:  $F_{p2} = W + F_{g2} + F_{g3} = 0$

$p_2 = p_1 + \frac{k \Delta x}{A}$

$\beta) W_{1,2} = \int_{x_1}^{x_2} p_{ext} A dx = \int_{x_1}^{x_2} (p_1 A + k(x - x_1)) dx =$

$W_{1,2} = \int_{\Delta x=0}^{\Delta x=0.01} (p_1 A + k \Delta x) d\Delta x =$

$W_{1,2} = p_1 A \Delta x + \frac{1}{2} k \Delta x^2$

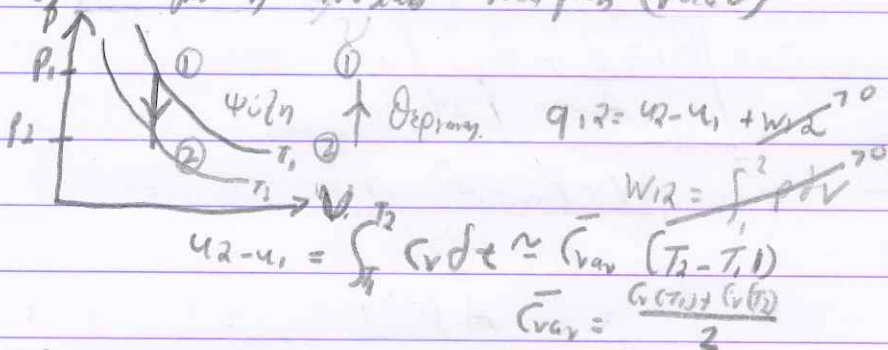
$\gamma) Q_{1,2} = U_2 - U_1 + W_{1,2} = 0$

$\Delta U = W_{1,2} - 200$

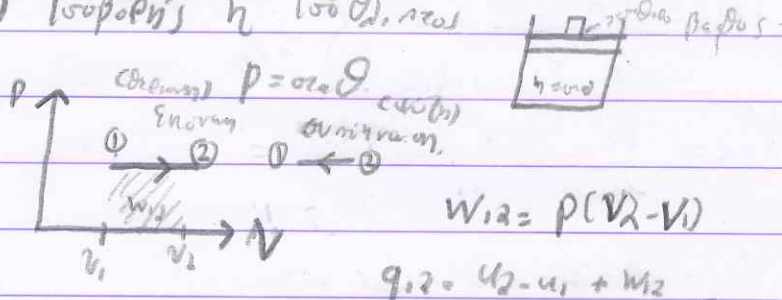
Κατασταση νερού:  $p, T, \left\{ \frac{V}{m}, u, h \right\}$  Εξαρτάται (από  $u, v$ )  
 αέριου:  $p, T, \left\{ \frac{V}{m}, u, h \right\}$  Εξαρτάται (από  $u, v$ )

Μεταβολές τέλει αερίων:

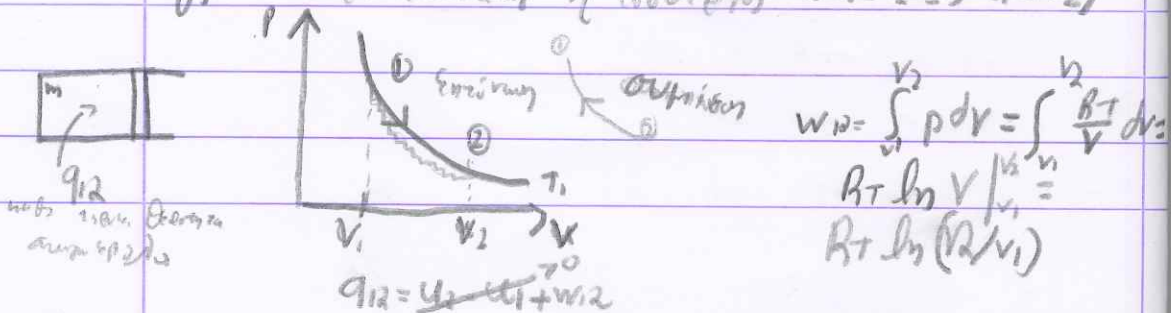
α) Ισοόρου ή Ισοχώρα μεταβολή (V σταθ)



β) Ισοβαρής ή Ισοθερμική μεταβολή



γ) Ισοθερμική ή Ισοεργική μεταβολή ( $T_1 = T_2 \Rightarrow u_1 = u_2$ )



2) adapatasi ( $q_n = 0$ )

$$q_{12} = u_2 - u_1 + w_{12} \quad (1)$$

$$dq_m = 0 \quad (1) \quad T du + dw = 0 \Rightarrow$$

$$C_V dT + p dV = 0$$

$$\frac{C_v dT}{RT} + \frac{p dv}{pV} = 0 \Rightarrow$$

$$\frac{C_v}{R_p - C_v} \frac{dT}{T} = \frac{dv}{v}$$

$$\frac{\delta T}{T} = - \frac{C_p - C_v}{C_v} \frac{dv}{dv}$$

$$\ln T_2/T_1 = - \frac{C_{p,m}}{R} \ln \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow \frac{C_{p,m}}{R} = 5.19$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

$$u_{a_1} \quad \boxed{\rho_1 V_1 \delta = \rho_2 V_2 \delta}$$

$$u_c, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

Αλλά, φαντά:  $(\{x_1, x_2\} - \{y_1, y_2\} - \{z_1, z_2\})$

$\psi_{\text{rel}} \rightarrow \psi_{\text{rel}}$  (α-α α-α)

αξίω -> ισο (continuity)

Παραμ. αντισφ. γειωμ. πλτ σάβρα.

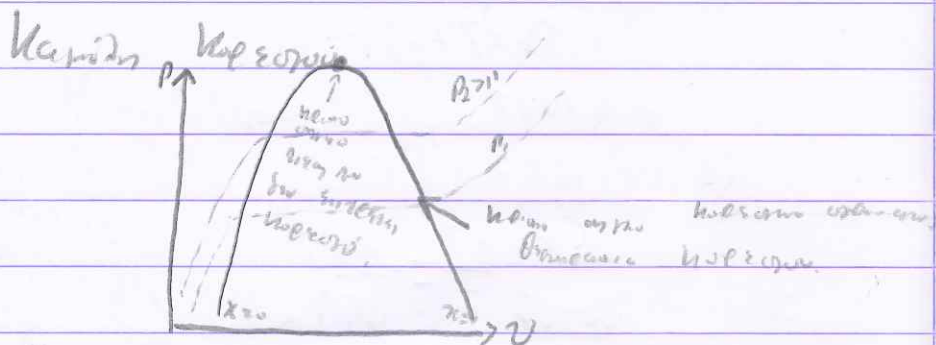
L, κορεσμού  $x$  και  $(1-x)$  υδρογ

$X=0$  кол. год

$$X = 1 \text{ u.p. a.t.r.s.}$$



1.  $\varphi \in \mathcal{C}_c^\infty(\mathbb{R}^n)$  φ συν  
 2.  $\varphi(x) = 0$  αν  $|x| > R$  "πλάτος" αθρο



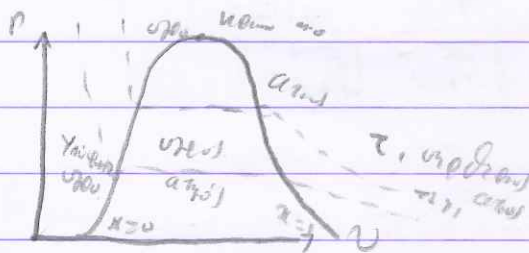
6m, 3, 10, 17, 26, 37, 50, 63, 77, 92, 107, 123, 140, 157, 175, 193, 212, 231, 251, 271, 292, 313, 334, 355, 377, 399, 421, 444, 467, 490, 513, 537, 560, 584, 608, 632, 656, 681, 705, 730, 755, 780, 805, 830, 856, 881, 906, 932, 958, 983, 1009, 1035, 1061, 1087, 1113, 1140, 1166, 1193, 1220, 1247, 1274, 1301, 1329, 1356, 1384, 1411, 1439, 1467, 1495, 1523, 1551, 1579, 1607, 1636, 1664, 1693, 1721, 1750, 1779, 1808, 1837, 1866, 1895, 1924, 1953, 1983, 2012, 2042, 2071, 2101, 2131, 2161, 2191, 2221, 2251, 2281, 2312, 2342, 2373, 2403, 2434, 2465, 2496, 2527, 2558, 2589, 2620, 2651, 2682, 2713, 2744, 2775, 2806, 2837, 2868, 2899, 2930, 2961, 2992, 3023, 3054, 3085, 3116, 3147, 3178, 3209, 3240, 3271, 3302, 3333, 3364, 3395, 3426, 3457, 3488, 3519, 3550, 3581, 3612, 3643, 3674, 3705, 3736, 3767, 3798, 3829, 3860, 3891, 3922, 3953, 3984, 4015, 4046, 4077, 4108, 4139, 4170, 4201, 4232, 4263, 4294, 4325, 4356, 4387, 4418, 4449, 4480, 4511, 4542, 4573, 4604, 4635, 4666, 4697, 4728, 4759, 4790, 4821, 4852, 4883, 4914, 4945, 4976, 5007, 5038, 5069, 5100, 5131, 5162, 5193, 5224, 5255, 5286, 5317, 5348, 5379, 5410, 5441, 5472, 5503, 5534, 5565, 5596, 5627, 5658, 5689, 5720, 5751, 5782, 5813, 5844, 5875, 5906, 5937, 5968, 5999, 6030, 6061, 6092, 6123, 6154, 6185, 6216, 6247, 6278, 6309, 6340, 6371, 6402, 6433, 6464, 6495, 6526, 6557, 6588, 6619, 6650, 6681, 6712, 6743, 6774, 6805, 6836, 6867, 6898, 6929, 6960, 6991, 7022, 7053, 7084, 7115, 7146, 7177, 7208, 7239, 7270, 7301, 7332, 7363, 7394, 7425, 7456, 7487, 7518, 7549, 7580, 7611, 7642, 7673, 7704, 7735, 7766, 7797, 7828, 7859, 7890, 7921, 7952, 7983, 8014, 8045, 8076, 8107, 8138, 8169, 8200, 8231, 8262, 8293, 8324, 8355, 8386, 8417, 8448, 8479, 8510, 8541, 8572, 8603, 8634, 8665, 8696, 8727, 8758, 8789, 8820, 8851, 8882, 8913, 8944, 8975, 9006, 9037, 9068, 9099, 9130, 9161, 9192, 9223, 9254, 9285, 9316, 9347, 9378, 9409, 9440, 9471, 9502, 9533, 9564, 9595, 9626, 9657, 9688, 9719, 9750, 9781, 9812, 9843, 9874, 9905, 9936, 9967, 9998, 10029, 10060, 10091, 10122, 10153, 10184, 10215, 10246, 10277, 10308, 10339, 10370, 10401, 10432, 10463, 10494, 10525, 10556, 10587, 10618, 10649, 10680, 10711, 10742, 10773, 10804, 10835, 10866, 10897, 10928, 10959, 10990, 11021, 11052, 11083, 11114, 11145, 11176, 11207, 11238, 11269, 11300, 11331, 11362, 11393, 11424, 11455, 11486, 11517, 11548, 11579, 11610, 11641, 11672, 11703, 11734, 11765, 11796, 11827, 11858, 11889, 11920, 11951, 11982, 12013, 12044, 12075, 12106, 12137, 12168, 12199, 12230, 12261, 12292, 12323, 12354, 12385, 12416, 12447, 12478, 12509, 12540, 12571, 12602, 12633, 12664, 12695, 12726, 12757, 12788, 12819, 12850, 12881, 12912, 12943, 12974, 13005, 13036, 13067, 13098, 13129, 13160, 13191, 13222, 13253, 13284, 13315, 13346, 13377, 13408, 13439, 13470, 13501, 13532, 13563, 13594, 13625, 13656, 13687, 13718, 13749, 13780, 13811, 13842, 13873, 13904, 13935, 13966, 13997, 14028, 14059, 14090, 14121, 14152, 14183, 14214, 14245, 14276, 14307, 14338, 14369, 14400, 14431, 14462, 14493, 14524, 14555, 14586, 14617, 14648, 14679, 14710, 14741, 14772, 14803, 14834, 14865, 14896, 14927, 14958, 14989, 15020, 15051, 15082, 15113, 15144, 15175, 15206, 15237, 15268, 15299, 15330, 15361, 15392, 15423, 15454, 15485, 15516, 15547, 15578, 15609, 15640, 15671, 15702, 15733, 15764, 15795, 15826, 15857, 15888, 15919, 15950, 15981, 16012, 16043, 16074, 16105, 16136, 16167, 16198, 16229, 16260, 16291, 16322, 16353, 16384, 16415, 16446, 16477, 16508, 16539, 16570, 16601, 16632, 16663, 16694, 16725, 16756, 16787, 16818, 16849, 16880, 16911, 16942, 16973, 17004, 17035, 17066, 17097, 17128, 17159, 17190, 17221, 17252, 17283, 17314, 17345, 17376, 17407, 17438, 17469, 17500, 17531, 17562, 17593, 17624, 17655, 17686, 17717, 17748, 17779, 17810, 17841, 17872, 17903, 17934, 17965, 17996, 18027, 18058, 18089, 18120, 18151, 18182, 18213, 18244, 18275, 18306, 18337, 18368, 18399, 18430, 18461, 18492, 18523, 18554, 18585, 18616, 18647, 18678, 18709, 18740, 18771, 18802, 18833, 18864, 18895, 18926, 18957, 18988, 19019, 19050, 19081, 19112, 19143, 19174, 19205, 19236,

11a      0.2a 7a      emerging      497409700      1/2/2019

$$V = \frac{V}{m} = \frac{V}{\frac{m' + m''}{m' + m''}} = \frac{m' V' + m'' V''}{m' + m''}$$

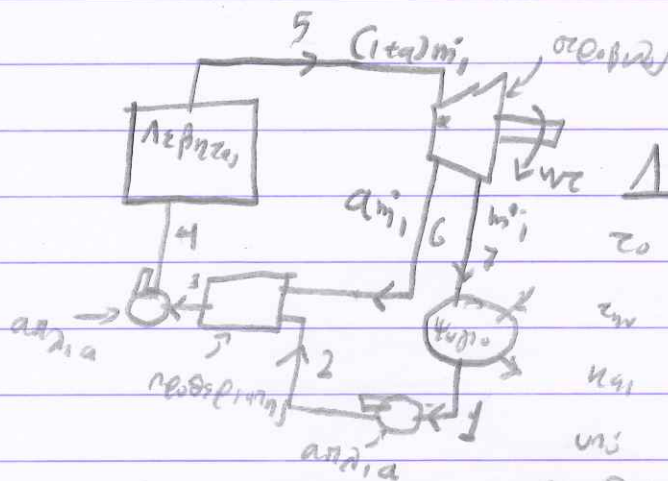
$$V = (1-x)V' + xV''$$

01/01/98 219 y, h, s<sup>c</sup> 47000/98





Ανοίγει Θ/Δ συνήρησα και σε θωρή περιγράψι:



Λέβητας: η ατμοσφαιρική:

το καυσό υγρό φέρει  
την απαραίτητη θερμότητα  $q_{43}$   
και το νερό απορροφάει  
ως σκευή πύλη.  $W_{43} = 0$

$$A \text{ Θ/Δ: } q_{43} = h_6 - h_4$$

Στοιβαίοι ή συμπύκνωσις: Εξισώνεται, αδιαβατική και:

απόδοσις θερμότητας ( $q_{56} = 0$ )

$$A \text{ Θ/Δ: } 0 = W_{56} + [ah_6 + h_7 - (1+a)h_5]$$

Ψυγείο: Αποδίδει θερμότητα σε περιβάλλον

ψύχοντες και υφλοποιεί τα ατμικά υδρα  
σκευή μέσω  $W_{21} = 0$

$$A \text{ Θ/Δ } q_{12} = h_1 - h_2$$

Ανδία: Το νερό συμπιέζεται αδιαβατικά  $q_{12} = q_{14} = 0$

Για την συνέση απαιτείται έργο  $W_c$  που εξαρτάται

από την μεταβολή  $|W_{12}| = h_2 - h_1$  &  $|W_{34}| = h_4 - h_3$

Προδιόριστοι: Ενδόθε θερμότητας. Απαιτείται σκευή

απαιτούμενα. Το νερό που το ψυγείο δίνει πύλη

έργο από ελκυστική θερμότητα σε περιβάλλον

$$W_{12} = 0 \quad q_{12} = 0$$

$$A \text{ Θ/Δ } m_3 h_3 = m_2 h_2 + m_6 h_6 = 0 \quad (1+a)h_6 = h_2 + ah_1 = 0$$

$$a = (h_3 - h_2) / (h_6 - h_1)$$