

ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

<u>ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ</u>				
ΙΣΟΒΑΡΗΣ	ΙΣΟΧΩΡΗ	ΙΣΟΘΕΡΜΗ	ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ	ΠΟΛΥΤΡΟΠΙΚΗ
$P = \text{ΣΤΑΘ}$	$V = \text{ΣΤΑΘ}$	$T = \text{ΣΤΑΘ}$	ΔΕ ΜΕΤΑΦΕΡΕΤΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ	ΚΑΛΥΨΤΕΙ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ
$Q_{12} = \Delta U + W_{12}$	$Q_{12} = \Delta U$	$Q_{12} = W_{12}$	$Q = 0$	$Q_{12} = m \cdot c_n \cdot \Delta T$
$Q_{12} = \Delta H = m \cdot c_p \cdot \Delta T$	$Q_{12} = m \cdot c_v \cdot \Delta T$	$Q = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$ $Q = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$	$\Delta U = -W$	
$W_{12} = P \cdot (V_2 - V_1)$	$W = 0$	$W = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{P_1}{P_2}$	$W_{12} = m \cdot \frac{P_2 v_2 - P_1 v_1}{1 - k}$	$W_{12} = m \cdot \frac{P_2 v_2 - P_1 v_1}{1 - n}$
$W_{12} = m \cdot R \cdot (T_2 - T_1)$		$W = P_1 \cdot V_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$	$W_{12} = m \cdot R \cdot \frac{T_2 - T_1}{1 - k}$	
$\frac{v_1}{T_1} = \frac{v_2}{T_2}$		$P_1 \cdot v_1 = P_2 \cdot v_2$	$P_1 \cdot v_1^k = P_2 \cdot v_2^k$ $\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{1/(k-1)}$ $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{k/(k-1)}$ $\frac{R}{c_p} = \frac{k-1}{k}$	$c_n = \frac{c_p - n \cdot c_v}{1 - n}$ $P_1 \cdot v_1^n = P_2 \cdot v_2^n$ $\frac{v_2}{v_1} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{1/(n-1)}$ $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right)^{n/(n-1)}$ $\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{T_1}{T_2} \right) \left(\frac{v_2}{v_1} \right)$

ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ $\frac{P_1 \cdot v_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot v_2}{T_2}$

ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΙΣΩΣΗ : $P \cdot v = R \cdot T$ ή $P V = m R T$

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΜΕ P σταθερή $c_p = \frac{dh}{dT}$

ΕΙΔΙΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΜΕ v σταθερό $c_v = \frac{du}{dT}$

$$c_p - c_v = R$$

ΑΝΟΙΚΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

$$\dot{Q} + (e + p v)_i \cdot \dot{m} = (e + p v)_o \cdot \dot{m} + \dot{W}$$

$$\dot{Q} + \left(h + \frac{v^2}{2} + g z \right)_i \cdot \dot{m} = \left(h + \frac{v^2}{2} + g z \right)_o \cdot \dot{m} + \dot{W}$$

Β' Θ/Δ ΝΟΜΟΣ : $Q_H = W + Q_C$

ΚΥΚΛΟΣ Rankine (κύκλος ισχύος)			
ΙΣΟΒΑΡΗΣ Στο λέβητα	ΙΣΟΕΝΤΡΟΠΙΚΗ στο στρόβιλο	ΙΣΟΒΑΡΗΣ Στο ψυγείο	ΙΣΟΕΝΤΡΟΠΙΚΗ στην αντλία
	$\dot{W}_t = \dot{m} \cdot [\{h_2 - h_1\} + (\frac{v_2^2}{2} - \frac{v_3^2}{2})]$	$\dot{m} \cdot \{h_3 - h_4\} = \dot{m}_\theta \cdot (h_o - h_i)$	$\dot{W}_p = \dot{m} \cdot \{h_1 - h_4\}$ ή $\dot{W}_p = \dot{m} \cdot v_4 \cdot \{p_1 - p_4\}$
Βαθμός απόδοσης κύκλου : $n_\theta = \frac{\dot{W}}{\dot{Q}} = \frac{\dot{W}_t - \dot{W}_p}{\dot{m} \cdot (h_2 - h_1)}$			

ΚΥΚΛΟΣ CARNOT			
ΙΣΟΘΕΡΜΗ	ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ	ΙΣΟΘΕΡΜΗ	ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ
$Q_{12} = mRT_H \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$		$Q_{34} = mRT_C \ln \frac{V_4}{V_3}$	
Παραγόμενο Έργο στον κύκλο $W = mRT_H \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} + mRT_C \ln \frac{V_4}{V_3}$			
Βαθμός απόδοσης κύκλου : $n_\theta = \frac{Q_{12} - Q_{34}}{Q_{12}}$ ή $n_\theta = \frac{T_H - T_C}{T_H}$ ή $n_\theta = 1 - \frac{T_C}{T_H}$ ή $n_\theta = 1 - (\frac{P_4}{P_1})^{(K-1)/K} = 1 - (\frac{v_1}{v_4})^{K-1}$			

ΚΥΚΛΟΣ DIESEL			
ΙΣΕΝΤΡΟΠΙΚΗ 1-2	ΙΣΟΒΑΡΗΣ 2-3	ΙΣΕΝΤΡΟΠΙΚΗ 3-4	ΙΣΟΧΩΡΗ 4-1
	$q_{23} = c_p \cdot (T_3 - T_2)$ J/kg		$q_{41} = c_v \cdot (T_4 - T_1)$ J/kg
Παραγόμενο Έργο στον κύκλο $w = q_{23} - q_{41} = c_p(T_3 - T_2) - c_v \cdot (T_4 - T_1)$			
Βαθμός απόδοσης κύκλου : $n_\theta = \frac{w}{q_{23}} = 1 - \frac{c_v}{c_p} \cdot \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{1}{k} \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$ ή $n_\theta = 1 - \frac{1}{k \cdot r^{k-1}} \cdot \frac{\rho_k^k - 1}{\rho_k - 1}$			
Βαθμός συμπίεσης : $r = \frac{V_1}{V_2}$ Βαθμός καύσεως : $\rho_k = \frac{V_3}{V_2}$ $k = \frac{c_p}{c_v}$			
Ισχύς $P_D = \frac{m \cdot w \cdot n}{60 \cdot a}$ w : ωφέλιμο έργο / μονάδα μάζας m : μάζα σε kg n : στροφές ανά λεπτό (rpm) $\alpha = 2$ για 4 χρονο κύκλο $\alpha = 1$ για 2 χρονο κύκλο			

ΚΥΚΛΟΣ Otto (Κύκλος σταθερού όγκου)

ΙΣΕΝΤΡΟΠΙΚΗ ΣΥΜΠΙΕΣΗ	ΙΣΟΧΩΡΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΙΣΕΝΤΡΟΠΙΚΗ ΕΚΤΟΝΩΣΗ	ΙΣΟΧΩΡΗ ΨΥΞΗ
	$q_{23} = c_v \cdot (T_3 - T_2)$		$q_{41} = c_v \cdot (T_4 - T_1)$
Παραγόμενο Έργο στον κύκλο $w = q_{23} - q_{41} = c_v (T_3 - T_2) - c_v \cdot (T_4 - T_1)$			
Βαθμός συμπίεσης = Βαθμό εκτονώσεως : $\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_4}{v_3}$			
Βαθμός απόδοσης κύκλου : $n_\theta = \frac{w}{q_{23}} = 1 - \frac{(T_4 - T_1)}{(T_3 - T_2)}$ $\text{ή} \quad n_\theta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = 1 - \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^{\kappa-1} = 1 - \frac{1}{r^{\kappa-1}}$			