

## Ο 1ος Θερμοδυναμικός Νόμος και οι εξισώσεις των μεγεθών του στις διάφορες μεταβολές (ύλη 2021-22, αγνοούμε τα γκρίζα)

ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ	ΙΣΟΘΕΡΜΗ ( $T_\alpha = T_\tau = T$ , $\Delta T = 0, \Delta U = 0$ )	ΙΣΟΧΩΡΗ ( $V_\alpha = V_\tau = V$ , $W = 0$ )	ΙΣΟΒΑΡΗΣ ( $P_\alpha = P_\tau = P$ )	ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ ( $Q = 0$ )	ΤΥΧΑΙΑ	ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ	ΚΥΚΛΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ( $\Delta U_{ολ} = 0$ )
Ενδεικτικό ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ P(V)							
<b>ΝΟΜΟΣ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ</b>	$P_\alpha V_\alpha = P_\tau V_\tau$	$\frac{P_\alpha}{T_\alpha} = \frac{P_\tau}{T_\tau}$	$\frac{V_\alpha}{T_\alpha} = \frac{V_\tau}{T_\tau}$	$P_\alpha V_\alpha^\gamma = P_\tau V_\tau^\gamma, (\gamma = \frac{C_p}{C_v})$ Ισχύει ο συνδυαστικός νόμος	Ισχύει ο συνδυαστικός νόμος $\frac{P_\alpha V_\alpha}{T_\alpha} = \frac{P_\tau V_\tau}{T_\tau}$	Νόμοι μεταβολής είναι οι αντίστοιχοι των επιμέρους μεταβολών	Νόμοι μεταβολής είναι οι αντίστοιχοι των επιμέρους μεταβολών
<b>1ος ΘΕΡΜΟΔ. ΝΟΜΟΣ</b>	$Q = \Delta U + W$	$Q = \Delta U + W$	$Q = \Delta U + W$	$Q = \Delta U + W$	$Q = \Delta U + W$	$Q_{ολ} = \Delta U_{ολ} + W_{ολ}$	$Q_{ολ} = \Delta U_{ολ} + W_{ολ}$
<b>ΜΕΤΑΒ. ΕΣΩΤ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (για ιδανικό)</b>	$\Delta U = 0$	$\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$ [ Γεν. $\Delta U = n C_v \Delta T$ ]	$\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$ [ Γεν. $\Delta U = n C_v \Delta T$ ]	$\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$ [ Γεν. $\Delta U = n C_v \Delta T$ ]	$\Delta U = \frac{3}{2} n R \Delta T$ [ Γεν. $\Delta U = n C_v \Delta T$ ]	$\Delta U_{ολ} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{B\Gamma} + \dots$	$\Delta U_{ολ} = \Delta U_{AB} + \Delta U_{B\Gamma} + \dots = 0$
<b>ΕΡΓΟ</b>	$W = nRT \ln \frac{V_\tau}{V_\alpha}$	$W = 0$	$W = P \Delta V$	$W = \frac{P_\tau V_\tau - P_\alpha V_\alpha}{1 - \gamma}$	$W = \text{Εμβαδόν στο διάγραμμα P(V)}$	$W_{ολ} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + \dots$	$W_{ολ} = W_{AB} + W_{B\Gamma} + \dots$
<b>ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ</b>		[ Γεν. $Q = n C_v \Delta T$ ]	[ Γεν. $Q = n C_p \Delta T$ ]	$Q = 0$	[ Γεν. $Q = n C \Delta T$ ]	$Q_{ολ} = Q_{AB} + Q_{B\Gamma} + \dots$	$Q_{ολ} = Q_{AB} + Q_{B\Gamma} + \dots$
<b>Καταστ. εξίσωση και διαφορές για αρχική - τελική κατάσταση</b>	$P_\alpha V_\alpha = nRT$ $P_\tau V_\tau = nRT$	$P_\alpha V = nRT_\alpha$ $P_\tau V = nRT_\tau$ $\Delta P \cdot V = nR \cdot \Delta T$	$PV_\alpha = nRT_\alpha$ $PV_\tau = nRT_\tau$ $P \cdot \Delta V = nR \cdot \Delta T$	$P_\alpha V_\alpha = nRT_\alpha$ $P_\tau V_\tau = nRT_\tau$ $P_\tau V_\tau - P_\alpha V_\alpha = nR \cdot \Delta T$	$P_\alpha V_\alpha = nRT_\alpha$ $P_\tau V_\tau = nRT_\tau$	$P_A V_A = nRT_A$ $P_B V_B = nRT_B$ $P_\Gamma V_\Gamma = nRT_\Gamma \dots$	$P_A V_A = nRT_A$ $P_B V_B = nRT_B$ $P_\Gamma V_\Gamma = nRT_\Gamma \dots$
<b>ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ</b>	Από την καταστατική εξίσωση και το νόμο μεταβολής, για το έργο είναι επίσης: $W = P_\alpha V_\alpha \ln \frac{V_\tau}{V_\alpha}$ $W = P_\tau V_\tau \ln \frac{V_\tau}{V_\alpha}$	<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΠΙΕΣΕΩΝ.</b> Είναι για ιδανικό αέριο: $Q = \Delta U = \frac{3}{2} n R (T_\tau - T_\alpha)$ $\Rightarrow Q = \frac{3}{2} n R T_\tau - \frac{3}{2} n R T_\alpha$ $\Rightarrow Q = \frac{3}{2} P_\tau V - \frac{3}{2} P_\alpha V.$	Από τις διαφορές καταστατικής εξίσωσης, για το έργο είναι επίσης: $W = nR \cdot \Delta T$ Για τη θερμοότητα εύκολα βρίσκουμε (ιδανικό): $Q = \Delta U + W = \frac{3}{2} n R \Delta T + n R \Delta T \Rightarrow \Rightarrow Q = \frac{5}{2} n R \Delta T$	Επειδή $P_\tau V_\tau - P_\alpha V_\alpha = nR \cdot \Delta T$ και $W = - \Delta U$ για το έργο μπορούμε να γράψουμε και τις εκφράσεις: $W = \frac{nR \Delta T}{1 - \gamma}$ και για ιδανικό $W = - \frac{3}{2} n R \Delta T$	Αν δεν δίνεται ο νόμος μεταβολής μπορεί να προσδιοριστεί: • από το διάγραμμα (π.χ. στο σχήμα είναι $p/V = \text{σταθ.}$ ) • από την ισορροπία δυνάμεων στο έμβολο • ενεργειακά από το Θ.Μ.Κ.Ε.	Για δυο διαδοχικές μεταβολές μεταξύ των ίδιων ισόθερμων (όπως στο σχήμα) ισχύει: $\Delta U_{AB} = - \Delta U_{B\Gamma}.$	Το $W_{ολ}$ μπορεί να υπολογιστεί και από το εμβαδόν που περικλείεται από την καμπύλη στο διάγραμμα P(V). Είναι θετικό για φορά διαγραφής του κύκλου τη φορά των δεικτών του ρολογιού και αρνητικό για την αντίθετη φορά.