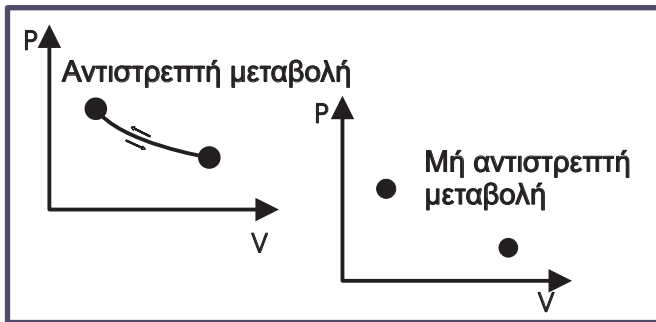
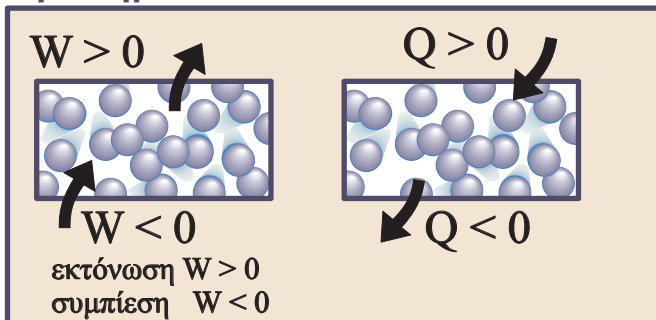


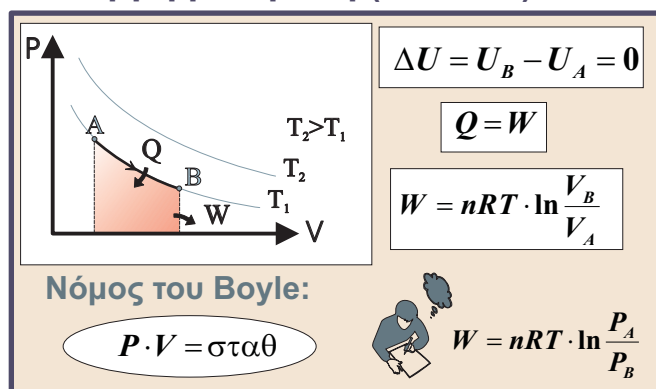
Θερμοδυναμική



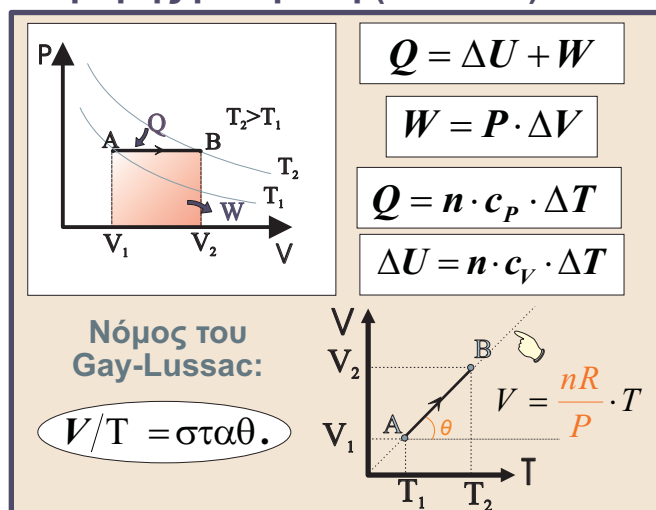
πρόσημα



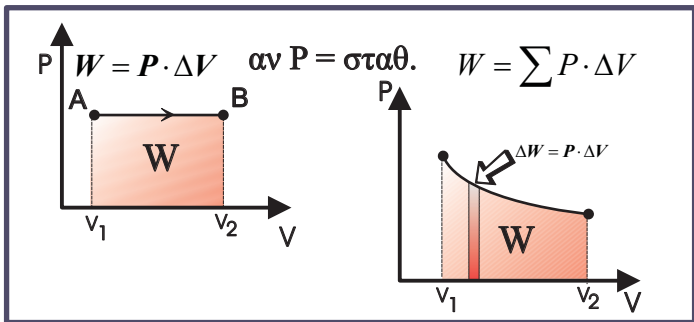
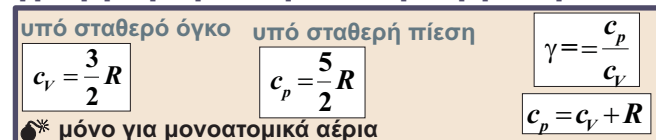
ισόθερμη μεταβολή ($T = \text{σταθ.}$)



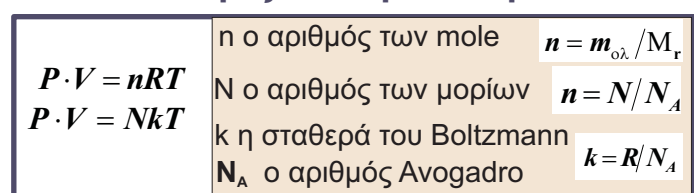
ισοβαρής μεταβολή ($P = \text{σταθ.}$)



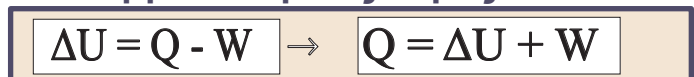
γραμμομοριακή ειδική θερμότητα



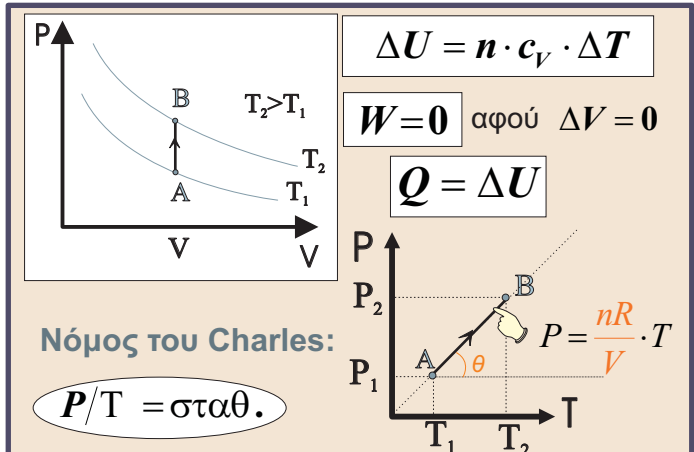
καταστατική εξίσωση ιδ. αερίων



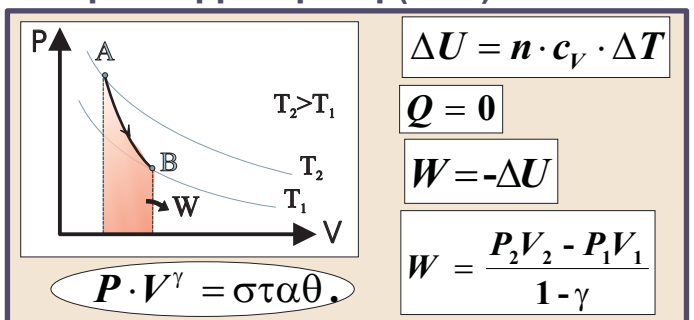
1ος θερμοδυναμικός νόμος



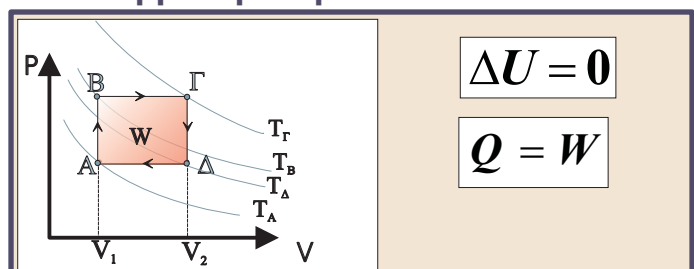
ισόχωρη μεταβολή ($V = \text{σταθ.}$)



αδιαβατική μεταβολή ($Q = 0$)

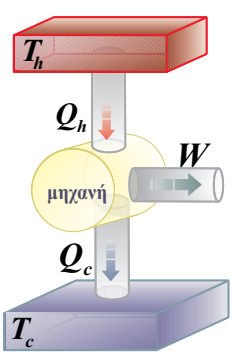


κυκλική μεταβολή



Θερμοδυναμική

Θερμικές μηχανές (Θ.Μ)



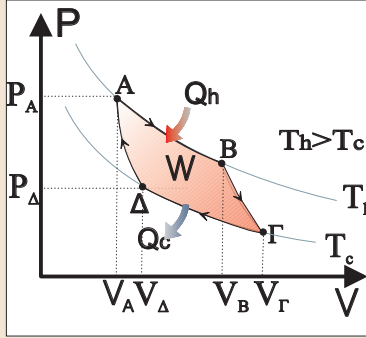
απόδοση $e = \frac{\text{ωφέλιμο μηχανικό έργο}}{\text{δαπανώμενη ενέργεια}} = \frac{W}{Q_h}$

όπου Q_h τα ποσά της θερμότητας που απορροφά το αέριο κατά την κυκλική μεταβολή δηλ. τα **ΘΕΤΙΚΑ ΠΟΣΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

$e = \frac{W}{Q_h} = \frac{Q_h + Q_c}{Q_h} = 1 + \frac{Q_c}{Q_h} = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h}$

μέγιστη απόδοση $e_{\max} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$

Κύκλος Carnot



γενικά $e_{\text{carnot}} = \frac{W}{Q_h}$

μόνο για το κύκλο Carnot $\frac{Q_h}{T_h} = \frac{|Q_c|}{T_c}$

για οποιαδήποτε αδιαβατική μεταβολή

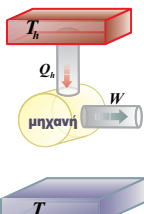
$$\left. \begin{aligned} P_A V_A &= P_B V_B \\ P_B V_B^\gamma &= P_\Gamma V_\Gamma^\gamma \\ P_\Gamma V_\Gamma &= P_\Delta V_\Delta \\ P_\Delta V_\Delta^\gamma &= P_A V_A^\gamma \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_A}{V_\Delta} = \frac{V_B}{V_\Gamma}$$

$$\left. \begin{aligned} P_B V_B^\gamma &= P_\Gamma V_\Gamma^\gamma \\ \frac{P_B V_B}{T_B} &= \frac{P_\Gamma V_\Gamma}{T_B} \end{aligned} \right\} (\cdot) \Rightarrow \left(\frac{V_B}{V_\Gamma} \right)^{\gamma-1} = \frac{T_\Gamma}{T_B}$$

$$e_{\text{carnot}} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$

2ος θερμοδυναμικός νόμος

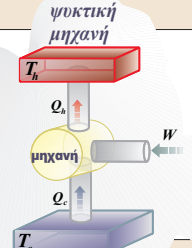
Διατύπωση Kelvin - Planck



Εί ναι α δύ ν α τ ο να κατασκευάσουμε θερμική μηχανή που να μετασχηματίζει τη θερμότητα σε έργο κατά 100%

Διατύπωση Clausius

Εί ναι α δύ ν α τ ο να κατασκευάσουμε μηχανή που μεταφέρει θερμότητα από ένα κρύο σώμα σ' ένα ζεστό χωρίς να δαπανάται ενέργεια για τη λειτουργία της.

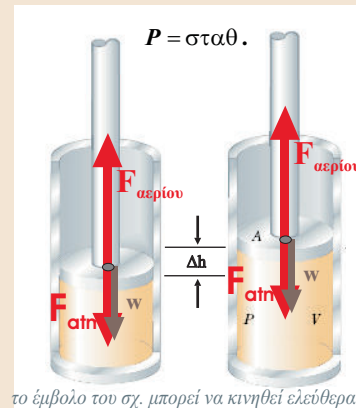


Παρατηρήσεις

όταν το έμβολο ισορροπεί :

$$F_{\text{αερίου}} = F_{\text{ατμ}} + w$$

$$P \cdot A = P_{\text{ατμ}} \cdot A + w$$



η ενεργός ταχύτητα

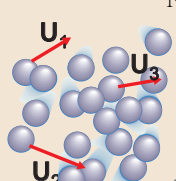
η μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$$

το τετράγωνο της μέσης τιμής των ταχυτήτων

$$(\overline{v})^2 = \left(\frac{v_1 + v_2 + \dots + v_N}{N} \right)^2$$

$$v_{\text{εν}} = \sqrt{\overline{v^2}}$$



τετραγωνική ρίζα της μέσης τιμής των τετραγώνων των ταχυτήτων

η ενεργός τιμή είναι λίγο μεγαλύτερη από τη πιο πιθανή ταχύτητα των μορίων του αερίου

Εσωτερική ενέργεια

$U = N \cdot \bar{K} = N \cdot \frac{3}{2} kT = N \cdot \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T \Rightarrow$

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

άρα

για οποιαδήποτε μεταβολή

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T = n c_v \Delta T$$

$$P = \frac{1}{3} d \overline{v^2}$$

$$\bar{K} = \frac{1}{2} m \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} k \cdot T$$

$$\sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M_r}}$$

$\bar{K}$ η μέση κινητική ενέργεια ενός μορίου του ιδανικού αερίου που οφείλεται στην άτακτη μεταφορική του κίνηση

m η μάζα του ενός μορίου

d η πυκνότητα

$M_r = N_A \cdot m$ η γραμμομοριακή μάζα

$$P = \frac{1}{3} d \cdot \overline{v^2} = \frac{1}{3} \frac{N \cdot m}{V} \overline{v^2} \Rightarrow PV = N \cdot \frac{1}{3} m \overline{v^2}$$

και $PV = NkT \quad \Rightarrow \quad \overline{v^2} = 3kT$