

## ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ Β ΛΥΚΕΙΟΥ

### Ιδανικά Αέρια - Νόμοι Αερίων

**Πίεση:**  $P = \frac{F}{S}$  Μονάδα: (Pascal)  $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ , ή  $1\text{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$

**Όγκος:**  $V = \text{εμβαδόν βάσης} \times \text{ύψος}$ . Μονάδα:  $1\text{m}^3$  και το  $1\text{L}$ . Είναι  $1\text{L} = 10^{-3}\text{m}^3$

**Θερμοκρασία:**  $T(\text{K}) = 273 + \Theta(^{\circ}\text{C})$

**Αριθμός moles του αερίου**  $n = \frac{m}{M}$  ή  $n = \frac{N}{N_A}$  ή  $n = \frac{V}{V_m}$ , όπου:

$m$ : μάζα αερίου

$M$ : γραμμομοριακή μάζα αερίου

$N$ : αριθμός μορίων αερίου

$N_A$ : αριθμός Avogadro

$V$ : όγκος αερίου

$V_m$ : γραμμομοριακός όγκος αερίου (σε στρ είναι  $22,4\text{L}$ )

**Πυκνότητα:**  $\rho = \frac{m}{V}$  μονάδα:  $1\text{kg/m}^3$

**Καταστατική εξίσωση ιδανικών αερίων:**  $pV = nRT$

Άλλες μορφές:  $pV = NkT$  ή  $p = \rho \frac{RT}{M}$  όπου  $k$  η σταθερά του Boltzmann  $k = \frac{R}{N_A}$

### Κινητική Θεωρία των Αερίων

**Μέση τιμή των ταχυτήτων των μορίων:**  $\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_N}{N}$

**Μέση τιμή των τετραγώνων των ταχυτήτων των μορίων:**  $\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$

**Θεμελιώδης Εξίσωση της Κινητικής Θεωρίας**  $p = \frac{1}{3} \frac{Nm}{V} \overline{v^2}$  ή  $p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}$

**Μέση κινητική ενέργεια:**  $\bar{K} = \frac{3}{2} kT$  ή  $\bar{K} = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$

**Ενεργός ταχύτητα:**  $v_{ev} = \sqrt{\overline{v^2}}$  ή  $v_{ev} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$  ή  $v_{ev} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

### 1<sup>ος</sup> Θερμοδυναμικός νόμος.

$$Q = \Delta U + W$$

**Q:** Θερμότητα που απορροφάται (θετική) ή αποβάλλεται (αρνητική) από το αέριο

**$\Delta U$ :** μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου

**W:** έργο που γίνεται από το αέριο (θετικό) ή γίνεται στο αέριο (αρνητικό)

## Ειδικές Θερμότητες Αερίων

$$C_p = C_v + R \quad \text{και} \quad \gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

$C_p$  : Ειδική γραμμομοριακή θερμότητα υπό σταθερή πίεση

$C_v$  : Ειδική γραμμομοριακή θερμότητα υπό σταθερό όγκο

## Εσωτερική Ενέργεια Αερίου

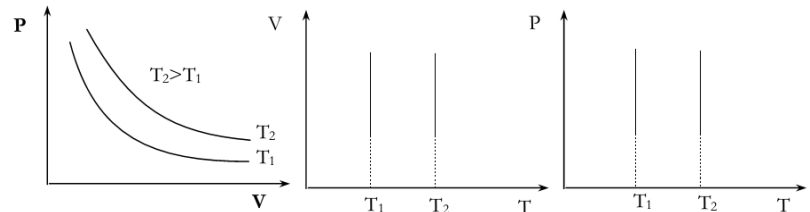
$$U = nC_v T$$

(Νόμος Boyle)  $pV = \text{σταθ}$

$$\Delta U = 0 \quad \text{και}$$

$$Q = W = nRT \ln \left( \frac{V_{\text{τελ}}}{V_{\text{αρχ}}} \right)$$

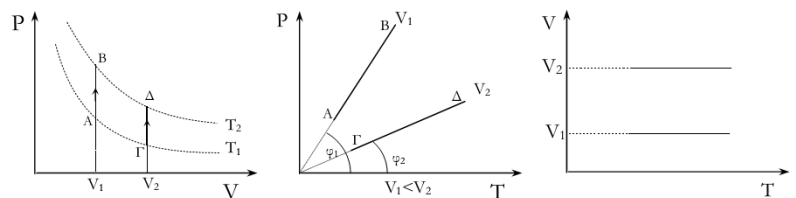
## Νόμος Ισόθερμης Μεταβολής



## Νόμος Ισόχωρης Μεταβολής

(Νόμος Charles)  $\frac{p}{T} = \text{σταθ}$

$$W = 0 \quad \text{και} \quad Q = \Delta U = nC_v \Delta T$$

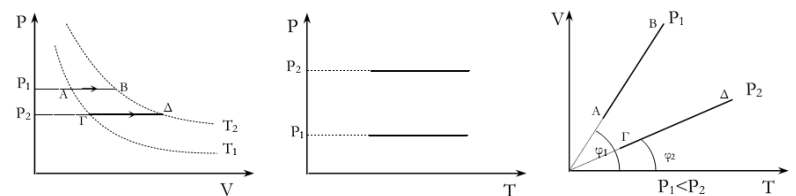


## Νόμος Ισοβαρούς Μεταβολής

(Νόμος Gay - Lussac)  $\frac{V}{T} = \text{σταθ}$

$$W = p \Delta V = nR \Delta T$$

$$\Delta U = nC_v \Delta T \quad \text{και} \quad Q = nC_p \Delta T$$

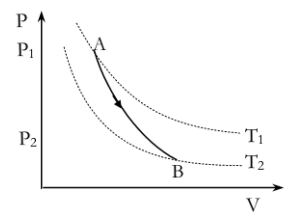


## Νόμος Αδιαβατικής Μεταβολής

(Νόμος Poisson)  $pV^\gamma = \text{σταθ}$ ,  $Q = 0$ ,  $\Delta U = nC_v \Delta T$  και  $W = \frac{p_2 V_2 - p_1 V_1}{1 - \gamma}$

ή από 1° Θ.Ν.  $W = -\Delta U = -nC_v \Delta T$

άλλες εκφράσεις του νόμου του Poisson:  $TV^{\gamma-1} = \text{σταθ}$  ή  $T^\gamma p^{1-\gamma} = \text{σταθ}$



## Συνδυαστικός Νόμος Αερίων

$$\frac{pV}{T} = \text{σταθ}$$

## Κυκλική μεταβολή

Είναι η μεταβολή που η τελική κατάσταση συμπίπτει με την αρχική. Ισχύουν:

- Επειδή η συνολική μεταβολή της θερμοκρασίας είναι  $\Delta T = 0$  θα είναι και  $\Delta U = nC_v \Delta T = 0$ .
- Από τον 1° Θ.Ν.:  $Q = W$ .
- Το έργο στην κυκλική μεταβολή είναι πάντα το εμβαδό που ορίζει η κλειστή καμπύλη στο διάγραμμα p-V και είναι θετικό όταν η καμπύλη είναι δεξιόστροφη και αρνητικό όταν η καμπύλη είναι αριστερόστροφη.

### Θερμική Μηχανή

Είναι μία διάταξη που μετατρέπει την θερμότητα σε ωφέλιμο έργο, χρησιμοποιώντας την κυκλική μεταβολή ενός αερίου. Το αέριο απορροφά ενέργεια  $Q_h$  από την θερμή δεξαμενή θερμοκρασίας  $T_h$  και αποδίδει θερμότητα  $Q_c$  στην ψυχρή δεξαμενή θερμοκρασίας  $T_c < T_h$ . Η μηχανή αποδίδει επίσης έργο  $W = Q_h - |Q_c|$

Συντελεστής απόδοσης.

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

### Κύκλος Carnot

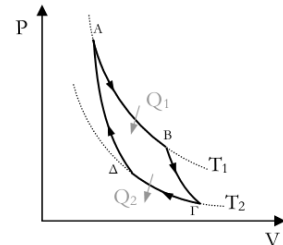
Αποτελείται από:

AB: ισόθερμη εκτόνωση κατά την οποία απορροφά θερμότητα  $Q_1$ .

ΒΓ: αδιαβατική εκτόνωση μέχρι την θερμοκρασία  $T_2$ .

ΓΔ: ισόθερμη συμπίεση κατά την οποία αποβάλλει θερμότητα  $Q_2$ .

ΔΑ: αδιαβατική συμπίεση μέχρι την αρχική θερμοκρασία  $T_1$ .



### Θεώρημα Carnot.

Ο συντελεστής απόδοσης του κύκλου Carnot ότι είναι ο μέγιστος από κάθε θερμική μηχανή που λειτουργεί μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών  $T_1$  και  $T_2$ .

Απόδοση κύκλου Carnot.

$$e_c = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

### Β' Θερμοδυναμικός Νόμος

#### Διατύπωση Kelvin-Planck:

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί θερμική μηχανή που να μετατρέπει ολόκληρη την θερμότητα που απορροφά σε ωφέλιμο έργο.

#### Διατύπωση Clausius:

Είναι αδύνατο να κατασκευαστεί μηχανή που να μεταφέρει ποσό θερμότητας από ψυχρή δεξαμενή σε θερμή δεξαμενή χωρίς την δαπάνη ενέργειας για τη λειτουργία της.

Σύμφωνα με τη διατύπωση αυτή δεν μπορεί να κατασκευαστεί ψυγείο που να δουλεύει χωρίς δαπάνη ενέργειας.

### Κινήσεις σε πεδία δυνάμεων

- Κίνηση σε ανομοιογενές Ηλεκτρικό Πεδίο

Γενικά το έργο της δύναμης του πεδίου για μετακίνηση φορτίου  $q$  από Α σε Β είναι:  $W_{A \rightarrow B} = q(V_A - V_B)$

Τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται με την διατήρηση της Μηχανικής Ενέργειας.

- Κίνηση σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, παράλληλα στις γραμμές του πεδίου.

$$v = v_0 \pm at \quad \text{και} \quad x = v_0 t \pm \frac{1}{2} at^2 \quad \text{όπου} \quad a = \frac{\Sigma F}{m} \quad \text{και} \quad F_{\eta\lambda} = |q| \cdot E$$

- Κίνηση σε Ομογενές Μαγνητικό Πεδίο με ταχύτητα κάθετη στις γραμμές του πεδίου

Η δύναμη Lorentz είναι η σταθερή και πάντα κάθετη στην ταχύτητα.

Άρα είναι κεντρομόλος και το σώμα κάνει ομαλή κυκλική κίνηση ακτίνας  $R = \frac{mv}{B|q|}$  και περιόδου  $T = \frac{2\pi m}{B|q|}$

### Νόμος επαγωγής σε κινούμενο αγωγό

Η διαφορά δυναμικού που σχηματίζεται στα άκρα αγωγού μήκους  $\ell$  που κινείται με ταχύτητα  $u$  και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου  $B$  είναι:  $E_{επ} = Bv\ell$

**Εναλλασσόμενη τάση:**  $v = V_0 \eta \mu \omega t$  όπου  $V_0$  η μέγιστη τιμή της τάσης

**Εναλλασσόμενο ρεύμα:**  $i = I_0 \eta \mu \omega t$  όπου  $I_0$  η μέγιστη τιμή της έντασης.

### Ενεργός τιμή Έντασης

Είναι η τιμή του υποθετικού συνεχούς ρεύματος το οποίο μας δίνει το ίδιο ποσό θερμότητας με το εναλλασσόμενο αν εφαρμόζεται στην ίδια αντίσταση για τον ίδιο χρόνο.  $I_{εν} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$

### Ενεργός τιμή Τάσης

Είναι η συνεχής τάση που δίνει τιμή έντασης ίση με την ενεργό τιμή της έντασης του εναλλασσόμενου.

$$V_{εν} = \frac{V_0}{\sqrt{2}}$$

### Νόμος του Ohm για το εναλλασσόμενο Ρεύμα

Ισχύει για τις στιγμιαίες, τις ενεργές τιμές και τα πλάτη  $i = \frac{v}{R}$  ή  $I_{εν} = \frac{V_{εν}}{R}$  και  $I_0 = \frac{V_0}{R}$  αντίστοιχα.

### Ισχύς Εναλλασσόμενου

Στιγμιαία ισχύς  $p = v \cdot i$

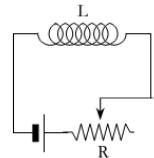
Μέση ισχύς  $p = V_{εν} \cdot I_{εν}$

### Αυτεπαγωγή

Λέγεται το φαινόμενο εμφάνισης ΗΕΔ σε κάποιο πηνίο λόγω μεταβολής της έντασης  $I$  του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

$$E_{ωστ} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

όπου  $L$  ο συντελεστής αυτεπαγωγής του πηνίου με μονάδα 1H (Henry).



Πηνίο που διαρρέεται από ρεύμα  $i$  έχει αποθηκευμένη ενέργεια (μαγνητικού πεδίου)  $U_B = \frac{1}{2} Li^2$