

## ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

### ΘΕΜΑ 1ο

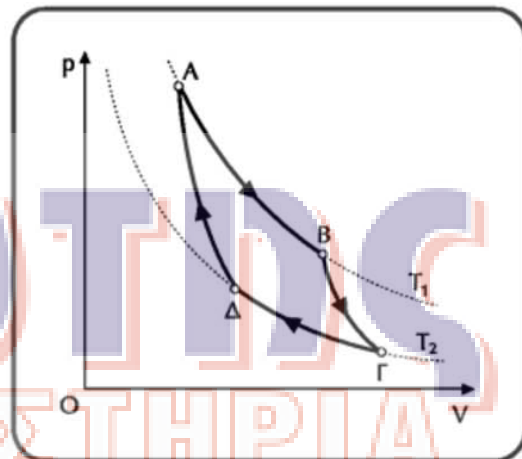
1β, 2α, 3δ, 4α, 5 α-2, β-4, γ-1

### ΘΕΜΑ 2ο

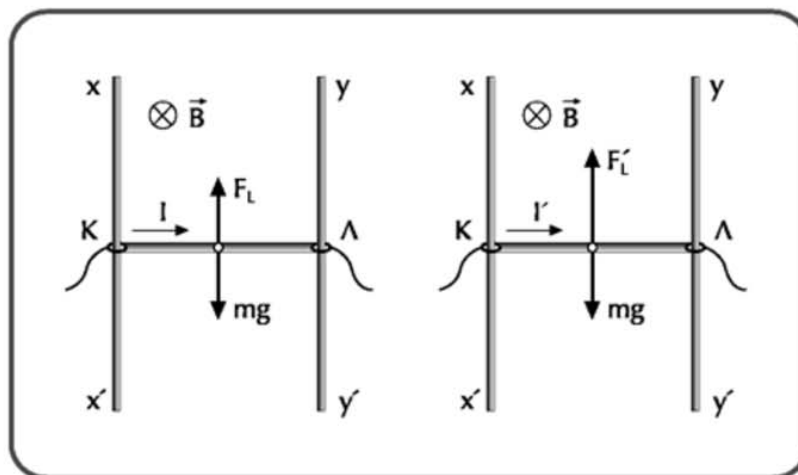
1. Οι μεταβολές του κύκλου Carnot είναι οι εξής:

- α) ισόθερμη εκτόνωση ΑΒ.
- β) αδιαβατική εκτόνωση ΒΓ.
- γ) ισόθερμη συμπίεση ΓΔ.
- δ) αδιαβατική συμπίεση ΔΑ.

Ο κύκλος του Carnot φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα.



2. Σωστή είναι η απάντηση β.



Αρχικά ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί με την επίδραση του βάρους του  $mg$  και

της δύναμης Laplace  $F_L = BI\ell$ , η οποία είναι κατακόρυφη με φορά προς τα πάνω. Δηλαδή, ισχύει:

$$BI\ell = mg$$

Όταν η ένταση του ρεύματος αυξάνεται από  $I$  σε  $I'$ , αυξάνεται το μέτρο της δύναμης Laplace, ενώ το βάρος  $mg$  του αγωγού ΚΛ παραμένει αμετάβλητο. Άρα, θα εμφανιστεί συνισταμένη δύναμη:

$$\Sigma F = F'_L - mg \quad \text{ή} \quad \Sigma F = BI'\ell - mg$$

η οποία έχει φορά προς τα πάνω και επιταχύνει τον αγωγό.

### 3. α. Θεωρία.

β. Ισχύει η σχέση:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT \quad \text{ή} \quad \frac{1}{2}m\bar{u}^2 = \frac{3}{2}kT \quad \text{ή} \quad \bar{u}^2 = \frac{3kT}{m}$$

Παρατηρούμε ότι η ποσότητα  $\bar{u}^2$  εξαρτάται μόνον από τη θερμοκρασία  $T$  του αερίου. Επομένως, επειδή στην ισόθερμη μεταβολή είναι  $T = \text{σταθ.}$ , θα είναι και

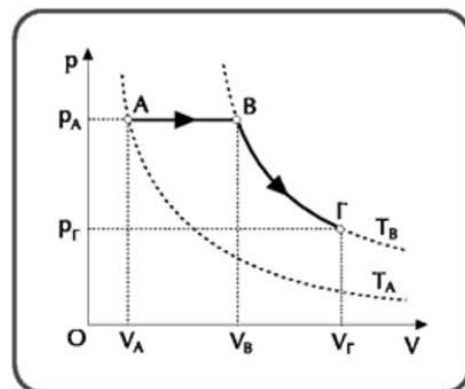
$$\bar{u}^2 = \text{σταθ.}$$

Στη σχέση  $\rho = \frac{1}{3} \frac{Nm}{V} \bar{u}^2$  η ποσότητα  $\bar{u}^2$  παραμένει σταθερή και ο όγκος  $V$  του αερίου μειώνεται (συμπύεση). Άρα, η πίεση  $\rho$  του αερίου αυξάνεται.

### ΘΕΜΑ 3ο

α. Οι μεταβολές φαίνονται στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος.

A	$p_A$	$V_A = 1L$	$T_A = 100K$
B	$p_A$	$V_B$	$T_B$
Γ	$p_\Gamma$	$V_\Gamma$	$T_B$



**β.** Από την καταστατική εξίσωση έχουμε για την κατάσταση A του αερίου:

$$p_A V_A = nRT_A \quad \text{ή} \quad p_A = \frac{nRT_A}{V_A} \quad \text{ή} \quad p_A = \frac{\frac{2}{R} \cdot R \cdot 10^2}{10^{-3}} \frac{N}{m^2} \quad \text{ή}$$
$$\text{ή} \quad p_A = 2 \cdot 10^5 \frac{N}{m^2}$$

Για την ισοβαρή μεταβολή AB έχουμε:

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \quad \text{ή} \quad \frac{V_A}{T_A} = \frac{2V_A}{T_B} \quad \text{ή} \quad T_B = 2T_A \quad \text{ή} \quad T_B = 200K$$

Για την ισόθερμη μεταβολή ΒΓ έχουμε:

$$p_B V_B = p_\Gamma V_\Gamma \quad \text{ή} \quad p_A \cdot 2V_A = \frac{p_A}{2} V_\Gamma \quad \text{ή} \quad V_\Gamma = 4V_A \quad \text{ή} \quad V_\Gamma = 4 \cdot 10^{-3} m^3 \quad \text{ή}$$
$$\text{ή} \quad V_\Gamma = 4L$$

**γ.** Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι:

$$\Delta U_{A\Gamma} = nC_V(T_\Gamma - T_A) \quad \text{ή} \quad \Delta U_{A\Gamma} = \frac{2}{R} \cdot \frac{3R}{2} \cdot (200 - 100) J \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad \Delta U_{A\Gamma} = 300 J$$

**δ.** Ισχύουν οι σχέσεις:

$$\left. \begin{array}{l} \bar{E}_{K,A} = \frac{3}{2} kT_A \\ \bar{E}_{K,B} = \frac{3}{2} kT_B \end{array} \right\} \quad \text{ή} \quad \frac{\bar{E}_{K,A}}{\bar{E}_{K,B}} = \frac{T_A}{T_B} \quad \text{ή} \quad \frac{\bar{E}_{K,A}}{\bar{E}_{K,B}} = \frac{100K}{200K} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad \frac{\bar{E}_{K,A}}{\bar{E}_{K,B}} = \frac{1}{2} \quad \text{ή} \quad \bar{E}_{K,B} = 2\bar{E}_{K,A} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad \bar{E}_{K,B} = 6 \cdot 10^{-20} J$$

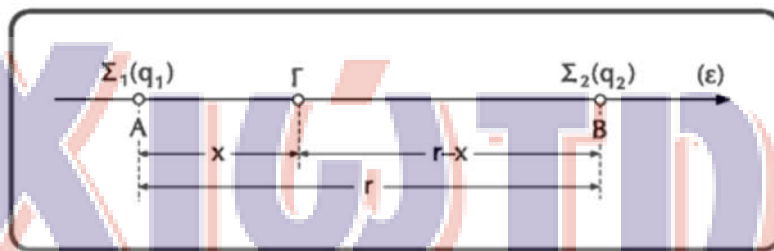
### ΘΕΜΑ 4ο

α. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των δύο φορτισμένων σωματιδίων είναι:

$$U = k_C \frac{q_1 q_2}{r} \quad \text{ή} \quad q_2 = \frac{Ur}{k_C q_1} \quad \text{ή} \quad q_2 = \frac{-4J \cdot 9 \cdot 10^{-1} m}{9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 10 \cdot 10^{-6} C} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad q_2 = -40 \mu C$$

β. i) Έστω Γ ένα σημείο της ευθείας (ε) μεταξύ των δύο σωματιδίων, όπου το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου είναι μηδέν. Θέτουμε (ΑΓ) = x.



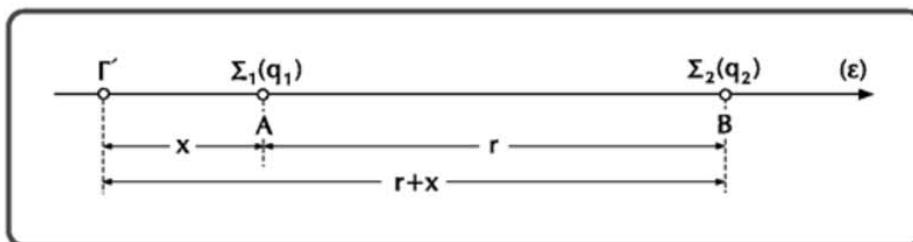
Είναι:

$$V_r = 0 \quad \text{ή} \quad k_C \frac{q_1}{x} + k_C \frac{q_2}{r-x} = 0 \quad \text{ή} \quad \frac{q_1}{x} = -\frac{q_2}{r-x} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad \frac{r-x}{x} = \frac{-q_2}{q_1} \quad \text{ή} \quad \frac{r-x}{x} = \frac{-(-40 \mu F)}{10 \mu F} \quad \text{ή} \quad \frac{r-x}{x} = 4 \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad x = \frac{r}{5} \quad \text{ή} \quad x = \frac{90 cm}{5} \quad \text{ή} \quad x = 18 cm$$

ii) Έστω Γ' ένα σημείο αριστερά του σωματιδίου Σ, όπου το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου είναι μηδέν. Θέτουμε (ΑΓ') = x.



Είναι:

$$V_{r'} = 0 \quad \text{ή} \quad k_C \frac{q_1}{x} + k_C \frac{q_2}{r+x} = 0 \quad \text{ή} \quad \frac{q_1}{x} = -\frac{q_2}{r+x} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad \frac{r+x}{x} = \frac{-q_2}{q_1} \quad \text{ή} \quad \frac{r+x}{x} = \frac{-(-40 \mu\text{F})}{10 \mu\text{F}} \quad \text{ή} \quad \frac{r+x}{x} = 4 \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad x = \frac{r}{3} \quad \text{ή} \quad x = \frac{90 \text{cm}}{3} \quad \text{ή} \quad x = 30 \text{cm}$$

iii) Σε όλα τα σημεία της ευθείας ( $\epsilon$ ) προς τα δεξιά του σωματιδίου  $\Sigma_2$  το δυναμικό  $V_1$  του ηλεκτρικού πεδίου που οφείλεται στο φορτίο  $q_1$  και η απόλυτη τιμή του δυναμικού  $V_2$  του ηλεκτρικού πεδίου που οφείλεται στο φορτίο  $q_2$  είναι πάντοτε διάφορα μεταξύ τους και κατά συνέπεια είναι πάντα  $V_1 + V_2 \neq 0$ .

γ. Έστω  $E$  η ενέργεια που πρέπει να προσφέρουμε. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας έχουμε:

$$K_{\text{αρχ.}} + U_{\text{αρχ.}} + E = K_{\text{τελ.}} + U_{\text{τελ.}} \quad \text{ή} \quad 0 + k_C \frac{q_1 q_2}{r} + E = \frac{1}{2} m v^2 + k_C \frac{q_1 q_2}{2r} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad E = \frac{1}{2} m v^2 - k_C \frac{q_1 q_2}{2r} \quad \text{ή} \quad E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{U}{2} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad E = \frac{1}{2} \cdot 10^{-4} \text{kg} \cdot \left(10^2 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \frac{(-4 \text{J})}{2} \quad \text{ή} \quad E = 2,5 \text{J}$$