ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο

1β, **2**α, **3**δ, **4**α, **5** α–2, β–4, γ–1

ΘΕΜΑ 2ο

1. Οι μεταβολές του κύκλου Carnot είναι οι εξής:

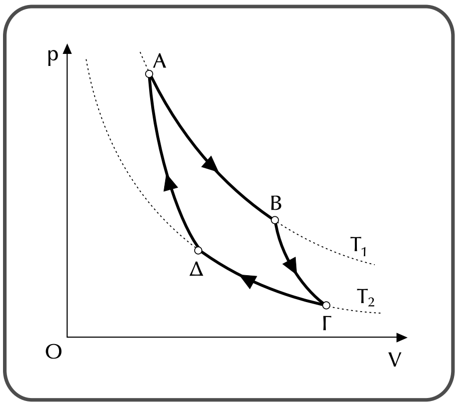
α) ισόθερμη εκτόνωση ΑΒ.

β) αδιαβατική εκτόνωση ΒΓ.

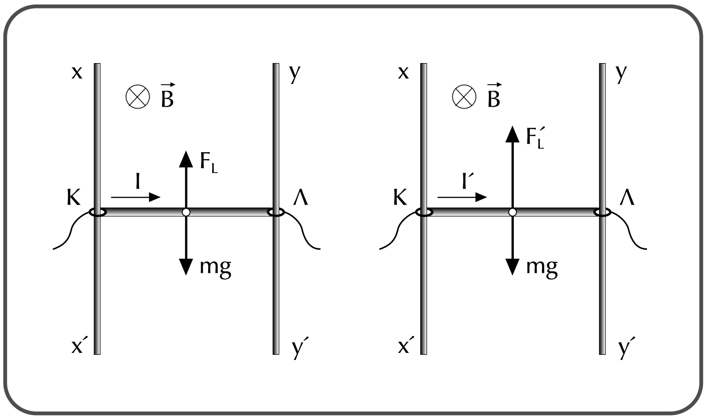
γ) ισόθερμη συμπίεση ΓΔ.

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:

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

Παρατηρούμε ότι η ποσότητα $\overline{\upsilon^2}$ εξαρτάται μόνον από τη θερμοκρασία T του αερίου. Επομένως, επειδή στην ισόθερμη μεταβολή είναι $T = \sigma\tau\alpha\theta.$, θα είναι και

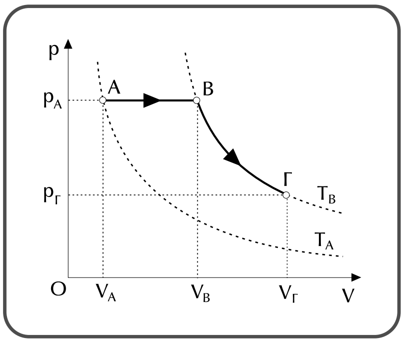
$$\overline{\upsilon^2} = \sigma\tau\alpha\theta.$$

Στη σχέση $p = \frac{1}{3}\frac{Nm}{V}\overline{\upsilon^2}$ η ποσότητα $\overline{\upsilon^2}$ παραμένει σταθερή και ο όγκος V του αερίου μειώνεται (συμπίεση). Άρα, η πίεση p του αερίου αυξάνεται.

ΘΕΜΑ 3ο

α. Οι μεταβολές φαίνονται στο διάγραμμα του διπλανού σχήματος.

Α	p_A	$V_A = 1\,L$	$T_A = 100\,K$
Β	p_A	V_B	T_B
Γ	p_Γ	V_Γ	T_B



β. Από την καταστατική εξίσωση έχουμε για την κατάσταση Α 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 ΑΒ 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:

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

$$\text{ή} \quad \boldsymbol{V_\Gamma = 4L}$$

γ. Η μεταβολή της εσωτερικής ενέργειας του αερίου είναι:

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

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

δ. Ισχύουν οι σχέσεις:

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

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

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

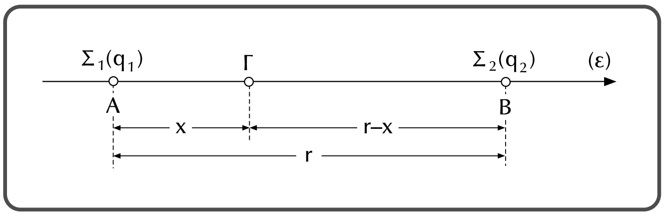
ΘΕΜΑ 4ο

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

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

$$\text{ή} \quad \boldsymbol{q_2 = -40\,\mu C}$$

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



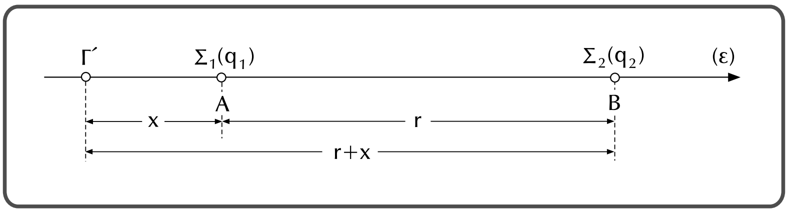
Είναι:

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

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

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

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



Είναι:

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

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

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

iii) Σε όλα τα σημεία της ευθείας (ε) προς τα δεξιά του σωματιδίου Σ_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:

$$K_{\alpha\rho\chi.}+U_{\alpha\rho\chi.}+E=K_{\tau\varepsilon\lambda.}+U_{\tau\varepsilon\lambda.} \quad \text{ή} \quad 0+k_C\frac{q_1q_2}{r}+E=\frac{1}{2}m\upsilon^2+k_C\frac{q_1q_2}{2r} \quad \text{ή}$$

$$\text{ή} \quad E=\frac{1}{2}m\upsilon^2-k_C\frac{q_1q_2}{2r} \quad \text{ή} \quad E=\frac{1}{2}m\upsilon^2-\frac{U}{2} \quad \text{ή}$$

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