# Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

# ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ

# ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

## ΘΕΜΑ 1ο

**1.** β, **2.** γ, **3.** δ, **4.** γ, **5.** α. Σ, β. Λ, γ. Λ, δ. Σ, ε. Λ

## ΘΕΜΑ 2ο

**1.** Η θερμική μηχανή που λειτουργεί με κύκλο Carnot, όπως και κάθε άλλη θερμική μηχανή έχει απόδοση που δίνεται από τη σχέση:

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

Στον κύκλο Carnot όμως $Q_c = Q_2$ στην ισόθερμη συμπίεση, για την οποία ισχύει $Q_2 = W_2$, άρα $Q_c = W_2$ $(2)$.

Επίσης $Q_h = Q_1$ στην ισόθερμη εκτόνωση, για την οποία ισχύει $Q_1 = W_1$, άρα $Q_h = W_1$ $(3)$

Από (1), (2) και (3) έχουμε:

$e = 1 - \frac{|W_2|}{W_1}$ άρα $\frac{|W_2|}{W_1} = 1 - e$

και $|W_2| = (1-e)W_1$, $W_2 < 0$, άρα $W_2 = W_1(e-1)$.

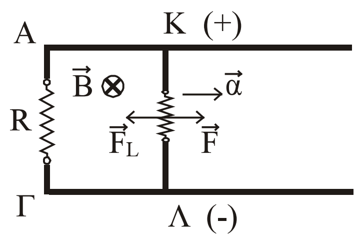
Η σχέση (β) είναι η σωστή.

**2.** Λόγω της κίνησης του αγωγού ΚΛ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (Ο.Μ.Π.) αναπτύσσεται στα άκρα του ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή, που δίνεται από τη σχέση $E_{επ} = B\upsilon\ell$ (1) με το (+) στο Κ.

Το κύκλωμα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα που δίνεται από τη σχέση $I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}}$ ή $I_{επ} = \frac{B\upsilon\ell}{2R}$ $(2)$

Επειδή ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ρεύμα $I_{επ}$ και βρίσκεται σε Ο.Μ.Π. ασκείται σ'αυτόν δύναμη Laplace, που δίνεται από τη σχέση

$F_L = BI_{επ}\ell$ ή $F_L = \frac{B^2\upsilon\ell^2}{2R}$ $(3)$.




Η $F_L$ έχει φορά αντίθετη της κίνησης του αγωγού ΚΛ. Για να κινείται ο αγωγός ΚΛ με σταθερή επιτάχυνση $\vec{\alpha}$

πρέπει να ισχύει:

$\Sigma\vec{F} = m\vec{\alpha}$ ή $F - F_L = m\alpha$ ή

$F - \dfrac{B^2\upsilon\ell^2}{R_1R_2} = m\alpha$ ή $F = \dfrac{B^2\upsilon\ell^2}{R_1R_2} + m\alpha \ (4)$

Όμως $\upsilon = \alpha t$ (5) εφ'όσον η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη χωρίς αρχική ταχύτητα.

Από (4) και (5) έχουμε: $F = \dfrac{B^2\alpha\ell^2}{R_1 + R_2} t + m\alpha \ (6)$

Η παραπάνω σχέση είναι ευθεία που δεν περνά από την αρχή των αξόνων. Άρα σωστή γραφική παράσταση είναι η β.

**3. A.** Τα σωματίδια θα εκτελέσουν κυκλικές τροχιές με ακτίνες

$R_1 = \dfrac{m_1\upsilon_1}{Bq_1}$ και $R_2 = \dfrac{m_2\upsilon_2}{Bq_2}$.

Ο λόγος των ακτίνων θα είναι:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m_1\upsilon_1}{Bq_1}}{\frac{m_2\upsilon_2}{Bq_2}} \quad ή \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1\upsilon_1 Bq_2}{m_2\upsilon_2 Bq_1} \ (1)$$

Επειδή $m_2 = 2m_1$, $q_1 = q_2$ και $\upsilon_1 = \upsilon_2$ η (1) γίνεται:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1\upsilon_1 Bq_1}{2m_1\upsilon_1 Bq_1} \quad ή \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$$

**B.** Τα σωματίδια θα επιστρέψουν στο σημείο βολής έχοντας διαγράψει κυκλικές τροχιές σε χρόνους $T_1 = \dfrac{2\pi m_1}{Bq_1}$ και $T_2 = \dfrac{2\pi m_2}{Bq_2}$.

Ο λόγος των περιόδων θα είναι: $\dfrac{T_1}{T_2} = \dfrac{\frac{2\pi m_1}{Bq_1}}{\frac{2\pi m_2}{Bq_2}}$ ή $\dfrac{T_1}{T_2} = \dfrac{2\pi m_1 Bq_2}{2\pi m_2 Bq_1} \ (2)$

Επειδή $m_2 = 2m_1$ και $q_1 = q_2$ η (2) γίνεται:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi m_1 Bq_1}{2\pi 2m_1 Bq_1} \quad ή \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \quad ή \quad T_2 = 2T_1.$$

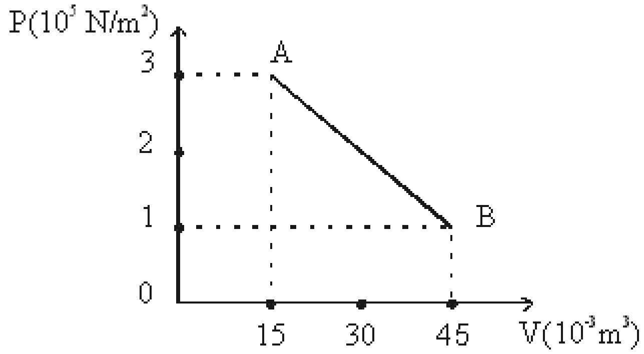
Άρα το σωματίδιο με μάζα $m_1$ θα επιστρέψει πρώτο στο σημείο βολής Ο.

## ΘΕΜΑ 3ο

α) $P = 4.10^5 - \frac{1}{15}10^8 V$

Για $V_A = 15.10^{-3}\ m^3$ $\quad P_A = \left(4.10^5 - \frac{1}{15}10^8.15.10^{-3}\right) N/m^2$ ή $P_A = 3.10^5 N/m^2$.

Για $V_B = 45.10^{-3}\ m^3$ $\quad P_B = \left(4.10^5 - \frac{1}{15}10^8.45.10^{-3}\right) N/m^2$ ή $P_B = 10^5 N/m^2$.




β) Το έργο του αερίου κατά τη μεταβολή ΑΒ ισούται αριθμητικά με το εμβαδόν που περικλείεται από τη γραφική παράσταση και τον άξονα των όγκων.

Δηλαδή $W_{AB} = \frac{\left(3.10^5 + 10^5\right).30.10^{-3}}{2} j$ ή $W_{AB} = 6000 j$

γ) Γνωρίζουμε ότι ο τύπος της εσωτερικής ενέργειας του αερίου σε κάθε κατάσταση είναι $U = \frac{3}{2}nRT$.

Άρα $\frac{U_A}{U_B} = \frac{\frac{3}{2}nRT_A}{\frac{3}{2}nRT_B}$ ή $\frac{U_A}{U_B} = \frac{nRT_A}{nRT_B}$ ή $\frac{U_A}{U_B} = \frac{P_A V_A}{P_B V_B}$

ή $\frac{U_A}{U_B} = \frac{3.10^5 N/m^2.15.10^{-3} m^3}{10^5 N/m^2.45.10^{-3} m^3}$ ή $\frac{U_A}{U_B} = 1$

δ) Για την αδιαβατική μεταβολή ΒΓ ισχύει ο νόμος του Poisson

$P_B V_B^\gamma = P_\Gamma V_\Gamma^\gamma$ ή $\left(\frac{V_\Gamma}{V_B}\right)^\gamma = \frac{P_B}{P_\Gamma}$ ή $\left(\frac{V_\Gamma}{V_B}\right)^{\frac{5}{3}} = \frac{1}{32}$

ή $\left(\frac{V_\Gamma}{V_B}\right)^{\frac{5}{3}} = \frac{1}{2^5}$ ή $\left(\frac{V_\Gamma}{V_B}\right) = \left(\frac{1}{2^5}\right)^{\frac{3}{5}}$ ή $\left(\frac{V_\Gamma}{V_B}\right) = \frac{1}{2^3}$ ή

$\frac{V_\Gamma}{V_B} = \frac{1}{8}$ ή $V_\Gamma = \frac{1}{8}V_B$ ή $V_\Gamma = \frac{45}{8}.10^{-3} m^3$

Το έργο του αερίου για την αδιαβατική ΒΓ θα είναι:

$$W_{B\Gamma} = \frac{P_B V_B - P_\Gamma V_\Gamma}{\gamma - 1} \quad ή$$

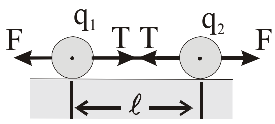
$$W_{B\Gamma} = \frac{10^5\,N/m^2.45.10^{-3}m^3 - 32.10^5\,N/m^2.\frac{45}{8}.10^{-3}m^3}{\frac{5}{3}-1}$$

$$ή \quad W_{B\Gamma} = \frac{4500-18000}{\frac{2}{3}}\,j \quad ή \quad W_{B\Gamma} = -\frac{40500}{2}\,j$$

$$ή \quad W_{B\Gamma} = -20250\,j$$

**ΘΕΜΑ 4ο**

**Α.** α) Εφόσον το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία, για κάθε σώμα ισχύει:



Σχ.1

$$\Sigma\vec{F} = \vec{0} \quad ή \quad F - T = 0 \quad ή \quad K_C\frac{|q_1 q_2|}{\ell^2} = T$$

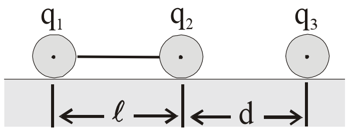
$$T = 9.10^9\,N.m^2/C^2\,\frac{1.10^{-6}\mu C.4.10^{-6}\mu C}{(2m)^2} \quad ή \quad T = 9.10^{-3}\,N$$

β)

$$U_{\sigma\upsilon\sigma} = 0 \quad ή \quad K_C\frac{q_1q_2}{\ell} + K_C\frac{q_2q_3}{d} + K_C\frac{q_1q_3}{\ell+d} = 0$$

$$ή \quad K_C\left(\frac{q_1q_2}{\ell} + \frac{q_2q_3}{d} + \frac{q_1q_3}{\ell+d}\right) = 0$$

$$ή \quad \frac{q_1q_2}{\ell} + \frac{q_2q_3}{d} + \frac{q_1q_3}{\ell+d} = 0$$



Σχ.2

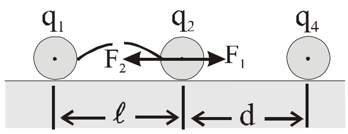
$$ή \quad \frac{1.10^{-6}\mu C.4.10^{-6}\mu C}{2m} + \frac{4.10^{-6}\mu C.q_3}{2m} + \frac{1.10^{-6}\mu C.q_3}{(2+2)m} = 0$$

$$ή \quad 2.10^{-6} + 2.q_3 + \frac{1}{4}q_3 = 0 \quad ή \quad q_3\left(2+\frac{1}{4}\right) = -2.10 \quad ή \quad \frac{9}{4}q_3 = -2.10^{-6}$$

$$ή \quad q_3 = -\frac{8}{9}10^{-6} \quad ή \quad q_3 = -\frac{8}{9}\mu C.$$

**Β.** α) $F_1 = K_C \dfrac{|q_1 q_2|}{\ell^2} = 9.10^9\,\text{N.m}^2/\text{C}^2\ \dfrac{1.10^{-6}\mu\text{C}.4.10^{-6}\mu\text{C}}{2^2} = 9.10^{-3}\ \text{N}$

$F_2 = K_C \dfrac{|q_2 q_4|}{d^2} = 9.10^9\,\text{Nm}^2/\text{C}^2\ \dfrac{4.10^{-6}\mu\text{C}.4.10^{-6}\mu\text{C}}{2^2} = 36.10^{-3}\ \text{N}$

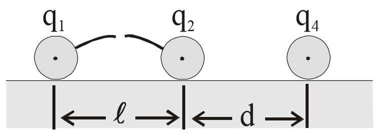



Επειδή $F_2 > F_1$ το φορτίο $q_2$ θα κινηθεί προς τα αριστερά (προς το $q_1$)

β) ΑΔΜΕ: $K_{αρχ} + U_{αρχ} = K_{τελ} + U_{τελ}$

$0 + K_C \dfrac{q_1 q_2}{\ell} + K_C \dfrac{q_2 q_4}{d} = 0 + K_C \dfrac{q_1 q_2}{x} + K_C \dfrac{q_2 q_4}{d+\ell-x}$

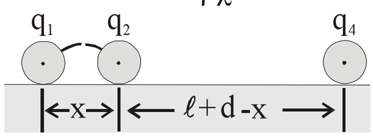
ή $\dfrac{q_1}{\ell} + \dfrac{q_4}{d} = \dfrac{q_1}{x} + \dfrac{q_4}{d+\ell-x}$



Αρχ.

ή $\dfrac{1.10^{-6}}{2} + \dfrac{4.10^{-6}}{2} = \dfrac{1.10^{-6}}{x} + \dfrac{4.10^{-6}}{4-x}$

ή $\dfrac{1}{2} + 2 = \dfrac{1}{x} + \dfrac{4}{4-x}$



Τελ.

$\dfrac{5}{2} = \dfrac{1}{x} + \dfrac{4}{4-x}$

ή $5x(4-x) = 2(4-x) + 2x.4$

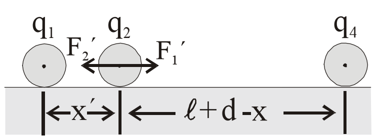
ή $20x - 5x^2 = 8 - 2x + 8x$ ή $5x^2 - 14x + 8 = 0$

$\Delta = \beta^2 - 4\alpha\gamma = (-14)^2 - 4.5.8 = 196 - 160 \Rightarrow \Delta = 36$

$x_{1,2} = \dfrac{-(-14) \pm \sqrt{36}}{2.5} = \dfrac{14 \pm 6}{10}$ $\Big\langle$ $\dfrac{20}{10} = 2\text{m}$ Απορρίπτεται; $\dfrac{8}{10} = 0{,}8\text{m}$ Δεκτή

γ) Η κινητική ενέργεια που αποκτά το φορτίο $q_1$ θα γίνει μέγιστη όταν $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$ ή $F_1' - F_2' = 0$ ή $F_1' = F_2'$

$K_C \dfrac{|q_1 q_2|}{x'^2} = K_C \dfrac{|q_2 q_4|}{(d+\ell-x')^2}$




ή $\dfrac{|q_1|}{x'^2} = \dfrac{|q_2|}{(d+\ell-x')^2}$ ή $\dfrac{1.10^{-6}\mu\text{C}}{x'^2} = \dfrac{4.10^{-6}\mu\text{C}}{(4-x')^2}$

ή $(4-x')^2 = 4x'^2$ ή $4 - x' = \pm 2x'$ $\Big\langle$ $4-x'=2x'$ ή $3x'=4$ ή $x'=\dfrac{4}{3}\text{m}$ Δεκτή; $4-x'=-2x$ ή $2x'-x'=-4$ ή $x'=-4$ απορρίπτεται

Α.Δ.Μ.Ε: $K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{max} + U_{\tau\varepsilon\lambda}$

ή $K_C \dfrac{q_1 q_2}{\ell} + K_C \dfrac{q_2 q_4}{d} = K_{max} + K_C \dfrac{q_1 q_2}{x'} + K_C \dfrac{q_2 q_4}{\ell + d - x'}$

ή $K_{max} = K_C \left( \dfrac{q_1 q_2}{\ell} + \dfrac{q_2 q_4}{d} - \dfrac{q_1 q_2}{x'} - \dfrac{q_2 q_4}{\ell + d - x'} \right)$

ή $K_{max} = 9.10^{-3}\,j$