



Β' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΦΥΣΙΚΗ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1°

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

ΘΕΜΑ 2°

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

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

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

$$Q_1 = W_1, \text{ άρα } Q_h = W_1 \quad (3)$$

Από (1), (2) και (3) έχουμε:

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

$$\text{και } |W_2| = (1 - e) W_1$$

Η σχέση (β) είναι η σωστή.

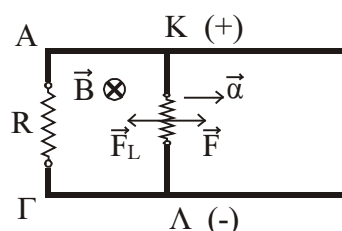
2. Λόγω της κίνησης του αγωγού ΚΛ σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (Ο.Μ.Π.) αναπτύσσεται στα άκρα του ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή, που δίνεται από τη σχέση $E_{επ} = Bv\ell$ (1) με το (+) στο Κ. Το κύκλωμα διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα που δίνεται από τη

$$\text{σχέση } I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \text{ ή } I_{επ} = \frac{Bv\ell}{2R} \quad (2)$$

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

$$F_L = BI_{επ}\ell \text{ ή } F_L = \frac{B^2 v \ell^2}{2R} \quad (3)$$

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



πρέπει να ισχύει:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad \text{ή} \quad F - F_L = ma \quad \text{ή}$$

$$F - \frac{B^2 v \ell^2}{R_1 R_2} = ma \quad \text{ή} \quad F = \frac{B^2 v \ell^2}{R_1 R_2} + ma \quad (4)$$

Όμως $v = at$ (5) εφ'όσον η κίνηση είναι ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη χωρίς αρχική ταχύτητα.

$$\text{Από (4) και (5) έχουμε: } F = \frac{B^2 a \ell^2}{R_1 + R_2} t + ma \quad (6)$$

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

3. Α. Τα σωματίδια θα εκτελέσουν κυκλικές τροχιές με ακτίνες

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{B q_1} \quad \text{και} \quad R_2 = \frac{m_2 v_2}{B q_2}.$$

Ο λόγος των ακτίνων θα είναι:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{m_1 v_1}{B q_1}}{\frac{m_2 v_2}{B q_2}} \quad \text{ή} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v_1 B q_2}{m_2 v_2 B q_1} \quad (1)$$

Επειδή $m_2 = 2m_1$, $q_1 = q_2$ και $v_1 = v_2$ η (1) γίνεται:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v_1 B q_1}{2m_1 v_1 B q_1} \quad \text{ή} \quad \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$$

Β. Τα σωματίδια θα επιστρέψουν στο σημείο βολής έχοντας διαγράψει κυκλικές τροχιές σε χρόνους $T_1 = \frac{2\pi m_1}{B q_1}$ και $T_2 = \frac{2\pi m_2}{B q_2}$.

$$\text{Ο λόγος των περιόδων θα είναι: } \frac{T_1}{T_2} = \frac{\frac{2\pi m_1}{B q_1}}{\frac{2\pi m_2}{B q_2}} \quad \text{ή} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi m_1 B q_2}{2\pi m_2 B q_1} \quad (2)$$

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

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi m_1 B q_1}{2\pi 2m_1 B q_1} \quad \text{ή} \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{2} \quad \text{ή} \quad T_2 = 2T_1.$$

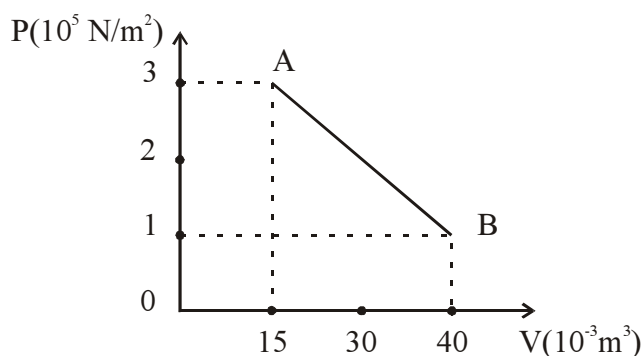
Άρα το σωματίδιο με μάζα m_1 θα επιστρέψει πρώτο στο σημείο βολής Ο.

ΘΕΜΑ 3^ο

$$\alpha) P = 4 \cdot 10^5 - \frac{1}{15} 10^8 V$$

$$\text{Για } V_A = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad P_A = \left(4 \cdot 10^5 - \frac{1}{15} 10^8 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \right) \text{ N/m}^2 \quad \text{ή } P_A = 3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2.$$

$$\text{Για } V_B = 45 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \quad P_B = \left(4 \cdot 10^5 - \frac{1}{15} 10^8 \cdot 45 \cdot 10^{-3} \right) \text{ N/m}^2 \quad \text{ή } P_B = 10^5 \text{ N/m}^2.$$



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

$$\text{Δηλαδή } W_{AB} = \frac{(3 \cdot 10^5 + 10^5) \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{2} \text{ J} \quad \text{ή } W_{AB} = 6000 \text{ J}$$

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

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

$$\text{ή } \frac{U_A}{U_B} = \frac{3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 45 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3} \quad \text{ή } \frac{U_A}{U_B} = 9$$

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

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

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

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

Το έργο του αερίου για την αδιαβατική ΒΓ θα είναι:

$$W_{\text{BF}} = \frac{P_B V_B - P_\Gamma V_\Gamma}{\gamma - 1} \quad \eta$$

$$W_{\text{BF}} = \frac{10^5 \text{ N/m}^2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 32 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2 \cdot \frac{45}{8} \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{\frac{5}{3} - 1}$$

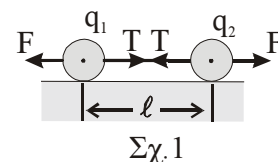
$$\eta \quad W_{\text{BF}} = \frac{4500 - 18000}{\frac{2}{3}} \text{ J} \quad \eta \quad W_{\text{BF}} = -\frac{40500}{2} \text{ J}$$

$$\eta \quad W_{\text{BF}} = -20250 \text{ J}$$

ΘΕΜΑ 4°

- A. α) Εφόσον το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία, για κάθε σώμα ισχύει:

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



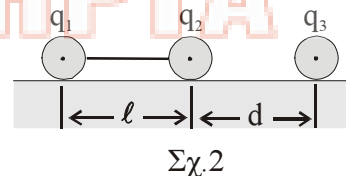
$$T = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \frac{1 \cdot 10^{-6} \mu\text{C} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C}}{(2\text{m})^2} \quad \eta \quad T = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

β)

$$U_{\text{αυσ}} = 0 \quad \eta \quad K_C \frac{q_1 q_2}{\ell} + K_C \frac{q_2 q_3}{d} + K_C \frac{q_1 q_3}{\ell + d} = 0$$

$$\eta \quad K_C \left(\frac{q_1 q_2}{\ell} + \frac{q_2 q_3}{d} + \frac{q_1 q_3}{\ell + d} \right) = 0$$

$$\eta \quad \frac{q_1 q_2}{\ell} + \frac{q_2 q_3}{d} + \frac{q_1 q_3}{\ell + d} = 0$$



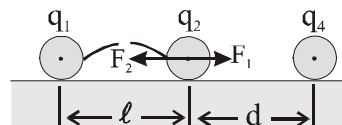
$$\eta \quad \frac{1 \cdot 10^{-6} \mu\text{C} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C}}{2\text{m}} + \frac{4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C} \cdot q_3}{2\text{m}} + \frac{1 \cdot 10^{-6} \mu\text{C} \cdot q_3}{(2+2)\text{m}} = 0$$

$$\eta \quad 2 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot q_3 + \frac{1}{4} q_3 = 0 \quad \eta \quad q_3 \left(2 + \frac{1}{4} \right) = -2 \cdot 10^{-6} \quad \eta \quad \frac{9}{4} q_3 = -2 \cdot 10^{-6}$$

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

$$\text{B. α) } F_1 = K_c \frac{|q_1 q_2|}{\ell^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2 / \text{C}^2 \frac{1 \cdot 10^{-6} \mu\text{C} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C}}{2^2} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F_2 = K_c \frac{|q_2 q_4|}{d^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 / \text{C}^2 \frac{4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C}}{2^2} = 36 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$



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

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

$$0 + K_c \frac{q_1 q_2}{\ell} + K_c \frac{q_2 q_4}{d} = 0 + K_c \frac{q_1 q_2}{x} + K_c \frac{q_2 q_4}{d + \ell - x}$$

$$\text{ή } \frac{q_2}{\ell} + \frac{q_4}{d} = \frac{q_1}{x} + \frac{q_4}{d + \ell - x}$$

$$\text{ή } \frac{1 \cdot 10^{-6}}{2} + \frac{4 \cdot 10^{-6}}{2} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{x} + \frac{4 \cdot 10^{-6}}{4 - x}$$

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

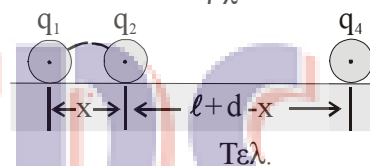
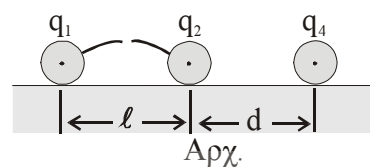
$$\frac{5}{2} = \frac{1}{x} + \frac{4}{4 - x}$$

$$\text{ή } 5x(4 - x) = 2(4 - x) + 2x \cdot 4$$

$$\text{ή } 20x - 5x^2 = 8 - 2x + 8x \quad \text{ή } 5x^2 - 14x + 8 = 0$$

$$\Delta = \beta^2 - 4\alpha\gamma = (-14)^2 - 4 \cdot 5 \cdot 8 = 196 - 160 \Rightarrow \Delta = 36$$

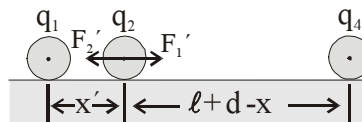
$$x_{1,2} = \frac{-(-14) \pm \sqrt{36}}{2 \cdot 5} = \frac{14 \pm 6}{10} \left\{ \begin{array}{l} \frac{20}{10} = 2\text{m Απορρίπτεται} \\ \frac{8}{10} = 0,8\text{m Δεκτή} \end{array} \right.$$



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 $F_1' = F_2'$

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



$$\text{ή } \frac{|q_1|}{x'^2} = \frac{|q_4|}{(d + \ell - x')^2} \quad \text{ή } \frac{1 \cdot 10^{-6} \mu\text{C}}{x'^2} = \frac{4 \cdot 10^{-6} \mu\text{C}}{(4 - x')^2}$$

$$\text{ή } (4 - x')^2 = 4x'^2 \quad \text{ή } 4 - x' = \pm 2x' \left\{ \begin{array}{l} 4 - x' = 2x' \quad \text{ή } 3x' = 4 \quad \text{ή } x' = \frac{4}{3} \text{m} \quad \text{Δεκτή} \\ 4 - x' = -2x' \quad \text{ή } 2x' - x' = -4 \quad \text{ή } x' = -4 \text{ απορρίπτεται} \end{array} \right.$$

$$\text{Α.Δ.Μ.Ε: } K_{\text{αρχ}} + U_{\text{αρχ}} = K_{\text{max}} + U_{\text{τελ}}$$

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

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

$$\text{ή } K_{\text{max}} = 49.5 \cdot 10^{-3} \text{ j}$$

ΧΙΩΤΗΣ
ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ