

**ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ
Β' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΥΡΙΑΚΗ 22 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 2012
ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ : ΦΥΣΙΚΗ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

A1. β

A2. γ

A3. β

A4. γ

A5.

α. Σ

β. Λ

γ. Σ

δ. Λ

ε. Σ

ΘΕΜΑ Β

B1. Α. Σωστή απάντηση είναι το **γ**.

Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση στις δύο ισόθερμες μεταβολές:

$$(1) : P_1 \cdot V_1 = n_1 \cdot RT_1 \rightarrow P_1 \cdot V_1 = n_1 \cdot RT$$

$$(2) : P_2 \cdot V_2 = n_2 \cdot RT_2 \rightarrow P_2 \cdot V_2 = n_2 \cdot RT$$

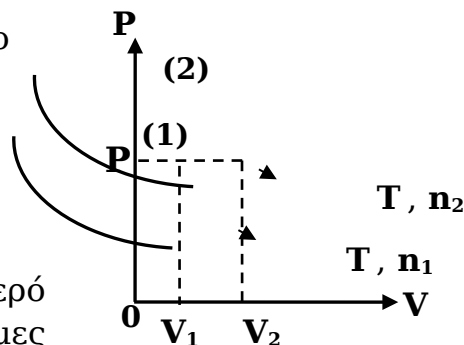
Από το διάγραμμα παρατηρούμε ότι το σταθερό γινόμενο PV για καθεμιά από τις δύο ισόθερμες είναι μεγαλύτερο στη μεταβολή **(2)**, δηλαδή $P_2 \cdot V_2 > P_1 \cdot V_1$. Άρα:

$$P_2 \cdot V_2 > P_1 \cdot V_1 \rightarrow n_2 \cdot RT > n_1 \cdot RT \rightarrow n_2 > n_1.$$

B. Σωστή απάντηση είναι το **α**.

Η μέση κινητική ενέργεια των μορίων του αερίου δίνεται από τον τύπο:

$$\bar{K} = \frac{3}{2} kT, \quad \text{δηλαδή εξαρτάται μόνο από την απόλυτη θερμοκρασία } T.$$



Στην ισόθερμη μεταβολή (1) :

$$\bar{K}_1 = \frac{3}{2}kT_1 \rightarrow \bar{K}_1 = \frac{3}{2}kT$$

Στην ισόθερμη μεταβολή (2) :

$$\bar{K}_2 = \frac{3}{2}kT_2 \rightarrow \bar{K}_2 = \frac{3}{2}kT$$

δηλαδή:

$$\bar{K}_1 = \bar{K}_2$$

B2. Σωστή απάντηση είναι το **α**.

Εφαρμόζουμε την αρχή διατήρησης της μηχανικής ενέργειας για το σύστημα των φορτίων:

$$E_{\text{ΜΗΧ}\alpha\rho\chi} = E_{\text{ΜΗΧ}\tau\epsilon\lambda} \rightarrow K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + U_{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow 0 + K \frac{q_A \cdot q_B}{r} = K_{\tau\epsilon\lambda} + K \frac{q_A \cdot q_B}{2r}$$

$$K_{\tau\epsilon\lambda} = K \frac{q_A \cdot q_B}{r} - K \frac{q_A \cdot q_B}{2r} \rightarrow K_{\tau\epsilon\lambda} = K \frac{q_A \cdot q_B}{2r} \rightarrow K_{\tau\epsilon\lambda} = \frac{U_{\alpha\rho\chi}}{2}$$

B3. A. Σωστή απάντηση είναι το **α**.

Τα σωματίδια A και B εισέρχονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, άρα εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση.

Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου A είναι:

$$R_A = \frac{m_A \cdot v}{B|q_A|} = \frac{m \cdot 2}{B|q|} \rightarrow R_A = \frac{2m}{Bq} \quad (1)$$

Η ακτίνα της κυκλικής τροχιάς του σωματιδίου B είναι:

$$R_B = \frac{m_B \cdot v}{B|q_B|} = \frac{4m}{B|2q|} \rightarrow R_B = \frac{2m}{Bq} \xrightarrow{(1)} \mathbf{R_A = R_B}$$

B. Σωστή απάντηση είναι το **β**.

Τα σωματίδια εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση υπό την επίδραση της δύναμης Lorentz, που παίζει το ρόλο κεντρομόλου δύναμης.

Για την κεντρομόλο επιτάχυνση του σωματιδίου A ισχύει:

$$\alpha_A = \frac{\Sigma F_A}{m_A} = \frac{B v_A |q_A| \eta \mu 90^\circ}{m_A} = \frac{B \cdot 2 v q}{m} \rightarrow \alpha_A = \frac{2 B v q}{m}$$

Για την κεντρομόλο επιτάχυνση του σωματιδίου B ισχύει:

$$\alpha_B = \frac{\Sigma F_B}{m_B} = \frac{B v_B |q_B| \eta \mu 90^\circ}{m_B} = \frac{B v \cdot 2 q}{4 m} \rightarrow \alpha_B = \frac{B v q}{2 m}$$

Ο λόγος των επιταχύνσεων των δύο σωματιδίων είναι:

$$\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{\frac{B v q}{m}}{\frac{B v q}{2 m}} \rightarrow \frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 2$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Εφαρμόζουμε την καταστατική εξίσωση για την κατάσταση A του αερίου:

$$P_A \cdot V_A = n \cdot R \cdot T_A \rightarrow T_A = \frac{P_A \cdot V_A}{n \cdot R} = \frac{4 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{\frac{4}{R} \cdot R} K \rightarrow T_A = 300 K$$

Η μεταβολή A→B είναι ισοβαρής. Άρα:

$$p_B = p_A \rightarrow p_B = 4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$$

$$Q_{AB} = n C_P \Delta T_{AB} \rightarrow \Delta T_{AB} = \frac{Q_{AB}}{n C_P} = \frac{\frac{9000}{4 \cdot 5 R}}{\frac{4}{R} \cdot R} \rightarrow \Delta T_{AB} = 900 \text{ K.}$$

$$\text{Όμως } \Delta T_{AB} = T_B - T_A \rightarrow T_B = 1200 \text{ K}$$

Κατά την ισοβαρή μεταβολή ο όγκος και η απόλυτη θερμοκρασία είναι μεταξύ τους μεγέθη ανάλογα, άρα:

$$V_B = 4 V_A \rightarrow V_B = 12 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Η μεταβολή B→Γ είναι αδιαβατική:

$$C_P = C_V + R \rightarrow C_V = C_P - R \rightarrow C_V = \frac{3R}{2} \quad \text{Άρα } \gamma = \frac{C_P}{C_V} \rightarrow \gamma = \frac{5}{3}.$$

$$T_B \cdot V_B^{\gamma-1} = T_\Gamma \cdot V_\Gamma^{\gamma-1} \rightarrow 1200 \cdot (12 \cdot 10^{-3})^{\gamma-1} = 300 \cdot V_\Gamma^{\gamma-1} \rightarrow 4 \cdot (12 \cdot 10^{-3})^{2/3} = V_\Gamma^{2/3}$$

$$\rightarrow$$

$$[4 \cdot (12 \cdot 10^{-3})^{2/3}]^{3/2} = (V_\Gamma^{2/3})^{3/2} \rightarrow 4^{3/2} \cdot 12 \cdot 10^{-3} = V_\Gamma \rightarrow \mathbf{V_\Gamma = 96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}$$

Η μεταβολή $\Gamma \rightarrow A$ είναι ισόθερμη με $V_A = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = \frac{V_\Gamma}{32}$.

Κατά την ισόθερμη μεταβολή ο όγκος και η πίεση είναι μεταξύ τους μεγέθη αντιστρόφως ανάλογα. Άρα:

$$p_A = 32 p_\Gamma \rightarrow \mathbf{p_\Gamma = 0,25 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2}$$

Συγκεντρώνουμε τις τιμές της πίεσης, του όγκου και της απόλυτης θερμοκρασίας σε πίνακα:

Καταστάσεις	A	B	Γ
$p (\cdot 10^5 \text{ N/m}^2)$	4	4	0,25
$V (\cdot 10^{-3} \text{ m}^3)$	3	12	96
$T(K)$	300	1200	300

$$\mathbf{\Gamma 2. A \rightarrow B: \Delta U_{AB} = n C_V \Delta T_{AB} = \frac{4}{R} \cdot \frac{3R}{2} \cdot 900 \rightarrow \Delta U_{AB} = 5400 \text{ J.}}$$

$$A \rightarrow B: \Delta U_{BF} = n C_V \Delta T_{BF} = \frac{4}{R} \cdot \frac{3R}{2} \cdot (-900) \rightarrow \Delta U_{BF} = -5400 \text{ J.}$$

$$\Gamma \rightarrow A: \Delta U_{\Gamma A} = 0.$$

$$\mathbf{1. A \rightarrow B: Q_{AB} = 9000 \text{ J}}$$

$$B \rightarrow \Gamma: Q_{B\Gamma} = 0$$

$$\Gamma \rightarrow A: Q_{\Gamma A} = W_{\Gamma A} = n \cdot R \cdot T_A \cdot \ln \frac{V_A}{V_\Gamma} = \frac{4}{R} \cdot R \cdot 300 \cdot \ln \frac{3 \cdot 10^{-3}}{96 \cdot 10^{-3}} = 1200 \ln \frac{1}{32} \text{ J} \rightarrow$$

$$Q_{\Gamma A} = 1200 \ln 2^{-5} \text{ J} = 1200(-5) \ln 2 \text{ J} = -6000 \cdot 0,7 \text{ J} \rightarrow \mathbf{Q_{\Gamma A} = -4200 \text{ J.}}$$

$$\text{Άρα } Q_h = Q_{AB} = 9000 \text{ J} \quad \text{και} \quad Q_c = Q_{\Gamma A} = -4200 \text{ J}$$

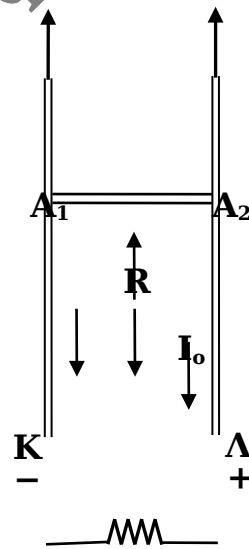
Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής θα είναι:

$$e = 1 - \frac{|Q_c|}{Q_h} = 1 - \frac{4200}{9000} = 1 - \frac{42}{90} = 1 - \frac{7}{15} \rightarrow e = \frac{8}{15}.$$

$$\text{Γ3.} \quad e = \frac{W_{o\Lambda}}{Q_h} \rightarrow W_{o\Lambda} = e \cdot Q_h = \frac{8}{15} \cdot 9000 \text{ J} = 8 \cdot 600 \text{ J} \rightarrow W_{o\Lambda} = 4800 \text{ J}.$$

Το αέριο παράγει στη διάρκεια ενός κύκλου έργο $W_{o\Lambda} = 4800 \text{ J}$.

Άρα στη διάρκεια τριών κύκλων παράγει έργο $W = 3W_{o\Lambda} = 3 \cdot 4800 \text{ J} \rightarrow W = 14400 \text{ J}$.



ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Τη χρονική στιγμή $t=0$ ο αγωγός ΚΛ εκτοξεύεται κατακόρυφα προς τα κάτω και εμφανίζεται στα άκρα του ΗΕΔ από επαγωγή, με την πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα. Επειδή το κύκλωμα είναι επιπλέον κλειστό διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα έντασης I_0 . Στον αγωγό ασκείται δύναμη Laplace με φορά προς τα πάνω και το βάρος του w προς τα κάτω. Τη στιγμή $t=0$:

$$E_{\text{ΗΠ0}} = B \cdot v_0 \cdot L = 4 \text{ V}.$$

$$I_o = \frac{E_{\text{ΕΠ}o}}{R_{o\lambda}} = \frac{E_{\text{ΕΠ}o}}{R+R_1} = \frac{4}{2} \rightarrow I_o = 2A.$$

$$F_{L_o} = B I_o L = 2N.$$

$$w = mg = 0.5 \cdot 10 \text{ N} \rightarrow w = 5N.$$

Από το δεύτερο νόμο του Newton:

$$\Sigma F = m\alpha \rightarrow w - F_{L_o} = m\alpha \rightarrow 5 - 2 = 0,5\alpha \rightarrow \alpha = \frac{3}{0,5} \text{ m/s}^2 \rightarrow \alpha = 6 \text{ m/s}^2.$$

Δ2. Αρχικά ο αγωγός κάνει επιταχυνόμενη κίνηση. Η ταχύτητά του αυξάνεται, άρα η ΗΕΔ από επαγωγή, που εμφανίζεται στα άκρα του, αυξάνεται ($E_{\text{ΕΠ}} = BvL$) και το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα

αυξάνεται ($I = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{R_{o\lambda}}$). Η δύναμη Laplace που ασκείται στον αγωγό επίσης αυξάνεται ($F_L = BIL$). Όσο η F_L είναι μικρότερη από το βάρος, ο αγωγός κάνει επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση που συνεχώς μειώνεται. Κάποια στιγμή η δύναμη Laplace γίνεται ίση με το βάρος ($\Sigma F = 0$), ο αγωγός αποκτά σταθερή(οριακή) ταχύτητα και κάνει πλέον ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Άρα:

$$v = v_{op} \Leftrightarrow \Sigma F = 0 \rightarrow F_L = w = 5N. \quad F_L = BIL \rightarrow I = \frac{F_L}{BL} \rightarrow I = 5A.$$

$$I = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{R_{o\lambda}} \rightarrow E_{\text{ΕΠ}} = I \cdot R_{o\lambda} = 5 \cdot 2V \rightarrow E_{\text{ΕΠ}} = 10V.$$

$$E_{\text{ΕΠ}} = B \cdot v_{op} \cdot L \rightarrow v_{op} = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{BL} \rightarrow v_{op} = 10 \text{ m/s}.$$

Δ3. Όταν ο αγωγός κινείται με την οριακή του ταχύτητα, η διαφορά δυναμικού στα άκρα του είναι:

$$V_{AK} = E_{\text{ΕΠ}} - I \cdot R_1 = 10 - 5 \cdot 1 = 10 - 5 \rightarrow V_{AK} = 5 \text{ V}.$$

$$\text{Όμως } V_{KA} = -V_{AK} \rightarrow V_{KA} = -5 \text{ V}.$$

Η θερμική ισχύς στον αγωγό είναι:

$$P_{R1} = I^2 \cdot R_1 = 25 \cdot 1 \text{ W} \rightarrow P_{R1} = 25 \text{ W}.$$

Δ4. Ο αγωγός αρχίζει να κινείται έχοντας κινητική και δυναμική ενέργεια. Καθώς ο αγωγός κινείται προς τα κάτω η δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική (η ταχύτητα αυξάνεται) και θερμότητα Q στους αντιστάτες. Εφαρμόζουμε αρχή διατήρησης της ενέργειας μεταξύ της αρχικής και τη θέσης που ο αγωγός αποκτά την οριακή του ταχύτητα :

$$E_{\alpha\rho\chi} = E_{\tau\epsilon\lambda} \rightarrow K_{\alpha\rho\chi} + U_{\alpha\rho\chi} = K_{\tau\epsilon\lambda} + Q \rightarrow$$

$$\frac{1}{2} m v_0^2 + mgh = \frac{1}{2} m v_{op}^2 + Q \rightarrow \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 16 + 0,5 \cdot 10 \cdot 6$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,5 \cdot 100 + Q \rightarrow 4 + 30 = 25 + Q \rightarrow \mathbf{Q = 9 \text{ J}}$$

