

ΤΑΞΗ: Β' ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ / ΘΕΤΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ

Ημερομηνία: Κυριακή 22 Απριλίου 2012

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

- A1. δ
- A2. β
- A3. β
- A4. α
- A5. α - Σ, β - Λ, γ - Σ, δ - Λ, ε - Λ

ΘΕΜΑ Β

B1. 1. Σωστή απάντηση η β.
Επειδή τα φορτισμένα σωματίδια εισέρχονται κάθετα στις δυναμικές γραμμές του Ο.Μ.Π. θα τους ασκηθεί από το πεδίο η δύναμη Lorentz, F_{LOR} κάθετη στην ταχύτητά τους, οπότε θα διαγράψουν τμήμα κυκλικής τροχιάς ακτίνας $R = \frac{mv}{Bq}$ και με περίοδο $T = \frac{2\pi m}{Bq}$.

Σωματίδιο A: $R_1 = \frac{2mv}{Bq}$ Σωματίδιο B: $R_2 = \frac{mv}{B2q}$ οπότε

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{2mv}{Bq}}{\frac{mv}{B2q}} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{2 \cdot mv \cdot 2q}{mvBq} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{2 \cdot mv \cdot 2q}{mvBq} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = 4$$

2. Σωστή απάντηση η γ.
Οι τροχιές που θα διαγράψουν τα σωματίδια είναι ημικύκλια, οπότε ο χρόνος εξόδου για το κάθε ένα είναι ίσος με $t = \frac{T}{2}$.

Σωματίδιο A: $t_1 = \frac{1}{2} T_1 = \frac{1}{2} \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{\pi m}{Bq}$

Σωματίδιο B: $t_2 = \frac{1}{2} T_2 = \frac{1}{2} \frac{2\pi m}{B2q} = \frac{\pi m}{2Bq}$

Τα σωματίδια εξέρχονται με χρονική διαφορά (πρώτα εξέρχεται το B):

$$\Delta t = \frac{3\pi m}{2Bq}$$

B2. Σωστή απάντηση η β.

Γνωρίζουμε ότι η γωνιακή ταχύτητα δίνεται από τη σχέση $\omega = 2\pi f$ και ότι η μέγιστη τιμή της εναλλασσόμενης τάσης δίνεται από τη σχέση $V = N \cdot \omega \cdot B \cdot A$. Αφού διπλασιάστηκε η συχνότητα περιστροφής του πλαισίου θα διπλασιαστεί και η γωνιακή ταχύτητα (ω) και η μέγιστη τιμή της τάσης (V).

$$v = 400\sqrt{2} \cdot \eta\mu(200\pi) \text{ (S.I.)}$$

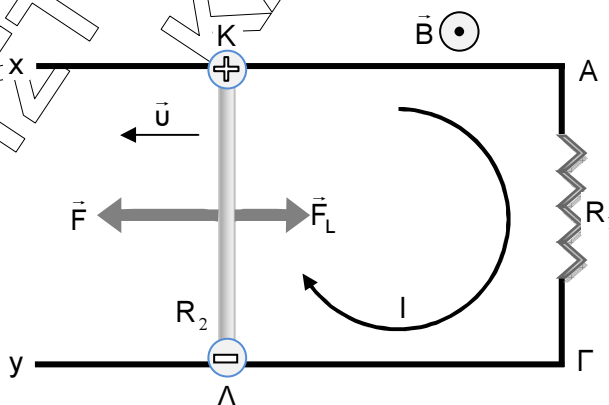
B3. Σωστή απάντηση η α.

Η μόνη δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο B είναι η δύναμη Coulomb (F_c) οπότε ισχύει ότι:

$$E_{\text{αρχ}} = E_{\text{τελ}} \Leftrightarrow U_{\Delta\text{ΥΝ.ΗΛ}} = K_{\text{ΤΕΛ}} \Leftrightarrow \frac{kQq}{d} = \frac{1}{2} mu^2 \Leftrightarrow u = \sqrt{\frac{2kQq}{dm}}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1. Χρησιμοποιώντας τον κανόνα των τριών δακτύλων, βρίσκουμε ότι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, που βρίσκονται στο εσωτερικό του αγωγού, δέχονται δύναμη Lorentz με φορά προς το K. Έτσι στο άκρο K υπάρχει συσσώρευση αρνητικού φορτίου, ενώ στο άκρο Λ έλλειμμα αρνητικού φορτίου ή αλλιώς περίσσεια θετικού φορτίου. Συνεπώς η ζητούμενη πολικότητα εικονίζεται στο παρακάτω σχήμα:



Στο ίδιο σχήμα έχει σχεδιαστεί και η φορά του επαγωγικού ρεύματος. Λόγω της ύπαρξης του επαγωγικού ρεύματος ο αγωγός δέχεται από το μαγνητικό πεδίο δύναμη Laplace, η φορά της οποίας (με χρήση και πάλι του κανόνα των τριών δακτύλων) προκύπτει αντίθετη από τη φορά της δύναμης F.

Γ2. Για τον κινούμενο αγωγό ισχύουν οι σχέσεις:

$$E_{\text{επ}} = Bv\ell$$

$$I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{Bv\ell}{R_{\text{ολ}}} \quad \text{και} \quad F_L = BIl = \frac{B^2 v \ell^2}{R_{\text{ολ}}}$$

Ο αγωγός θα αποκτήσει σταθερή (οριακή) ταχύτητα, όταν βάσει του 1^{ου} Νόμου Newton θα ισχύει:

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow F = F_L \Leftrightarrow F = \frac{B^2 \cdot u_{\text{op}} \cdot \ell^2}{R_{\text{ολ}}} \Leftrightarrow B^2 \cdot u_{\text{op}} \cdot \ell^2 = FR_{\text{ολ}} \Leftrightarrow$$

$$u_{\text{op}} = \frac{FR_{\text{ολ}}}{B^2 \ell^2} \Leftrightarrow u_{\text{op}} = \frac{F \cdot (R_1 + R_2)}{B^2 \ell^2} \Leftrightarrow u_{\text{op}} = \frac{0,4 \cdot (8 + 2)}{2^2 \cdot 0,5^2} = \frac{0,4 \cdot 10}{4 \cdot 0,25} \Leftrightarrow$$

$$u_{\text{op}} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Γ3. Όταν $u = \frac{u_{\text{op}}}{2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$E_{\text{επ}} = Bv\ell \Leftrightarrow E_{\text{επ}} = 2 \cdot 2 \cdot 0,5 \Leftrightarrow E_{\text{επ}} = 2\text{V}$$

$$I = \frac{E_{\text{επ}}}{R_{\text{ολ}}} = \frac{2}{10} \Leftrightarrow I = 0,2\text{A}$$

$$V_{\text{κλ}} = V_{\text{ΑΓ}} = I \cdot R_1 \Leftrightarrow V_{\text{κλ}} = 0,2 \cdot 8 \Leftrightarrow V_{\text{κλ}} = 1,6\text{V}$$

ή ισοδύναμα, εφόσον ο κινούμενος αγωγός ΚΛ ισοδυναμεί με πηγή ΗΕΔ

$E_{\text{επ}} = 2\text{V}$ και εσωτερικής αντίστασης $R_2 = 2\Omega$, θα ισχύει:

$$V_{\text{κλ}} = E_{\text{επ}} - I \cdot R_2 \Leftrightarrow V_{\text{κλ}} = 2 - 0,2 \cdot 2 \Leftrightarrow V_{\text{κλ}} = 1,6\text{V}$$

Γ4. τη στιγμή που $u = \frac{u_{\text{op}}}{2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκεί το μαγνητικό πεδίο στον αγωγό είναι:

$$F_L = BIl \Leftrightarrow F_L = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,5 \Leftrightarrow F_L = 0,2\text{N}$$

Εφαρμόζοντας τώρα τον 2^ο Νόμο Newton στον κινούμενο αγωγό, έχουμε:

$$\Sigma F = ma \Leftrightarrow F - F_L = ma \Leftrightarrow a = \frac{F - F_L}{m} \Leftrightarrow$$

$$a = \frac{0,4 - 0,2}{0,1} \Leftrightarrow a = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Γ5. Η θερμική ισχύς που αναπτύσσεται στο κύκλωμα τη στιγμή που $u = \frac{u_{\text{op}}}{2} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ είναι:

$$P_{\Theta} = I^2 \cdot R_{\text{ολ}} \Leftrightarrow P_{\Theta} = I^2 \cdot (R_1 + R_2) \Leftrightarrow P_{\Theta} = 0,2^2 \cdot 10 \Leftrightarrow P_{\Theta} = 0,4\text{W}$$

ΘΕΜΑ Δ

- Δ1.** **A → B:** Ισοβαρής θέρμανση (ή εκτόνωση), διότι η πίεση είναι σταθερή, η απόλυτη θερμοκρασία και ο όγκος αυξάνουν ως ανάλογα μεγέθη.
B → Γ: Ισόθερμη εκτόνωση, διότι η απόλυτη θερμοκρασία είναι σταθερή, η πίεση μειώνεται, άρα ο όγκος ως αντιστρόφως ανάλογο μέγεθος της πίεσης θα αυξάνει.
Γ → Δ: Ισοβαρής ψύξη (ή συμπίεση), διότι η πίεση είναι σταθερή, η απόλυτη θερμοκρασία και ο όγκος μειώνονται ως ανάλογα μεγέθη.
Δ → Α: Ισόθερμη συμπίεση, διότι η απόλυτη θερμοκρασία είναι σταθερή, η πίεση αυξάνεται, άρα ο όγκος ως αντιστρόφως ανάλογο μέγεθος της πίεσης θα μειώνεται.

- Δ2.** Με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης p-T, των δεδομένων και των νόμων που ισχύουν στις μεταβολές συμπληρώνεται ο παρακάτω πίνακας.

A → B (Νόμος Gay-Lussac):

$$\frac{V_A}{T_A} = \frac{V_B}{T_B} \Leftrightarrow \frac{V_A}{273} = \frac{2}{546} \Leftrightarrow V_A = 1\text{L} \quad (1)$$

Δ → Α (Νόμος Boyle):

$$p_\Delta \cdot V_\Delta = p_A \cdot V_A \Leftrightarrow p_\Delta \cdot 2 = 8 \cdot 1 \Leftrightarrow p_\Delta = 4\text{atm} \quad (2)$$

Γ → Δ (Ισοβαρής):

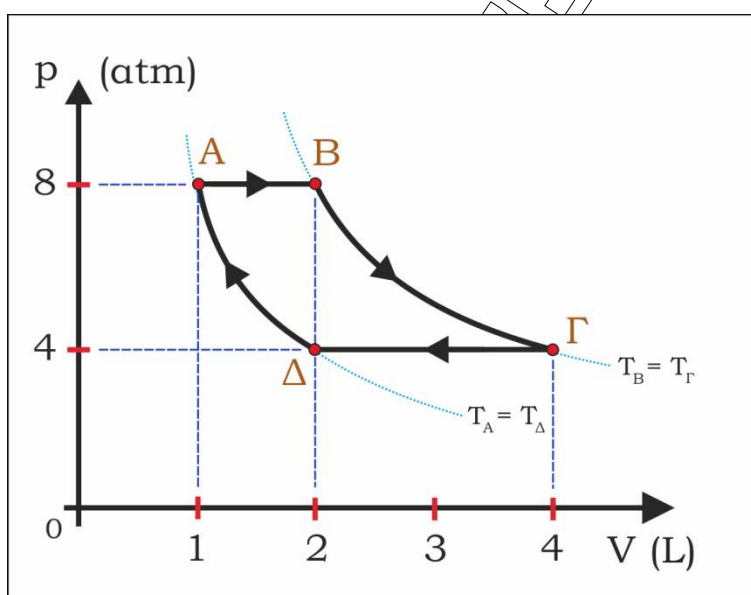
$$p_\Gamma = p_\Delta \Leftrightarrow p_\Gamma = 4\text{atm} \quad (3)$$

B → Γ (Νόμος Boyle):

$$p_B \cdot V_B = p_\Gamma \cdot V_\Gamma \Leftrightarrow 8 \cdot 2 = 4 \cdot V_\Gamma \Leftrightarrow V_\Gamma = 4\text{L} \quad (4)$$

(Εναλλακτικά τον όγκο V_Γ μπορούμε να τον βρούμε με την εφαρμογή του νόμου του Gay-Lussac για την μεταβολή $\Gamma \rightarrow \Delta$).

	Κατ. Α	Κατ. Β	Κατ. Γ	Κατ. Δ
p (atm)	8	8	4 ⁽³⁾	4 ⁽²⁾
V (L)	1 ⁽¹⁾	2	4 ⁽⁴⁾	2
T (K)	273	546	546	273



Δ3. A → B: $W_{AB} = p_A \cdot \Delta V_{AB} \Leftrightarrow W_{AB} = 8 \cdot 10^5 \cdot (2 - 1) \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{W_{AB} = 800J}$

B → Γ: $W_{B\Gamma} = n \cdot R \cdot T_B \cdot \ln \frac{V_\Gamma}{V_B} \Leftrightarrow W_{B\Gamma} = p_B \cdot V_B \cdot \ln \frac{V_\Gamma}{V_B} \Leftrightarrow$
 $W_{B\Gamma} = 8 \cdot 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot \ln \frac{4}{2} \Leftrightarrow W_{B\Gamma} = 1600 \cdot \ln 2 \Leftrightarrow$
 $\boxed{W_{B\Gamma} = 1120J}$

Γ → Δ: $W_{\Gamma\Delta} = p_\Gamma \cdot \Delta V_{\Gamma\Delta} \Leftrightarrow W_{\Gamma\Delta} = 4 \cdot 10^5 \cdot (2 - 4) \cdot 10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{W_{\Gamma\Delta} = -800J}$

Δ → A: $W_{\Delta A} = n \cdot R \cdot T_A \cdot \ln \frac{V_A}{V_\Delta} \Leftrightarrow W_{\Delta A} = p_A \cdot V_A \cdot \ln \frac{V_A}{V_\Delta} \Leftrightarrow$
 $W_{\Delta A} = 8 \cdot 10^5 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot \ln \frac{1}{2} \Leftrightarrow W_{\Delta A} = -800 \cdot \ln 2 \Leftrightarrow$
 $\boxed{W_{\Delta A} = -560J}$

Το ωφέλιμο (συνολικό) έργο είναι ίσο με το αλγεβρικό άθροισμα των επιμέρους έργων:

$$\begin{aligned}
 W_{\omega\phi} &= W_{AB} + W_{BG} + W_{GD} + W_{DA} \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow W_{\omega\phi} &= 800 + 1120 - 800 - 560 \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow W_{\omega\phi} &= 560\text{J}
 \end{aligned}$$

Δ4. Θερμότητα απορροφάται στις εξής μεταβολές:

A → B: $W_{AB} > 0$, $\Delta U_{AB} > 0$ άρα σύμφωνα με τον Α' νόμο της Θερμοδυναμικής και το $Q_{AB} > 0$.

$$\begin{aligned}
 Q_{AB} &= \frac{5}{2} n \cdot R \cdot \Delta T_{AB} \Leftrightarrow Q_{AB} = \frac{5}{2} \cdot W_{AB} \Leftrightarrow Q_{AB} = \frac{5}{2} \cdot 800 \Leftrightarrow \\
 \Leftrightarrow Q_{AB} &= 2000\text{J}
 \end{aligned}$$

B → Γ: $W_{BG} > 0$, $\Delta U_{AB} = 0$ άρα σύμφωνα με τον Α' νόμο της Θερμοδυναμικής και το $Q_{BG} > 0$.

$$Q_{BG} = W_{BG} + \Delta U_{BG} \Leftrightarrow Q_{BG} = 1120\text{J}$$

Η συνολική θερμότητα που απορροφάται στη διάρκεια ενός κύκλου είναι ίση με:

$$Q_h = Q_{AB} + Q_{BG} \Leftrightarrow Q_h = 2000 + 1120 \Leftrightarrow Q_h = 3120\text{J}$$

Η απόδοση της θερμικής μηχανής είναι ίση με:

$$e = \frac{W_{\omega\phi}}{Q_h} \Leftrightarrow e = \frac{560}{3120} \Leftrightarrow e = \frac{7}{39}$$

Η απόδοση της μηχανής Carnot αν λειτουργούσε μεταξύ των ίδιων θερμοκρασιών θα ήταν:

$$e_c = 1 - \frac{T_c}{T_h} \Leftrightarrow e_c = 1 - \frac{273}{546} \Leftrightarrow e_c = \frac{273}{546} \Leftrightarrow e_c = 0,5$$

Για να μπορεί να υπάρξει η παραπάνω μηχανή στην πράξη θα πρέπει να έχει απόδοση μικρότερη από την απόδοση της μηχανής Carnot σύμφωνα με το θεώρημα του Carnot.

Έστω ότι: $e < e_c \Leftrightarrow \frac{7}{39} < 0,5 \Leftrightarrow 7 < 19,5$ ισχύει, άρα υπάρχει.