ΤΑΞΗ: Β΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ / ΘΕΤΙΚΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ

Ημερομηνία: Κυριακή 22 Απριλίου 2012

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ
Α2. β
Α3. β
Α4. α
Α5. α – Σ, β – Λ, γ – Σ, δ – Λ, ε – Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. **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 $R = \frac{mu}{Bq}$ και με περίοδο $T = \frac{2\pi m}{Bq}$.

Σωματίδιο Α: $R_1 = \frac{2mu}{Bq}$ Σωματίδιο Β: $R_2 = \frac{mu}{B2q}$ οπότε

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{2mu}{Bq}}{\frac{mu}{B2q}} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{2 \cdot muB \cdot 2q}{muBq} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{2 \cdot muB \cdot 2q}{muBq} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{4}{1}$$

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

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

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

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

Β2. 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).

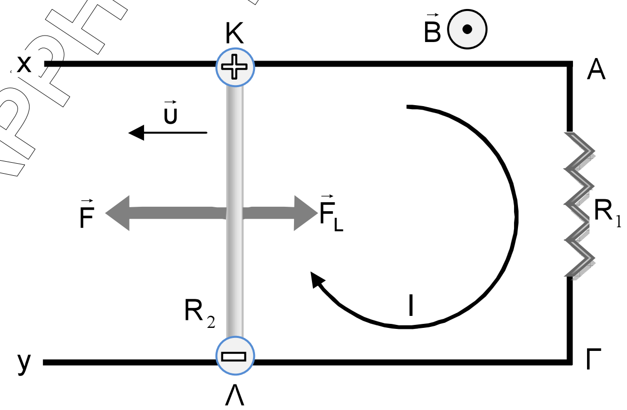
$$v = 400\sqrt{2} \cdot \eta\mu(200\pi t) \quad (S.I.)$$

Β3. Σωστή απάντηση η **α.**
Η μόνη δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο Β είναι η δύναμη Coulomb (F_c) οπότε ισχύει ότι:

$$E_{\alpha\rho\chi} = E_{\tau\varepsilon\lambda} \Leftrightarrow U_{\Delta YN.H\Lambda} = K_{TE\Lambda} \Leftrightarrow \frac{kQq}{d} = \frac{1}{2} m u^2 \Leftrightarrow u = \sqrt{\frac{2kQq}{dm}}$$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

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 Κ. Έτσι στο άκρο Κ 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:

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell$$

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\upsilon\ell}{R_{o\lambda}} \quad \text{και} \quad F_L = BI\ell = \frac{B^2\upsilon\ell^2}{R_{o\lambda}}$$

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

$$\Sigma F = 0 \Leftrightarrow \quad F = F_L \Leftrightarrow \quad F = \frac{B^2 \cdot \upsilon_{op} \cdot \ell^2}{R_{o\lambda}} \Leftrightarrow \quad B^2 \cdot \upsilon_{op} \cdot \ell^2 = FR_{o\lambda} \Leftrightarrow$$

$$\upsilon_{op} = \frac{FR_{o\lambda}}{B^2\ell^2} \Leftrightarrow \upsilon_{op} = \frac{F \cdot (R_1 + R_2)}{B^2\ell^2} \Leftrightarrow \quad \upsilon_{op} = \frac{0{,}4 \cdot (8+2)}{2^2 \cdot 0{,}5^2} = \frac{0{,}4 \cdot 10}{4 \cdot 0{,}25} \Leftrightarrow$$

$$\boxed{\upsilon_{op} = 4\frac{m}{s}}$$

Γ3. Όταν $\upsilon = \frac{\upsilon_{op}}{2} = 2\frac{m}{s}$

$$E_{\varepsilon\pi} = B\upsilon\ell \Leftrightarrow \quad E_{\varepsilon\pi} = 2 \cdot 2 \cdot 0{,}5 \Leftrightarrow \quad \underline{E_{\varepsilon\pi} = 2V}$$

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{2}{10} \Leftrightarrow \quad \underline{I = 0{,}2A}$$

$$V_{K\Lambda} = V_{A\Gamma} = I \cdot R_1 \Leftrightarrow \quad V_{K\Lambda} = 0{,}2 \cdot 8 \Leftrightarrow \quad \boxed{V_{K\Lambda} = 1{,}6V}$$

ή ισοδύναμα, εφόσον ο κινούμενος αγωγός ΚΛ ισοδυναμεί με πηγή ΗΕΔ $E_{\varepsilon\pi} = 2V$ και εσωτερικής αντίστασης $R_2 = 2\Omega$, θα ισχύει:

$$V_{K\Lambda} = E_{\varepsilon\pi} - I \cdot R_2 \Leftrightarrow \quad V_{K\Lambda} = 2 - 0{,}2 \cdot 2 \Leftrightarrow \quad V_{K\Lambda} = 1{,}6V$$

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

$$F_L = BI\ell \Leftrightarrow \quad F_L = 2 \cdot 0{,}2 \cdot 0{,}5 \Leftrightarrow \quad \underline{F_L = 0{,}2N}$$

Εφαρμόζοντας τώρα τον 2^{o} Νόμο Newton στον κινούμενο αγωγό, έχουμε:

$$\Sigma F = m\alpha \Leftrightarrow \quad F - F_L = m\alpha \Leftrightarrow \quad \alpha = \frac{F - F_L}{m} \Leftrightarrow$$

$$\alpha = \frac{0{,}4 - 0{,}2}{0{,}1} \Leftrightarrow \quad \boxed{\alpha = 2\frac{m}{s^2}}$$

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

$$P_\Theta = I^2 \cdot R_{o\lambda} \Leftrightarrow \quad P_\Theta = I^2 \cdot (R_1 + R_2) \Leftrightarrow \quad P_\Theta = 0{,}2^2 \cdot 10 \Leftrightarrow \quad \boxed{P_\Theta = 0{,}4W}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. **Α → Β:** Ισοβαρής θέρμανση (ή εκτόνωση), διότι η πίεση είναι σταθερή, η απόλυτη θερμοκρασία και ο όγκος αυξάνουν ως ανάλογα μεγέθη.

Β → 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.

Α → Β (Νόμος Gay- Lussac):

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

Δ → Α (Νόμος Boyle):

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

Γ → Δ (Ισοβαρής):

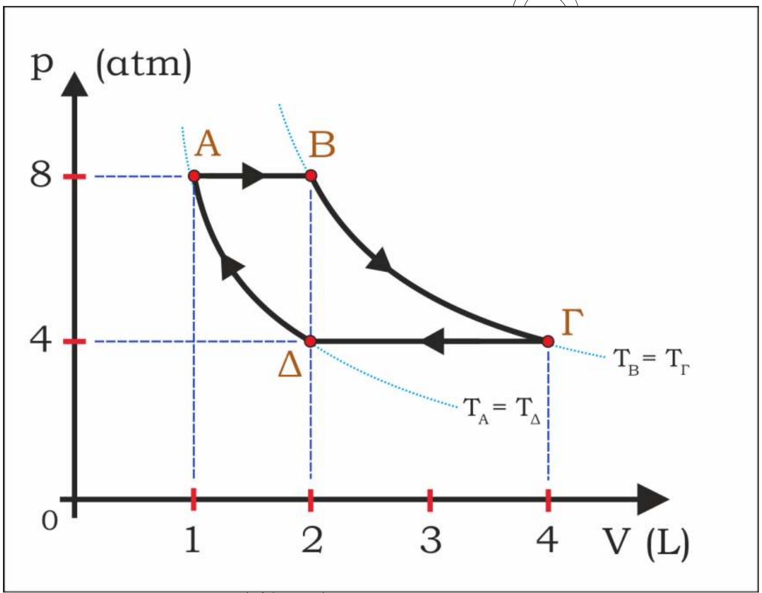
$$p_\Gamma = p_\Delta \Leftrightarrow \boxed{p_\Gamma = 4atm} \quad \textbf{(3)}$$

Β → Γ (Νόμος Boyle):

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

(Εναλλακτικά τον όγκο V_Γ μπορούμε να τον βρούμε με την εφαρμογή του νόμου του Gay-Lussac για την μεταβολή Γ→Δ).

	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. **Α → Β:** $W_{AB} = p_A \cdot \Delta V_{AB} \Leftrightarrow W_{AB} = 8\cdot10^5\cdot(2-1)\cdot10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{W_{AB} = 800J}$

Β → Γ: $W_{B\Gamma} = n\cdot R\cdot T_B\cdot \ell n\dfrac{V_\Gamma}{V_B} \Leftrightarrow W_{B\Gamma} = p_B\cdot V_B\cdot \ell n\dfrac{V_\Gamma}{V_B} \Leftrightarrow$

$W_{B\Gamma} = 8\cdot10^5\cdot2\cdot10^{-3}\cdot \ell n\dfrac{4}{2} \Leftrightarrow W_{B\Gamma} = 1600\cdot \ell n2 \Leftrightarrow$

$\boxed{W_{B\Gamma} = 1120J}$

Γ → Δ: $W_{\Gamma\Delta} = p_\Gamma\cdot\Delta V_{\Gamma\Delta} \Leftrightarrow W_{\Gamma\Delta} = 4\cdot10^5\cdot(2-4)\cdot10^{-3} \Leftrightarrow \boxed{W_{\Gamma\Delta} = -800J}$

Δ → Α: $W_{\Delta A} = n\cdot R\cdot T_A\cdot \ell n\dfrac{V_A}{V_\Delta} \Leftrightarrow W_{\Delta A} = p_A\cdot V_A\cdot \ell n\dfrac{V_A}{V_\Delta} \Leftrightarrow$

$W_{\Delta A} = 8\cdot10^5\cdot1\cdot10^{-3}\cdot \ell n\dfrac{1}{2} \Leftrightarrow W_{\Delta A} = -800\cdot \ell n2 \Leftrightarrow$

$\boxed{W_{\Delta A} = -560J}$

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

$W_{ωφ} = W_{AB} + W_{BΓ} + W_{ΓΔ} + W_{ΔA} \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow W_{ωφ} = 800 + 1120 - 800 - 560 \Leftrightarrow$
$\Leftrightarrow \boxed{W_{ωφ} = 560J}$

Δ4. Θερμότητα απορροφάται στις εξής μεταβολές:

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

$$Q_{AB} = \frac{5}{2} n \cdot R \cdot \Delta T_{AB} \Leftrightarrow Q_{AB} = \frac{5}{2} \cdot W_{AB} \Leftrightarrow Q_{AB} = \frac{5}{2} \cdot 800 \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow \boxed{Q_{AB} = 2000J}$$

$B \rightarrow Γ$: $W_{BΓ} > 0$, $\Delta U_{AB} = 0$ άρα συμφωνα με τον Α΄ νόμο της Θερμοδυναμικής και το $Q_{BΓ} > 0$.
$Q_{BΓ} = W_{BΓ} + \Delta U_{BΓ} \Leftrightarrow \boxed{Q_{BΓ} = 1120J}$
Η συνολική θερμότητα που απορροφάται στη διάρκεια ενός κύκλου είναι ίση με:

$$Q_h = Q_{AB} + Q_{BΓ} \Leftrightarrow Q_h = 2000 + 1120 \Leftrightarrow \boxed{Q_h = 3120J}$$

Η απόδοση της θερμικής μηχανής είναι ίση με:

$$e = \frac{W_{ωφ}}{Q_h} \Leftrightarrow e = \frac{560}{3120} \Leftrightarrow \boxed{e = \frac{7}{39}}$$

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

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

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.