ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ Ο.Ε.Φ.Ε. 2004

ΘΕΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΗΣ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ
ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ 1ο

Α. 4

Β. 3

Γ. 2

Δ. 3

Ε. 1. Σ
2. Λ
3. Σ
4. Σ
5. Λ

ΣΤ. 1 - β
2 - στ
3 - α
4 - γ
5 - ε

ΘΕΜΑ 2ο

Α.1. **γ.** Επειδή το αέριο ψύχεται υπό σταθερή πίεση, ο όγκος του αερίου ελαττώνεται, όπως προκύπτει από τον νόμο του Gay-Lussac:

$$\frac{\mathbf{V}}{\mathbf{T}} = \textbf{σταθ.}$$

Η πυκνότητα του αερίου δίνεται από τη σχέση:

$$\boldsymbol{\rho} = \frac{\mathbf{m}}{\mathbf{V}}$$

όπου m η μάζα του αερίου και V ο όγκος του αερίου. Αφού ο όγκος του αερίου ελαττώνεται, η πυκνότητα του αερίου αυξάνεται.

Α.2. **α**. Η ενεργός ταχύτητα $υ_{εν}$ των μορίων του ιδανικού αερίου συνδέεται με την απόλυτη θερμοκρασία Τ και τη γραμμομοριακή μάζα Μ του αερίου με τη σχέση:

$$\mathbf{υ_{εν} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}}$$

Επειδή η θερμοκρασία ελαττώνεται, η ενεργός ταχύτητα των μορίων του αερίου ελαττώνεται.

Β.1 **Λ**. Αρχικά, η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι:

$$\mathbf{I_{εν} = \frac{V_{εν}}{R} = \frac{V}{\sqrt{2}\,R} = \frac{NωBA}{\sqrt{2}\,R} = \frac{N\,2πf\,BA}{\sqrt{2}\,R}} \quad (1)$$

Μετά τον τετραπλασιασμό της συχνότητας περιστροφής του πλαισίου και τον υποδιπλασιασμό του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου, η ενεργός ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο είναι:

$$\mathbf{I_{εν}' = \frac{V_{εν}'}{R} = \frac{V'}{\sqrt{2}\,R} = \frac{Nω'B'A}{\sqrt{2}\,R} = \frac{N2πfB'B}{\sqrt{2}\,R} = \frac{N\,2π(4f)(B/2)A}{\sqrt{2}\,R}}$$

ή λόγω της σχέσης (1):

$$\mathbf{I_{εν}' = 2I_{εν}} \quad (2)$$

Β.2 **Σ**. Αρχικά έχουμε:

$$\mathbf{P = I_{εν}^2 R}$$

Τελικά:

$$\mathbf{P' = I_{εν}^2{}' R}$$

ή λόγω της σχέσης (2):

$$\mathbf{P' = (2I_{εν})^2 R = 4I_{εν}^2 R \Rightarrow P' = 4P}$$

Γ.1 Η ακτίνα τροχιάς του πρωτονίου είναι:

$$\mathbf{R_p = \frac{mυ}{Bq}}$$

Η ακτίνα τροχιάς του σωματίου α είναι:

$$\mathbf{R_a = \frac{(4m)(υ/2)}{B(2q)} = \frac{mυ}{Bq}}$$

Από τις δύο προηγούμενες σχέσεις προκύπτει ότι:

$$\mathbf{\frac{R_p}{R_α} = 1}$$

Γ.2 Η ακτίνα της κυκλικής κίνησης του πρωτονίου είναι:

$$T_p = \frac{2\pi m}{Bq}$$

Η ακτίνα της κυκλικής κίνησης του σωματίου α είναι:

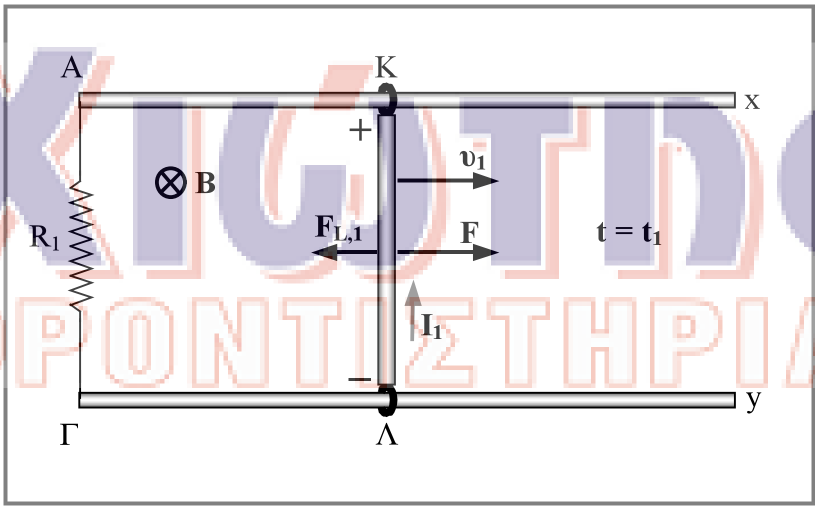
$$T_\alpha = \frac{2\pi(4m)}{B(2q)} = 2\frac{2\pi m}{Bq}$$

Επομένως είναι:

$$\frac{T_\alpha}{T_p} = 2 \Rightarrow \frac{1/f_\alpha}{1/f_p} = 2 \Rightarrow \frac{f_p}{f_\alpha} = 2$$

ΘΕΜΑ 3ο

Στον αγωγό εμφανίζεται $\mathbf{E_{\varepsilon\pi}}$ με πολικότητα που φαίνεται στο σχήμα. Ο αγωγός διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα και δέχεται δύναμη Laplace αντίθετη της εξωτερικής δύναμης.



Α. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΚΛ τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_1}$ υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα:

$$I_1 = \frac{E_{\varepsilon\pi,1}}{R_1 + R_2} = \frac{B\upsilon_1 l}{R_1 + R_2} = \frac{(2\,T)(20\,m/s)(1\,m)}{5\,\Omega + 5\,\Omega} \Rightarrow$$

$$\boxed{I_1 = 4\,A}$$

Β. Η επιτάχυνση του αγωγού τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_1}$, υπολογίζεται από τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα:

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow F - F_{L,1} = m\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{F - F_{L,1}}{m} = \frac{F - BI_1 l}{m} = \frac{10\,N - (2\,T)(4\,A)(1\,A)}{0{,}2\,kg} \Rightarrow$$

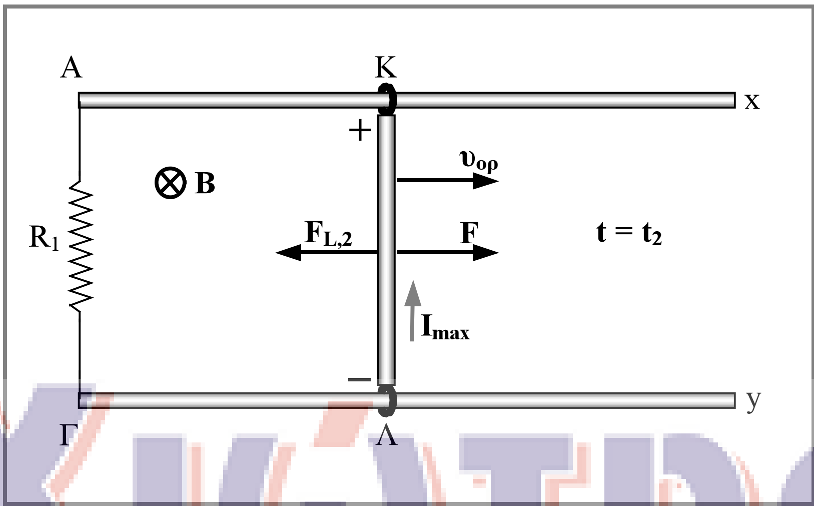
$$\boxed{\alpha = 10\,m/s^2}$$

Γ. Η θερμική ισχύς που αναπτύσσεται στον αγωγό τη χρονική στιγμή $\mathbf{t_1}$, ισούται με την ηλεκτρική ισχύ του επαγωγικού ρεύματος και υπολογίζεται από τον νόμο του Joule:

$$\mathbf{P_1 = I_1^2 R_2 = (4\,A)^2 (5\,\Omega) \Rightarrow}$$

$$\boxed{\mathbf{P_1 = 80\,W}}$$

Δ. Καθώς ο αγωγός επιταχύνεται, η ΗΕΔ από επαγωγή, το επαγωγικό ρεύμα και η δύναμη Laplace αυξάνουν. Κάποια στιγμή $\mathbf{t_2}$ η δύναμη Laplace γίνεται ίση με την εξωτερική δύναμη και ο αγωγός αποκτά (μέγιστη) οριακή ταχύτητα $\mathbf{\upsilon_{o\rho}}$:



$$\mathbf{\Sigma F = 0 \Rightarrow F - F_{L,2} = 0 \Rightarrow F - BI_{max}l = 0 \Rightarrow F - B\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_1 + R_2}l = 0 \Rightarrow F - B\frac{B\upsilon_{o\rho}l}{R_1 + R_2}l = 0 \Rightarrow}$$

$$\mathbf{\upsilon_{o\rho} = \frac{F(R_1 + R_2)}{B^2 l^2} = \frac{10\,N\,(5\,\Omega + 5\,\Omega)}{(2\,T)^2 (1m)^2} \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = 25\,m/s}$$

Η μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά ο αγωγός **ΚΛ** είναι:

$$\mathbf{K_{max} = \frac{1}{2}m\upsilon_{o\rho}{}^2 = \frac{1}{2}(0{,}2\,kg)(25\,m/s)^2 \Rightarrow}$$

$$\boxed{\mathbf{K_{max} = 62{,}5\,J}}$$

ΘΕΜΑ 4ο

Α. Η μεταβολή **ΑΒ** είναι **αδιαβατική**. Από τον νόμο του Poisson προκύπτει:

$$P_A V_A{}^{\gamma} = P_B V_B{}^{\gamma} \Rightarrow P_B = P_A \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^{\gamma} = (10^5\ N/m^2)\left(\frac{8\times 10^{-3}\ m^3}{10^{-3}\ m^3}\right)^{5/3} \Rightarrow$$

$$\boxed{P_B = 32\times 10^5\ N/m^2}$$

Η μεταβολή **ΒΓ** είναι **ισοβαρής**, άρα:

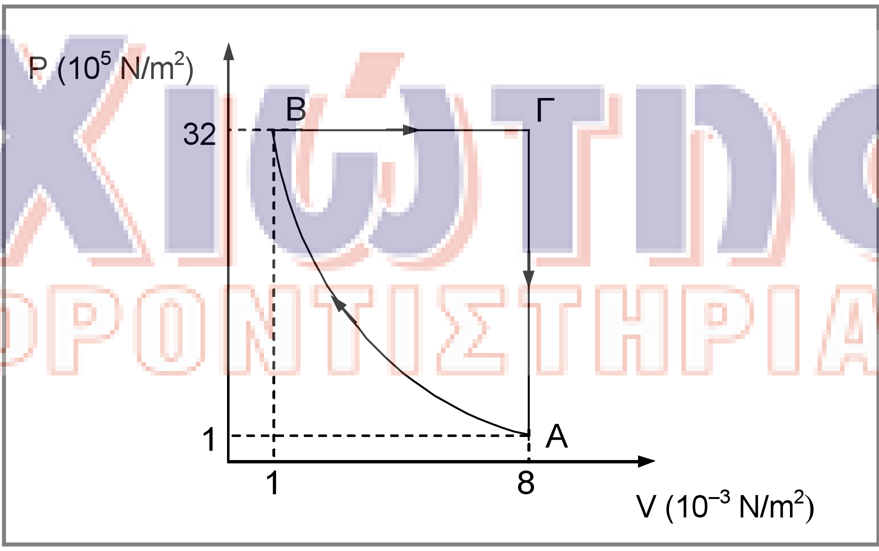
$$P_\Gamma = P_B = 32\times 10^5\ N/m^2$$

Η μεταβολή **ΓΑ** είναι **ισόχωρη**. Από τον νόμο του Charles προκύπτει:

$$\frac{P_\Gamma}{T_\Gamma} = \frac{P_A}{T_A} \Rightarrow T_\Gamma = \frac{P_\Gamma}{P_A} T_A = \frac{(32\times 10^5\ N/m^2)}{(10^5\ N/m^2)} T_A \Rightarrow T_\Gamma = 32 T_A$$

Η μεταβολή **ΒΓ** είναι **ισοβαρής**. Από τον νόμο του Gay-Lussac προκύπτει:

$$\frac{V_B}{T_B} = \frac{V_\Gamma}{T_\Gamma} \Rightarrow T_B = \frac{V_B}{V_\Gamma} T_\Gamma = \frac{(10^{-3}\ m^3)}{(8\times 10^{-3}\ m^3)} 32 T_A \Rightarrow T_B = 4 T_A$$



Β.

$$\left.\begin{aligned} \frac{\overline{K}_A}{\overline{K}_B} &= \frac{\frac{3}{2}kT_A}{\frac{3}{2}kT_B} = \frac{T_A}{T_B} = \frac{T_A}{4T_A} = \frac{1}{4} \\ \frac{\overline{K}_B}{\overline{K}_\Gamma} &= \frac{\frac{3}{2}kT_B}{\frac{3}{2}kT_\Gamma} = \frac{T_B}{T_\Gamma} = \frac{4T_A}{32T_A} = \frac{1}{8} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{\overline{K}_A}{\overline{K}_B} = 2\frac{\overline{K}_B}{\overline{K}_\Gamma}$$

Γ. Η μεταβολή **ΑΒ** είναι **αδιαβατική**:

$$W_{AB} = \frac{P_B V_B - P_A V_A}{1-\gamma} = \frac{(32\times 10^5\ N/m^2)(10^{-3}\ m^3) - (10^5\ N/m^2)(8\times 10^{-3}\ m^3)}{1-5/3} \Rightarrow$$

$$\boxed{W_{AB} = -3600\ J}$$

Η μεταβολή **ΒΓ** είναι **ισοβαρής**:

$$W_{B\Gamma} = P_B(V_\Gamma - V_B) = (32\times 10^5\ N/m^2)(8\times 10^{-3}\ m^3 - 10^{-3}\ m^3) \Rightarrow$$

$$\boxed{W_{B\Gamma} = 22400\ J}$$

Η μεταβολή **ΓΑ** είναι **ισόχωρη**: $\boxed{W_{\Gamma A} = 0}$

Δ. Η μεταβολή **ΒΓ** είναι **ισοβαρής**:

$$\Delta U_{B\Gamma} = \frac{3}{2} nR\Delta T_{B\Gamma} = \frac{3}{2} P_B(V_\Gamma - V_B) = \frac{3}{2}(32\times 10^5\ N/m^2)(8\times 10^{-3}\ m^3 - 10^{-3}\ m^3) \Rightarrow \Delta U_{B\Gamma} = 33600\ J$$

$$Q_{B\Gamma} = \Delta U_{B\Gamma} + W_{B\Gamma} = 33600\ J + 22400\ J \Rightarrow Q_{B\Gamma} = 56000\ J$$

Ο συντελεστής απόδοσης της θερμικής μηχανής είναι:

$$e = \frac{W_{o\lambda}}{Q_{B\Gamma}} = \frac{18800\ J}{56000\ J} \Rightarrow$$

$$\boxed{e = \frac{188}{560}}$$

Για τη μηχανή Carnot ισχύει:

$$e_C = \frac{T_h - T_c}{T_h} = \frac{\Delta T}{T_h} \Rightarrow T_h = \frac{\Delta T}{e_C}$$

και αφού **ΔΤ = 141 Κ** και **e_C = e**, προκύπτει:

$$T_h = \frac{141}{\frac{188}{560}} = \frac{141\cdot 560}{188} \Rightarrow$$

$$\boxed{T_h = 420\ K}$$

και:

$$T_c = T_h - \Delta T = 420 - 141 \Rightarrow$$

$$\boxed{T_c = 279\ K}$$