

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ
ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ – ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΦΥΣΙΚΗ

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

A1. δ)

A2. γ)

A3. γ)

A4. β)

A5. α) Σ β) Λ γ) Σ δ) Σ ε) Λ

ΘΕΜΑ Β

B1.

α) Σωστή απάντηση: **ii**.

β) $\varphi = 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$ (1)

$$\varphi_1 = 2\pi \left(10^{15}t - \frac{10^7}{3}x \right) \quad (2)$$

Συγκρίνοντας τις σχέσεις (1),(2) έχουμε: $f_1 = 10^{15} \text{ Hz}$ και $\lambda_{\max(1)} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

Μέσω του νόμου Wien: $\lambda_{\max(1)} \cdot T_1 = \lambda_{\max(2)} \cdot T_2$ (3)

Επίσης $T_2 = 2T_1$ (4)

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (3),(4):

$$\lambda_{\max(1)} \cdot T_1 = \lambda_{\max(2)} \cdot 2T_1 \Leftrightarrow$$

$$\lambda_{\max(1)} = 2 \cdot \lambda_{\max(2)}$$

$$\lambda_{\max(2)} = \frac{\lambda_{\max(1)}}{2}$$

Όμως $c = \text{σταθερή}$ οπότε ισχύει ότι:

$$\lambda_{\max(1)} \cdot f_1 = \lambda_{\max(2)} \cdot f_2 \Leftrightarrow$$

$$\lambda_{\max(1)} \cdot f_1 = \frac{\lambda_{\max(1)}}{2} \cdot f_2 \Leftrightarrow$$

$$f_1 = \frac{f_2}{2} \Leftrightarrow$$

$$f_2 = 2 \cdot f_1$$

Η φάση φ_2 του ηλεκτρικού πεδίου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με μήκος κύματος $\lambda_{\max(2)}$ είναι:

$$\varphi_2 = 2\pi \left(\frac{t}{T_2} - \frac{x}{\lambda_{\max(2)}} \right) \Leftrightarrow$$

$$\varphi_2 = 2\pi \left(2 \cdot 10^{15} t - \frac{2 \cdot 10^7}{3} x \right) \text{ (S.I.)}$$

B2.

α) Σωστή απάντηση: **ι**

β)

$$\text{Ισχύει ότι } L_2 = 5L_1 \Leftrightarrow mv_2R_2 = 5mv_1R_1 \Leftrightarrow v_2 \frac{mv_2}{Bq} = 5v_1 \frac{mv_1}{Bq} \Leftrightarrow v_2^2 = 5v_1^2 \Leftrightarrow \frac{1}{2}mv_2^2 = 5 \frac{1}{2}mv_1^2 \Leftrightarrow$$

$$K_2 = 5K_1 \text{ (1)}$$

$$\text{Όμως } K_1 = hf_1 - \varphi \text{ (2) και } K_2 = hf_2 - \varphi \text{ (3)}$$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (1), (2), (3):

$$K_2 - K_1 = hf_2 - \varphi - (hf_1 - \varphi) \Leftrightarrow K_2 - K_1 = hf_2 - \varphi - hf_1 + \varphi \Leftrightarrow$$

$$K_2 - K_1 = hf_2 - hf_1$$

$$(1) \Rightarrow 5K_1 - K_1 = hf_2 - hf_1 \Leftrightarrow$$

$$4K_1 = hf_2 - hf_1 \text{ (4)}$$

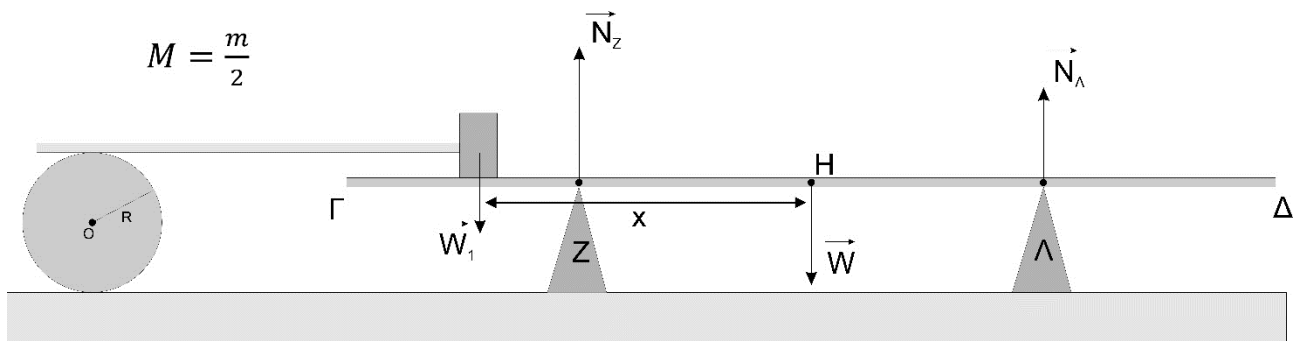
$$\text{Όμως: } \lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} \Rightarrow \frac{c}{f_2} = \frac{c}{2f_1} \Leftrightarrow f_2 = 2f_1 \text{ (5)}$$

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (4), (5):

$$4K_1 = 2hf_1 - hf_1 \Leftrightarrow 4K_1 = hf_1 \Leftrightarrow 4(hf_1 - \varphi) = hf_1 \Leftrightarrow 4hf_1 - 4\varphi = hf_1 \Leftrightarrow$$

$$3hf_1 = 4\varphi \Leftrightarrow \frac{3hc}{4\lambda_1} = \varphi \Leftrightarrow \varphi = \frac{3 \cdot 1250}{4 \cdot 375} \Leftrightarrow$$

$$\varphi = 2,5eV$$

B3.α) Σωστή απάντηση: **ii**

Για να μην χάνει επαφή η δοκός με το υποστήριγμα (2) πρέπει να ισχύει $N_{\Lambda} \geq 0$. Τη χρονική στιγμή που χάνεται οριακά η επαφή ισχύει $N_{\Lambda} = 0$. Για την ισορροπία της δοκού ισχύει:

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{\tau}_{(\varepsilon\xi)Z} = 0 &\Leftrightarrow \vec{\tau}_w + \vec{\tau}_{w_1} = 0 \Leftrightarrow w \frac{L}{4} = w_1 \left(x - \frac{L}{4} \right) \Leftrightarrow \\ Mg \frac{L}{4} = mg \left(x - \frac{L}{4} \right) &\Leftrightarrow \frac{m}{2} g \frac{L}{4} = mg \left(x - \frac{L}{4} \right) \Leftrightarrow \\ \frac{L}{8} = x - \frac{L}{4} &\Leftrightarrow x = \frac{L}{4} + \frac{L}{8} \Leftrightarrow x = \frac{2L}{8} + \frac{L}{8} \Leftrightarrow \\ x &= \frac{3L}{8} \end{aligned}$$

β) Σωστή απάντηση: **i**

Ο δίσκος εκτελεί κύλιση χωρίς ολίσθηση. Για την ταχύτητα του ανώτερου σημείου του δίσκου ισχύει:

$$\begin{aligned} \vec{v} = \vec{v}_{\gamma\rho} + \vec{v}_{cm} = \vec{v}_{cm} + \vec{v}_{cm} &\Leftrightarrow \vec{v} = 2\vec{v}_{cm} \Leftrightarrow \frac{x}{t} = \frac{2s}{t} \Leftrightarrow x = 2s \Leftrightarrow s = \frac{x}{2} \Leftrightarrow \\ s &= \frac{3L}{16} \end{aligned}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α) Διέρχεται 60 φορές από τη Θ.Ι. άρα έχει εκτελέσει 30 ταλαντώσεις σε 1 λεπτό, οπότε έχουμε

$$N = 30 \text{ σε } \Delta t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s και η συχνότητα είναι } f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{30}{60} \Rightarrow f = \frac{1}{2} \text{ Hz}$$

$$\text{και } T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = 2 \text{ s}$$

$$\beta) \text{ Είναι } x_{\Delta} = 2\lambda + \frac{\lambda}{2} \Rightarrow x_{\Delta} = 5\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \lambda = \frac{2x_{\Delta}}{5} \Rightarrow \lambda = 1 \text{ m}$$

$$\gamma) v = \lambda \cdot f = 1 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow v = 0,5 \text{ m/sec}$$

$$\delta) \text{ Το κύμα φτάνει στο σημείο } \Delta \text{ σε } t_{\Delta} : v = \frac{x_{\Delta}}{t_{\Delta}} \Rightarrow t_{\Delta} = \frac{x_{\Delta}}{v} = \frac{2,5}{0,5} \Rightarrow t_{\Delta} = 5 \text{ s}$$

$$\text{Άρα } S = 8A + 2A = 10 A \Rightarrow A = 0,2 \text{ m}$$

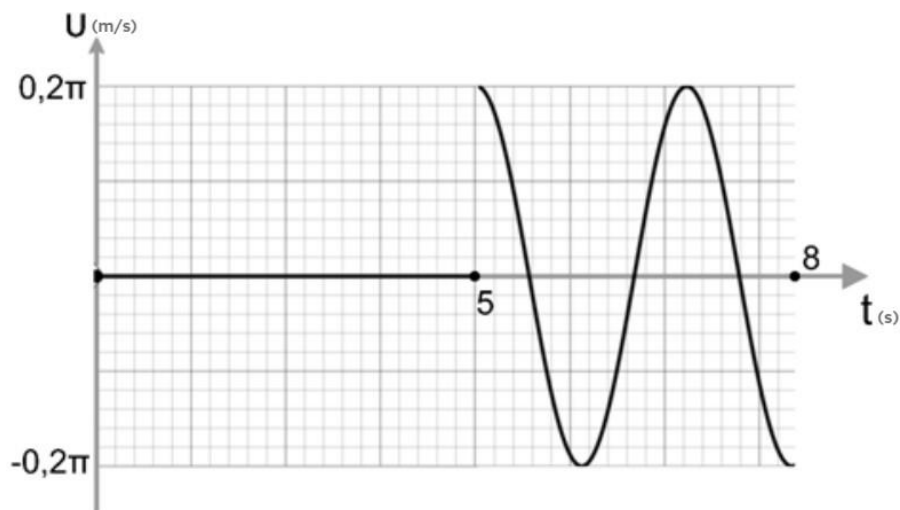
Γ2. Σχολικό βιβλίο, Τεύχος Γ σελίδα 46.

$$\Gamma 3. v_o = \omega \cdot A = 0,2 \pi \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = \omega A \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x_{\Delta}}{\lambda} \right)$$

$$v_{\Delta} = 0,2\pi \sin 2\pi \left(\frac{t}{2} - 2,5 \right) \text{ (S.I.), για } t \geq 5 \text{ s.}$$

Από 5 sec έως 8 sec το σημείο Δ έχει κινηθεί για $\Delta t = 3 \text{ s} = 3\frac{T}{2}$



Γ4. Ισχύει ότι το σημείο Ο και το σημείο Δ είναι σημεία συμφασικά, άρα η απόστασή τους είναι ίση με

$$x_{\Delta} = \lambda' = 2,5 \text{ m, άρα } v = \lambda' \cdot f' \Rightarrow f' = \frac{1}{5} \text{ Hz και η μεταβολή είναι } f' - f = \frac{1}{5} - \frac{1}{2} = -\frac{3}{10} \Rightarrow$$

$$f' - f = -0,3 \text{ Hz}$$

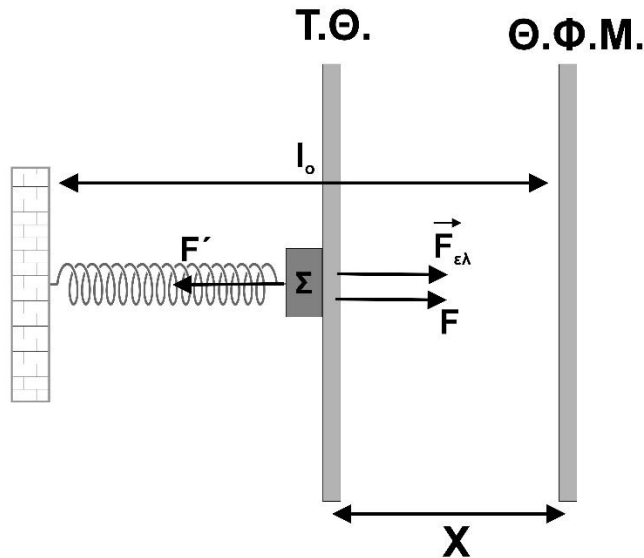
Άρα η μείωση είναι 0,3 Hz.

ΘΕΜΑ Δ

Δ1.

α) Για το σύστημα ελατήριο, σώμα Σ και ράβδος οι δυνάμεις F, F' είναι εσωτερικές και ισχύει:

$$\Sigma F = -k \cdot x$$



Επομένως η συνισταμένη δύναμη είναι ανάλογη της απομάκρυνσης από τη Θ.Ι. που είναι ίδια με τη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου και αντίθετης φοράς από αυτήν. επομένως εκτελεί απλή αρμονική

ταλάντωση με $D = k$ και περίοδο $T = 2\pi \sqrt{\frac{m+M_\rho}{k}}$. Άρα $\omega = \frac{2\pi}{T} \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M_\rho}} \Leftrightarrow \omega = 2,5 \text{ rad/s}$.

Η ράβδος δέχεται μόνο τη δύναμη F και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με την ίδια ω και σταθερά επαναφοράς $D_\rho = M_\rho \cdot \omega^2$. Παρατηρούμε ότι $\Sigma F_{\rho\acute{\alpha}\beta\delta\omicron\upsilon} = -D_\rho \cdot x = -M_\rho \cdot \omega^2 \cdot x$.

Άρα η ράβδος χάνει την επαφή με το σώμα Σ όταν $F = 0 \Rightarrow x = 0$, δηλαδή στη θέση φυσικού μήκους του ελατηρίου.

β) Μετά το χάσιμο επαφής τα σώματα έχουν την ίδια ταχύτητα με εκείνη που είχε το σύστημα λίγο πριν το χάσιμο επαφής, δηλαδή $v = v_{\max} = \omega \cdot A$, όπου $A = \Delta l$. Προκύπτει ότι $v_{\max} = 1 \text{ m/s}$.

Το σώμα Σ, μετά το χάσιμο επαφής, είναι δεμένο στο ελατήριο και εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση με

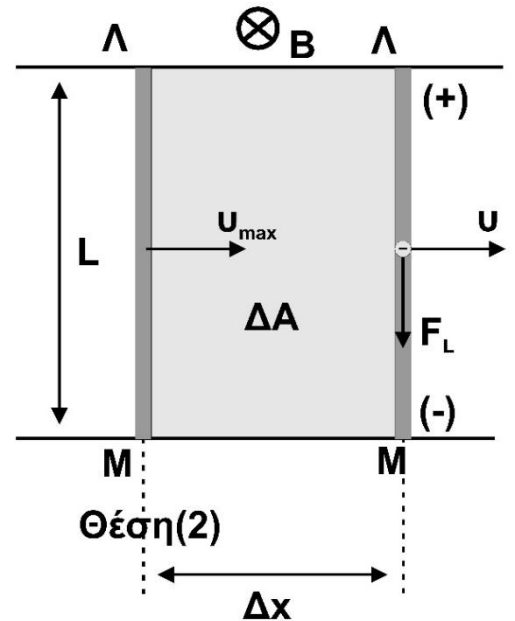
$$\omega_\Sigma = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \text{ και } v_{\max} = 1 \text{ m/s} \text{ άρα } v_{\max} = \omega_\Sigma \cdot A_\Sigma \Leftrightarrow A_\Sigma = 0,2 \text{ m}$$

Δ2.

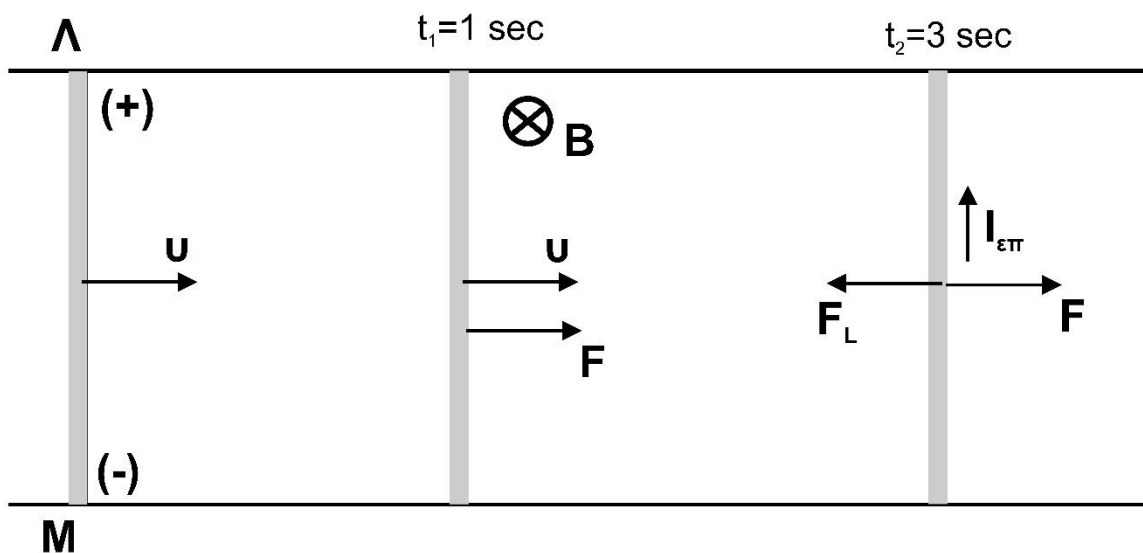
Η ράβδος κινούμενη μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B , σαρώνει επιφάνεια εμβαδού ΔA σε χρόνο Δt . Σύμφωνα με το νόμο της επαγωγής, στα άκρα ΛM αναπτύσσεται ΗΕΔ με:

$$|E_{\varepsilon\pi}| = \left| -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \left| -B \frac{\Delta A}{\Delta t} \right| = \left| -B \frac{L\Delta x}{\Delta t} \right| = BLv_{max}$$

Η πολικότητα της ΗΕΔ καθορίζεται με τη φορά της δύναμης Lorentz που δέχεται ένα ηλεκτρόνιο της ράβδου ΛM (κανόνας των τριών δακτύλων), όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



Δ3.



Στο χρονικό διάστημα $t=0$ ως $t_1=1s$ η ράβδος δέχεται μηδενική συνισταμένη δύναμη. Άρα $\Sigma F = 0 \Rightarrow a=0$. Η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα $v_{max} = 1 \frac{m}{s}$.

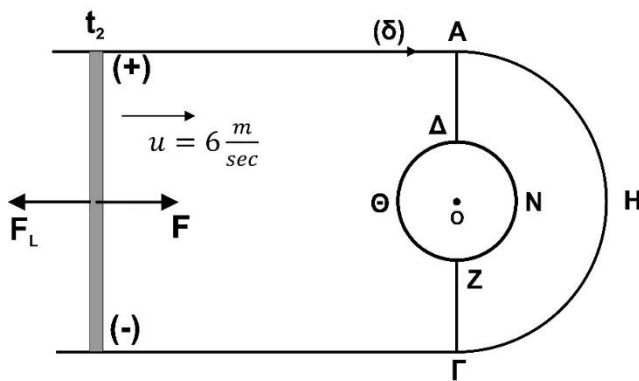
Στο χρονικό διάστημα $t_1=1s$ ως $t_2=3s$ η ράβδος δέχεται μόνο την επίδραση της σταθερής δύναμης $F=3N$.

Από το 2^ο νόμο Newton ισχύει ότι $F = M_p \cdot a \Rightarrow a = 2,5 \frac{m}{s^2}$.

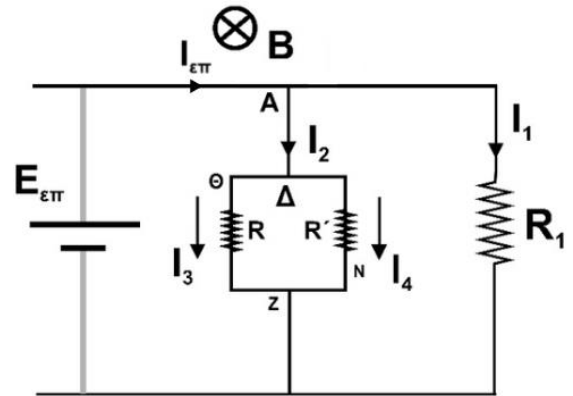
Επειδή η επιτάχυνση είναι σταθερή η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Επομένως $v = v_0 + a\Delta t$ με $v_0 = v_{max}$ οπότε $v = 6 \frac{m}{s}$.

Δ4.



Θέση(4)



α) Οι αντιστάτες έχουν το ίδιο μήκος, την ίδια διατομή και το ίδιο υλικό άρα ισχύει ότι

$$R = R' = \frac{R_2}{2} = 5\Omega.$$

Οι αντιστάσεις είναι παράλληλα συνδεδεμένες και της ίδιας τιμής οπότε ισχύει ότι $I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2}$

$$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_{ολ} = 2\Omega$$

Από το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα: $I_{\varepsilon\pi\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi\pi}}{R_{ολ}} = \frac{BvL}{R_{ολ}} = 3A.$

Η δύναμη Laplace είναι ίση με $F_L = BI_{\varepsilon\pi\pi}L = 3N.$ Συνεπώς $\Sigma F = F - F_L = 3 - 3 \Rightarrow \Sigma F = 0$

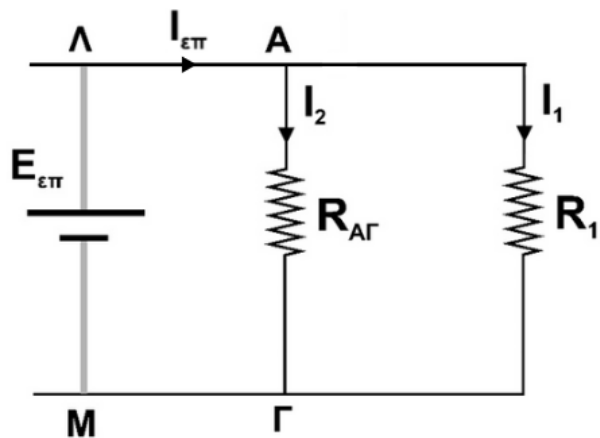
Επειδή $\Sigma F = 0$ και $v = 6 \text{ m/s}$ η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

β) $R_{A\Gamma} = \frac{R \cdot R'}{R + R'} \Rightarrow R_{A\Gamma} = 2,5 \Omega$

$$I_2 = \frac{V_{A\Gamma}}{R_{A\Gamma}} = \frac{E_{\varepsilon\pi\pi}}{R_{A\Gamma}} \Rightarrow I_2 = 2,4 A$$

$$I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2} = 1,2 A$$

$$I_1 = \frac{V_{A\Gamma}}{R_1} = \frac{E_{\varepsilon\pi\pi}}{R_1} \Rightarrow I_1 = 0,6 A$$



Δ5.

α) Θεωρούμε στοιχειώδες τμήμα Δl του ημικυκλικού αγωγού ΑΓ. Σύμφωνα με το νόμο Biot-Savart αυτό δημιουργεί στο Ο στοιχειώδες μαγνητικό πεδίο:

$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1 \Delta l}{r_1^2} \cdot \eta \mu \theta \Rightarrow (\theta = 90^\circ) \Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1 \Delta l}{r_1^2}$$

Το συνολικό μαγνητικό πεδίο:

$$B_1 = \sum \Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1 \Delta l}{r_1^2} \cdot \sum \Delta l \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1 \Delta l}{r_1^2} \cdot \pi r_1 \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{4r_1} \Rightarrow$$

$$B_1 = 1,2\pi \cdot 10^{-7} T$$

Η κατεύθυνση του B_1 είναι κάθετη στη διεύθυνση της σελίδας, με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

β) Η συνολική ένταση θα είναι ίση με το διανυσματικό άθροισμα των τριών επιμέρους μαγνητικών πεδίων. Όμως τα μαγνητικά πεδία των ημικυκλικών αγωγών ΔNZ και $\Delta \Theta Z$ αλληλοαναιρούνται αφού πρόκειται για δύο αγωγούς που διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα και έχουν την ίδια ακτίνα.

$$\vec{B}_{o\lambda} = \vec{B}_{AH\Gamma} + \vec{B}_{\Delta NZ} + \vec{B}_{\Delta \Theta Z} \Rightarrow \vec{B}_{o\lambda} = \vec{B}_{AH\Gamma}$$

Έχει δηλαδή μέτρο $B_{o\lambda} = 1,2\pi \cdot 10^{-7} T$ και κατεύθυνση από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

