ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ Γ΄ ΤΑΞΗΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ – ΕΣΠΕΡΙΝΩΝ ΓΕΝΙΚΩΝ ΛΥΚΕΙΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ: **12/06/2024**

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑ: **ΦΥΣΙΚΗ**

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΘΕΜΑΤΩΝ

ΘΕΜΑ Α

Α1. δ)

Α2. γ)

Α3. γ)

Α4. β)

Α5. α) Σ β) Λ γ) Σ δ) Σ ε) Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1.

α) Σωστή απάντηση: **ii.**

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

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

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

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 = 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: **i**

β)

Ισχύει ότι $L_2 = 5L_1 \Leftrightarrow m\upsilon_2 R_2 = 5m\upsilon_1 R_1 \Leftrightarrow \upsilon_2 \frac{m\upsilon_2}{Bq} = 5\upsilon_1 \frac{m\upsilon_1}{Bq} \Leftrightarrow {\upsilon_2}^2 = 5{\upsilon_1}^2 \Leftrightarrow \frac{1}{2}m\upsilon_2^2 = 5\frac{1}{2}m\upsilon_1^2 \Leftrightarrow$

$K_2 = 5K_1$ (1)

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

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

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

$$K_2 - K_1 = hf_2 - hf_1$$

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

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

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

Συνδυάζοντας τις σχέσεις (4), (5):

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

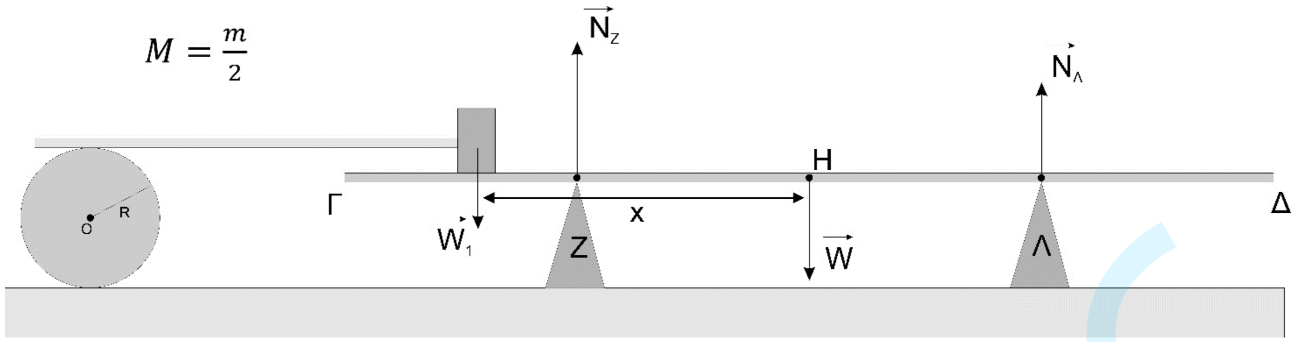
$$3hf_1 = 4\varphi \Leftrightarrow \frac{3hc}{4\lambda_1} = \varphi \Leftrightarrow \varphi = \frac{3 \cdot 1250}{4 \cdot 375} \Leftrightarrow$$

$$\varphi = 2{,}5e\,V$$

Β3.

α) Σωστή απάντηση: **ii**

$M = \frac{m}{2}$



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

$$Σ\vec{τ}_{(εξ)Z} = 0 \Leftrightarrow \vec{τ}_w + \vec{τ}_{w1} = 0 \Leftrightarrow w\frac{L}{4} = w_1\left(x - \frac{L}{4}\right) \Leftrightarrow$$

$$Mg\frac{L}{4} = mg\left(x - \frac{L}{4}\right) \Leftrightarrow \frac{m}{2}g\frac{L}{4} = mg\left(x - \frac{L}{4}\right) \Leftrightarrow$$

$$\frac{L}{8} = x - \frac{L}{4} \Leftrightarrow x = \frac{L}{4} + \frac{L}{8} \Leftrightarrow x = \frac{2L}{8} + \frac{L}{8} \Leftrightarrow$$

$$x = \frac{3L}{8}$$

β) Σωστή απάντηση: **i**

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

$$\vec{υ} = \vec{υ}_{γρ} + \vec{υ}_{cm} = \vec{υ}_{cm} + \vec{υ}_{cm} \Leftrightarrow \vec{υ} = 2\vec{υ}_{cm} \Leftrightarrow \frac{x}{t} = \frac{2s}{t} \Leftrightarrow x = 2s \Leftrightarrow s = \frac{x}{2} \Leftrightarrow$$

$$s = \frac{3L}{16}$$

ΘΕΜΑ Γ

Γ1.

α) Διέρχεται 60 φορές από τη Θ.Ι. άρα έχει εκτελέσει 30 ταλαντώσεις σε 1 λεπτό, οπότε έχουμε $N = 30$ σε $\Delta t = 1min = 60s$ και η συχνότητα είναι $f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{30}{60} \Rightarrow f = \frac{1}{2} Hz$

και $T = \frac{1}{f} \Longrightarrow T = 2\,s$

β) Είναι $x_\Delta = 2\lambda + \frac{\lambda}{2} \Longrightarrow x_\Delta = 5\frac{\lambda}{2} \Longrightarrow \lambda = \frac{2x_\Delta}{5} \Longrightarrow \lambda = 1m$

γ) $\upsilon = \lambda \cdot f = 1 \cdot \frac{1}{2} \Longrightarrow \upsilon = 0{,}5\, m/sec$

δ) Το κύμα φτάνει στο σημείο Δ σε t_Δ : $\upsilon = \frac{x_\Delta}{t_\Delta} \Longrightarrow t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon} = \frac{2{,}5}{0{,}5} \Longrightarrow t_\Delta = 5\,s$

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

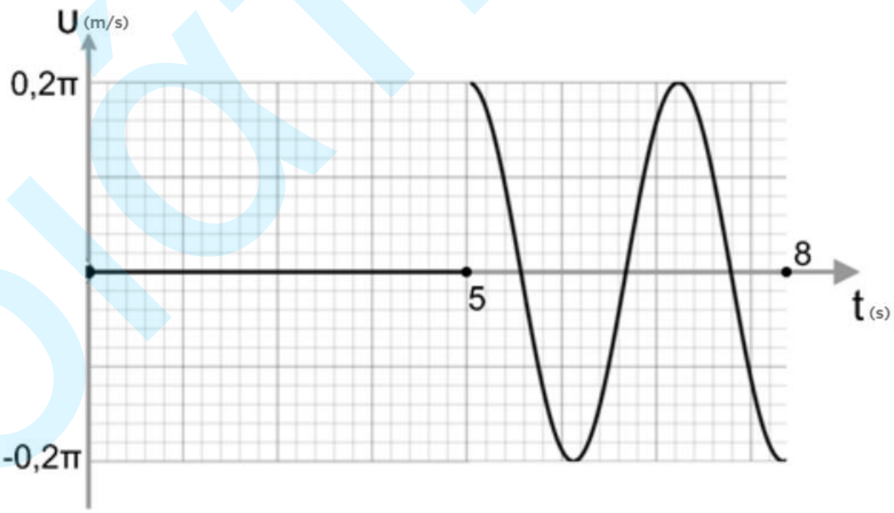
Γ2. Σχολικό βιβλίο, Τεύχος Γ σελίδα 46.

Γ3. $\upsilon_o = \omega \cdot A = 0{,}2\,\pi\,\frac{m}{s}$

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

$\upsilon_\Delta = 0{,}2\pi\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{2} - 2{,}5\right)$ (S.I.), για $t \geq 5$ s.

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



Γ4. Ισχύει ότι το σημείο Ο και το σημείο Δ είναι σημεία συμφασικά, άρα η απόστασή τους είναι ίση με $x_\Delta = \lambda' = 2{,}5\,m$, άρα $\upsilon = \lambda' \cdot f' \Longrightarrow f' = \frac{1}{5} Hz$ και η μεταβολή είναι $f' - f = \frac{1}{5} - \frac{1}{2} = -\frac{3}{10} \Longrightarrow$

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

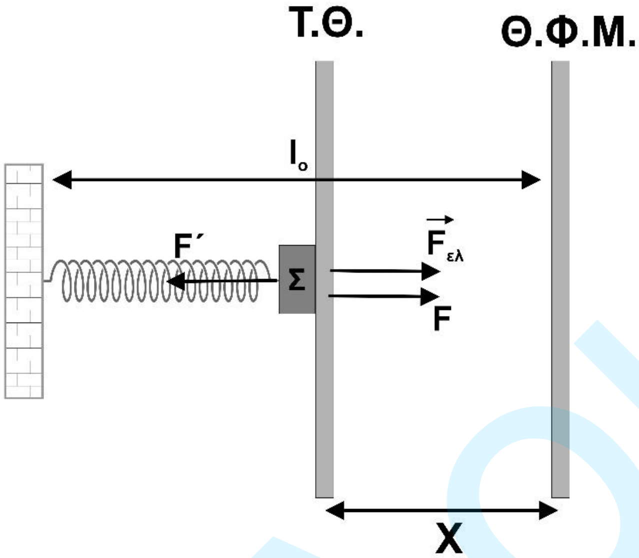
Άρα η μείωση είναι 0,3 Hz.

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 $\omega = \frac{2\pi}{T} \Leftrightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M_\rho}} \Leftrightarrow \omega = 2{,}5\, rad/s.$

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 $\Sigma F_{ράβδου} = -D_\rho \cdot x = -M_\rho \cdot \omega^2 \cdot x.$

Άρα η ράβδος χάνει την επαφή με το σώμα Σ όταν F = 0 ⇒ 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 $\upsilon = \upsilon_{max} = \omega \cdot A$, όπου A = Δl. Προκύπτει ότι $\upsilon_{max} = 1$ m/s.

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

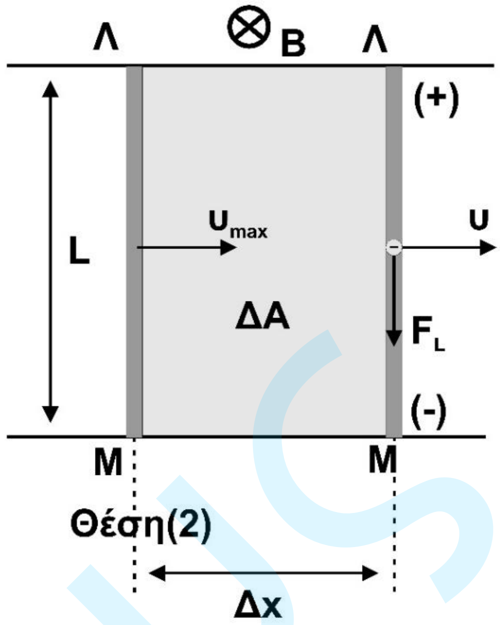
$\omega_\Sigma = \sqrt{\frac{k}{m}} = 5\frac{rad}{s}$ και $\upsilon_{max} = 1\, m/s$ άρα $\upsilon_{max} = \omega_\Sigma \cdot A_\Sigma \Leftrightarrow A_\Sigma = 0{,}2\, m$

Δ2.

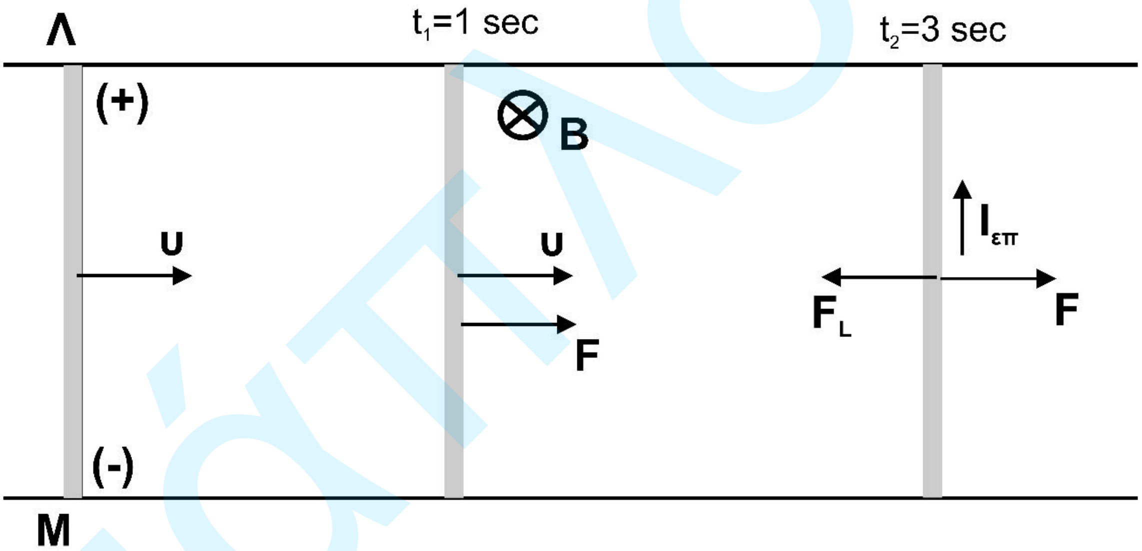
Η ράβδος κινούμενη μέσα στο μαγνητικό πεδίο έντασης B, σαρώνει επιφάνεια εμβαδού ΔΑ σε χρόνο Δt.
Σύμφωνα με το νόμο της επαγωγής, στα άκρα ΛΜ αναπτύσσεται ΗΕΔ με:

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

Η πολικότητα της ΗΕΔ καθορίζεται με τη φορά της δύναμης Lorentz που δέχεται ένα ηλεκτρόνιο της ράβδου ΛΜ (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 $\Sigma F = 0 \Rightarrow$ α=0. Η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με ταχύτητα $\upsilon_{max} = 1\frac{m}{s}$.

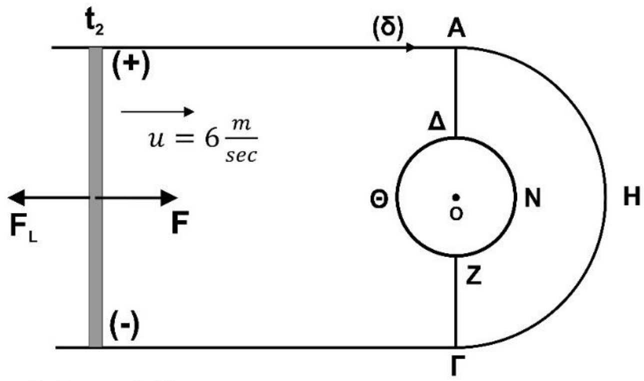
Στο χρονικό διάστημα t_1=1s ως t_2=3s η ράβδος δέχεται μόνο την επίδραση της σταθερής δύναμης F=3N.

Από το 2^{o} νόμο Newton ισχύει ότι $F = M_P \cdot a \Longrightarrow a = 2{,}5\frac{m}{s^2}$.

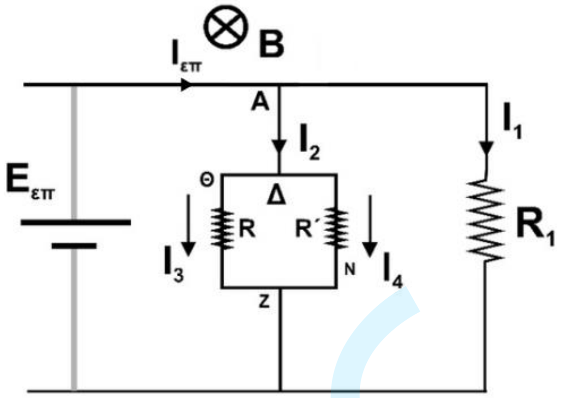
Επειδή η επιτάχυνση είναι σταθερή η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση.

Επομένως $\upsilon = \upsilon_0 + \alpha\Delta t$ με $\upsilon_0 = \upsilon_{max}$ οπότε $\upsilon = 6\frac{m}{s}$.

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 $I_3 = I_4 = \frac{I_2}{2}$

$$\frac{1}{R_{o\lambda}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R^{'}} + \frac{1}{R_1} => R_{o\lambda} = 2\Omega$$

Από το νόμο του Ohm στο κλειστό κύκλωμα: $I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = \frac{B\upsilon L}{R_{o\lambda}} = 3A$.

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

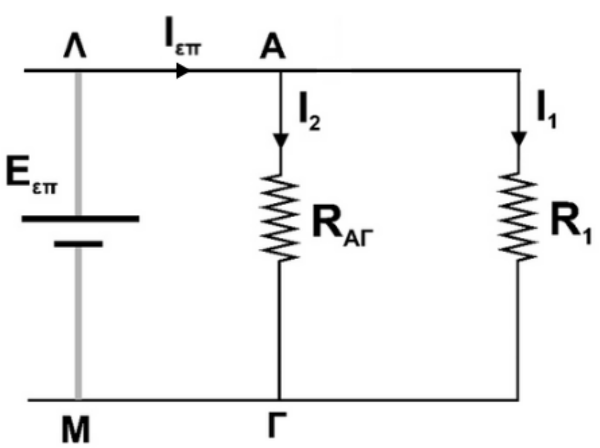
Επειδή $\Sigma F = 0$ και υ = 6 m/s η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση.

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

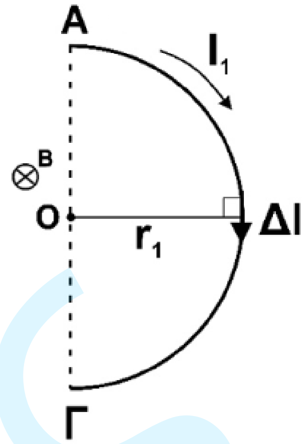
$I_2 = \frac{V_{A\Gamma}}{R_{A\Gamma}} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{A\Gamma}} \implies I_2 = 2{,}4\ A$

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

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



Δ5.



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

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

Το συνολικό μαγνητικό πεδίο:

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

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

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 ΔΝΖ και ΔΘΖ 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.