Ενδεικτικές απαντήσεις

Θέμα Α

A_1. δ

A_2. γ

A_3. γ

A_4. β

A_5. Σ, Λ, Σ, Σ, Λ

Θέμα Β

B_1. Σωστό το (ii)

Εξίσωση Wien $\lambda_{\max} \cdot T = \sigma\tau\alpha\theta$

$$\mathrm{T}_1,\ \varphi_1 = 2\pi \cdot (10^{15} t - \frac{10^7}{3} x)\ (S.I.)\ \text{για}\ \varphi = \frac{2\pi \cdot t}{T} - \frac{2\pi \cdot x}{\lambda}$$

$$\frac{2\pi \cdot t}{T} = 2\pi \cdot 10^{15} t \Rightarrow \mathrm{T} = 10^{-15}\sec \Rightarrow f = 10^{15} Hz$$

$$\frac{2\pi \cdot x}{\lambda_{1\max}} = 2\pi \cdot \frac{10^7}{3} x \Rightarrow \lambda_{1\max} = 3 \cdot 10^{-7} m$$

$$c = \lambda_{1\max} \cdot f = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

$T_2 = 2 \cdot T_1$ άρα από εξίσωση Wien

$$\lambda_{2\max} \cdot T_2 = \lambda_{1\max} \cdot T_1 \Rightarrow \lambda_{2\max} \cdot 2 \cdot T_1 = \lambda_{1\max} \cdot T_1 \Rightarrow \lambda_{2\max} = \frac{\lambda_{1\max}}{2} \Rightarrow \lambda_{2\max} = \frac{3}{2} \cdot 10^{-7} m$$

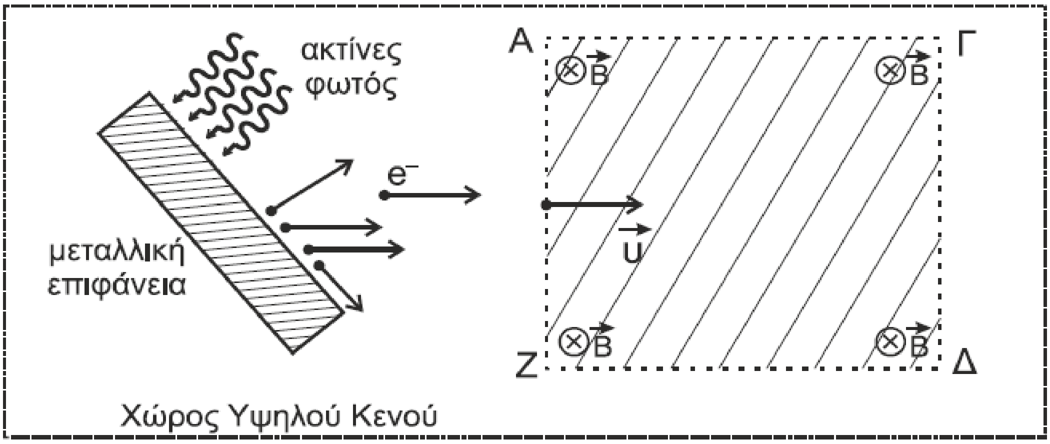
$$c = \lambda_{2\max} \cdot f' \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \frac{3}{2} \cdot 10^{-7} \cdot f' \Rightarrow f' = 2 \cdot 10^{15} Hz$$

$$T' = \frac{1}{f'} \Rightarrow T' = 0{,}5 \cdot 10^{-15} \sec$$

$$\varphi_2 = \frac{2\pi \cdot t}{0{,}5 \cdot 10^{-15}} - \frac{2\pi \cdot x}{\frac{3}{2} \cdot 10^{-7}} \Rightarrow \varphi_2 = 2\pi(2 \cdot 10^{15} t - \frac{2}{3} \cdot 10^{-7} x)\ (S.I.)$$

B_2. Σωστό το (i)

$$\varphi_{\mathrm{B}\alpha} = 2{,}5eV,\quad \varphi_{\mathrm{B}} = 4{,}5eV,\quad \varphi_{T\alpha} = 4{,}2eV$$



$$\lambda_1 = 375nm$$, K_1, L_1

$$hc = 1250 eV \cdot nm$$

$$\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2} \Rightarrow \lambda_2 = 187{,}5nm, \ K_2, \ L_2 = 5 \cdot L_1$$

$$F_{\mu\alpha\gamma\nu} = F_{\kappa\varepsilon\nu\tau\rho} \Rightarrow e \cdot \upsilon \cdot B = \frac{m \cdot \upsilon^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m \cdot \upsilon}{e \cdot B}$$

$$L = m \cdot \upsilon \cdot r = m \cdot \upsilon \cdot \frac{m \cdot \upsilon}{e \cdot B} = \frac{m}{e \cdot B} \cdot m \cdot \upsilon^2 = \frac{m \cdot 2 \cdot K}{e \cdot B} \Rightarrow K = \frac{L \cdot e \cdot B}{2 \cdot m}$$

$$K = \frac{hc}{\lambda} - \varphi$$

$$\frac{L_1 \cdot e \cdot B}{2 \cdot m} = \frac{hc}{\lambda_1} - \varphi$$

$$\frac{L_2 \cdot e \cdot B}{2 \cdot m} = \frac{hc}{\lambda_2} - \varphi \Rightarrow \frac{5 \cdot L_1 \cdot e \cdot B}{2 \cdot m} = \frac{hc}{\frac{\lambda_1}{2}} - \varphi$$

Διαιρώντας τις δύο τελευταίες σχέσεις προκύπτει

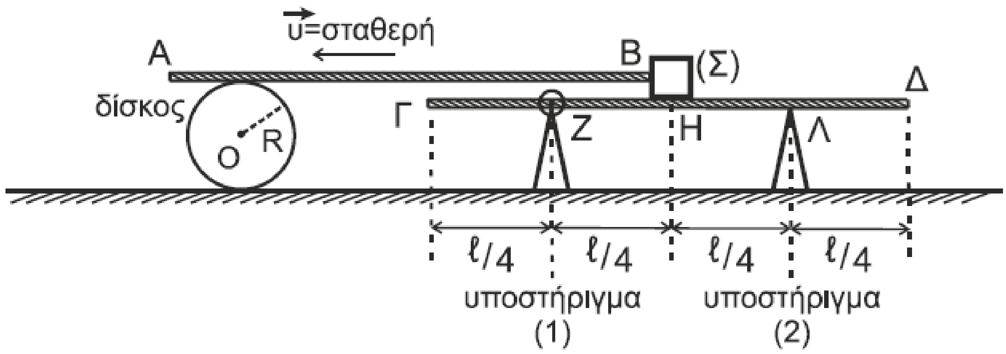
$$\frac{1}{5} = \frac{\frac{hc}{\lambda_1} - \varphi}{\frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi}$$

και μετά τις πράξεις

$$\varphi = \frac{3}{4} \cdot \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \varphi = \frac{3}{4} \cdot \frac{1250}{375} \Rightarrow \varphi = 2{,}5eV$$

Άρα η μεταλλική επιφάνεια είναι κατασκευασμένη από Βάριο.

B_3. α) Σωστό το (i)



Σώμα Σ, ισορροπία: $N - m \cdot g = 0 \Rightarrow N = m \cdot g$

$N' = N$ 3ος Νόμος του Νεύτωνα

Δοκός ΓΔ-σώμα Σ, ισορροπία:

$$\Sigma\tau_{(Z)} = 0 \Rightarrow N' \cdot (x - \frac{l}{4}) - W_\delta \cdot \frac{l}{4} = 0 \Rightarrow m \cdot g \cdot (x - \frac{l}{4}) - \frac{m \cdot g}{2} \cdot \frac{l}{4} = 0 \Rightarrow x = \frac{l}{4} + \frac{l}{8} \Rightarrow x = \frac{3l}{8}$$

β) Σωστό το (i)

Έστω Ε σημείο της ράβδου ΑΒ που είναι σε επαφή με τον δίσκο και Ζ το σημείο του δίσκου που είναι σε επαφή με την ράβδο.

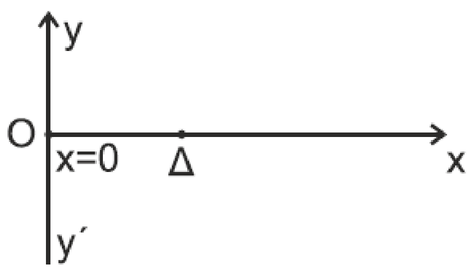
$$\Delta x_B = \Delta x_E = \Delta s_Z = \Delta x_{(O)} + \Delta x_{\gamma\rho(Z)} = \Delta x_{(O)} + \Delta\theta \cdot R$$

Κύλιση χωρίς ολίσθηση $\Delta x_{(O)} = \Delta\theta \cdot R$ άρα

$$\Delta x_B = 2 \cdot \Delta x_{(O)} \Rightarrow \frac{3l}{8} = 2 \cdot \Delta x_{(O)} \Rightarrow \Delta x_{(O)} = \frac{3l}{16}$$

Θέμα Γ

Γ1.

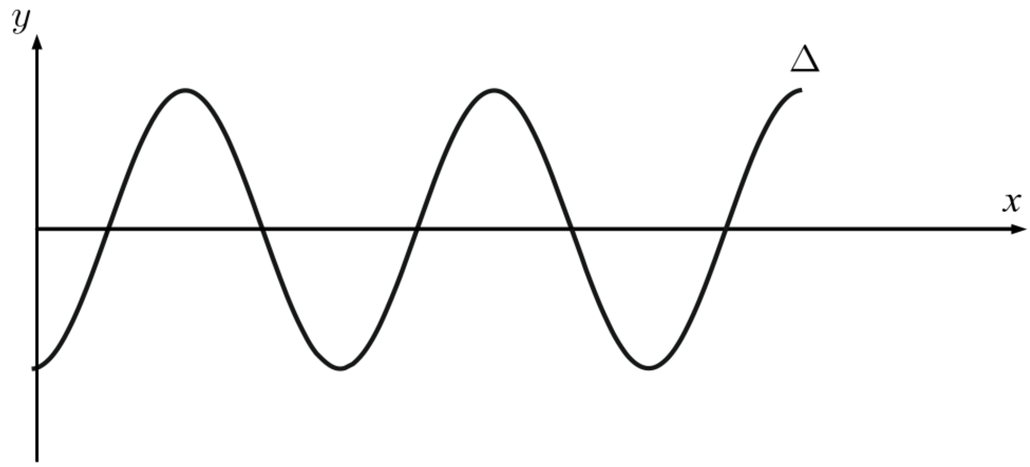


$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{30}{60} \Rightarrow f = 0{,}5Hz$

$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = 2\sec$

$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \pi \frac{rad}{s}$

$x_{\Delta} = 10 \cdot \frac{\lambda}{4} \Rightarrow 2{,}5 = 10 \cdot \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \lambda = 1m$



$\upsilon_{\delta} = \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{2} \Rightarrow \upsilon_{\delta} = 0{,}5\frac{m}{s}$

$\upsilon_{\delta} = \frac{x_{\Delta}}{\Delta t_{\text{ΟΔ}}} \Rightarrow 0{,}5 = \frac{2{,}5}{\Delta t_{\text{ΟΔ}}} \Rightarrow \Delta t_{\text{ΟΔ}} = 5\sec = 2{,}5 \cdot T$

Άρα το Ο έχει διανύσει απόσταση $d_O = 4A + 4A + 2A \Rightarrow 2 = 10A \Rightarrow A = 0{,}2m$

Γ2. $y_{\Delta} = \mathrm{A} \cdot \eta\mu\omega \cdot \Delta t$

Όπου $\Delta t = t - t_{\varepsilon\kappa(\Delta)} = t - \frac{x_{\Delta}}{\upsilon_{\Delta}}$, οπότε

$y_{\Delta} = \mathrm{A} \cdot \eta\mu\frac{2\pi}{T} \cdot (t - \frac{x_{\Delta}}{\upsilon_{\Delta}}) = A \cdot \eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_{\Delta}}{T \cdot \upsilon_{\Delta}}) = A \cdot \eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_{\Delta}}{\lambda})$

Γ3. $t_{\varepsilon\kappa(\Delta)} = \frac{x_{\Delta}}{\upsilon_{\Delta}} = \frac{2{,}5}{0{,}5} \Rightarrow t_{\varepsilon\kappa(\Delta)} = 5\sec$

$y_{\Delta} = A \cdot \eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_{\Delta}}{\lambda}) \Rightarrow y_{\Delta} = 0{,}2 \cdot \eta\mu 2\pi(\frac{t}{2} - \frac{x_{\Delta}}{1})\ (S.I.)$

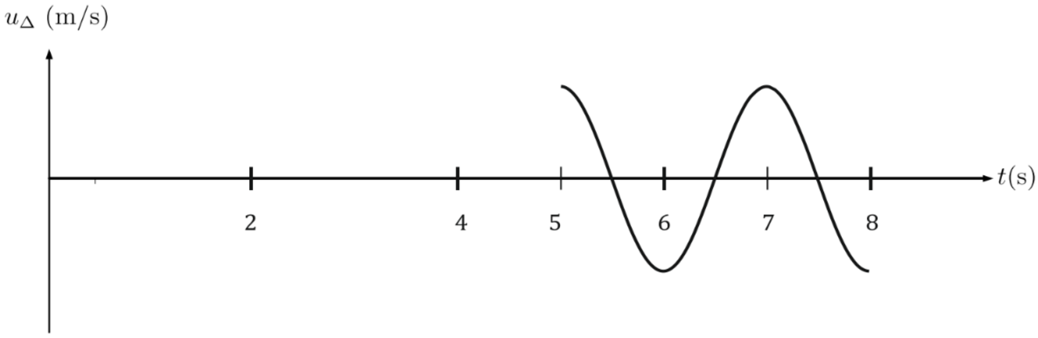
$y_{\Delta} = 0 \quad 0 \le t < 5\sec$

$y_{\Delta} = 0{,}2 \cdot \eta\mu(\pi t - 5\pi) \quad (S.I.) \quad 5\sec \le t$

$\upsilon_{\Delta} = 0 \quad 0 \le t < 5\sec$

$$\upsilon_{\Delta} = \omega \mathrm{A} \cdot \sigma\upsilon\nu(\pi t - 5\pi) \Rightarrow \upsilon_{\Delta} = \frac{\pi}{5} \cdot \sigma\upsilon\nu(\pi t - 5\pi) \ \ (S.I.) \ \ 5\sec \le t$$

$$\Delta t_{\tau\alpha\lambda(\Delta)} = 8 - 5 \Rightarrow \Delta t_{\tau\alpha\lambda(\Delta)} = 3\sec$$



Γ₄. Για κάθε t: $y_O = y_\Delta$ και $\upsilon_O = \upsilon_\Delta$, O, Δ διαδοχικά σημεία.

$$y_O = y_\Delta \Rightarrow \mathrm{A} \cdot \eta\mu\varphi_{\mathrm{O}} = \mathrm{A} \cdot \eta\mu\varphi_{\Delta} \xrightarrow[\varphi_o = 2k\pi + \pi - \varphi_\Delta]{\varphi_o = 2k\pi + \varphi_\Delta}$$

$$\upsilon_O = \upsilon_\Delta \Rightarrow \omega \cdot \mathrm{A} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_{\mathrm{O}} = \omega \cdot \mathrm{A} \cdot \sigma\upsilon\nu\varphi_{\Delta} \xrightarrow[\varphi_o = 2k\pi - \varphi_\Delta]{\varphi_o = 2k\pi + \varphi_\Delta}$$

Συν αληθεύουν για $\varphi_{\mathrm{O}} = 2k\pi + \varphi_\Delta \Rightarrow \varphi_{\mathrm{O}} - \varphi_\Delta = 2k\pi \Rightarrow \dfrac{2\pi(\mathrm{O}\Delta)}{\lambda'} = 2k\pi \Rightarrow (\mathrm{O}\Delta) = k \cdot \lambda'$

Αφού τα Ο, Δ διαδοχικά σημεία άρα $k = 1$

$(\mathrm{O}\Delta) = \lambda' \Rightarrow \lambda' = 2{,}5m$

Η ταχύτητα είναι ίδια διότι δεν αλλάζει το ελαστικό μέσο. Άρα

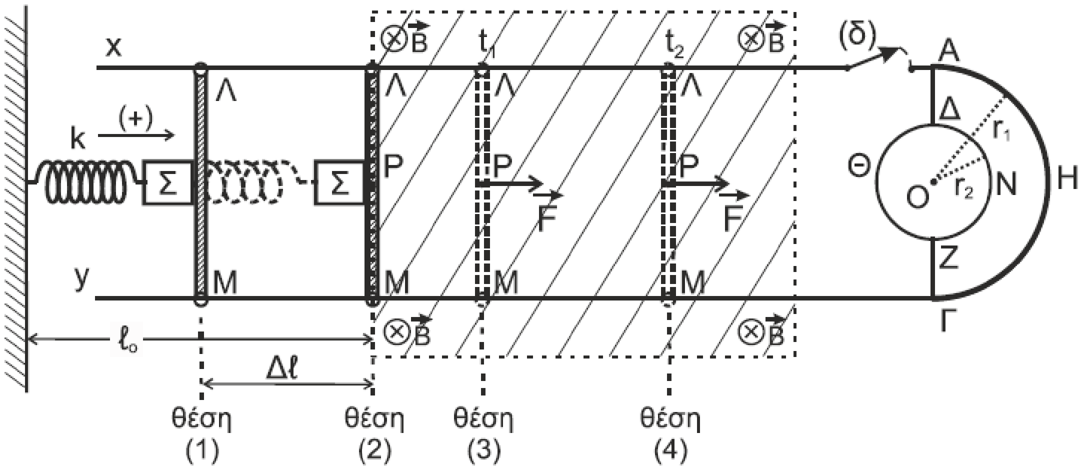
$\upsilon_\delta = \lambda' \cdot f' \Rightarrow 0{,}5 = 2{,}5 \cdot f' \Rightarrow f' = 0{,}2Hz$

$\Delta f = f' - f = 0{,}2 - 0{,}5 = -0{,}3 \Rightarrow \Delta f = -0{,}3Hz$

Άρα η συχνότητα μειώθηκε κατά 0,3Hz.

Θέμα Δ

Δ₁.



α) Το σώμα Σ μάζας m δέχεται τη δύναμη ελατηρίου $F_{ελ}$ και επιταχύνεται. Μαζί του επιταχύνεται και η ράβδος μάζας $M_ρ$. Στη ράβδο ασκείται η δύναμη επαφής $F'_{επαφ}$ από το σώμα Σ, ενώ στο σώμα Σ η δύναμη επαφής από τη ράβδο $F_{επαφ}$ (δράση – αντίδραση). Μετά τη θέση φυσικού μήκους η δύναμη του ελατηρίου που ασκείται στο σώμα Σ αλλάζει φορά κατεύθυνσης (δηλαδή αριστερά προς Θ.Φ.Μ.) και επιβραδύνει το σώμα. Η ράβδος συνεχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα αφού δεν ασκείται πάνω της κάποια δύναμη. Άρα αποχωρίζονται στη Θέση Φυσικού Μήκους.

Το σύστημα σώμα Σ – ράβδος εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση

$$D = k = (m + M_ρ)\cdot\omega^2 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{m+M_ρ}} = \sqrt{\frac{10}{1,6}} \Rightarrow \omega = 2,5\frac{rad}{s}$$

Θ.Φ.Μ=Θ.Ι.

$$\Delta l = A = 0,4m$$

$$\upsilon_{\max} = A\cdot\omega = 0,4\cdot 2,5 \Rightarrow \upsilon_{\max} = 1\frac{m}{s}$$

β) Αφού το σώμα αποχωριστεί από τη ράβδο εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση.

$$D = k = m\cdot\omega'^2 \Rightarrow \omega' = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{10}{0,4}} \Rightarrow \omega' = 5\frac{rad}{s}$$

$$\upsilon'_{\max} = A'\cdot\omega' \Rightarrow 1 = A'\cdot 5 \Rightarrow A' = 0,2m$$

Δ2. Για ένα θετικό φορτίο η δύναμη Lorentz ($F_{μαγν(Lorentz)} = q\cdot\upsilon\cdot B$) έχει φορά προς το Λ, λόγω του κανόνα του δεξιού χεριού, ενώ για τα αρνητικά φορτία η δύναμη Lorentz έχει φορά προς το Μ.

$$E_{Επ} = \left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right| = \left|\frac{B\cdot\Delta S}{\Delta t}\right| = \left|\frac{B\cdot\Delta x\cdot L}{\Delta t}\right| = B\cdot\upsilon\cdot L$$

Δ3. Για τη χρονική στιγμή t_1:

$$E_{Επ} = B\cdot\upsilon_{\max}\cdot L = 1\cdot 1\cdot 1 \Rightarrow E_{Επ} = 1V$$

Για τη χρονική διάρκεια από t_1 έως t_2:

$$F = M_\rho \cdot \alpha \Rightarrow \alpha = \frac{F}{M_\rho} = \frac{3}{1{,}2} \Rightarrow \alpha = 2{,}5\frac{m}{s^2}$$

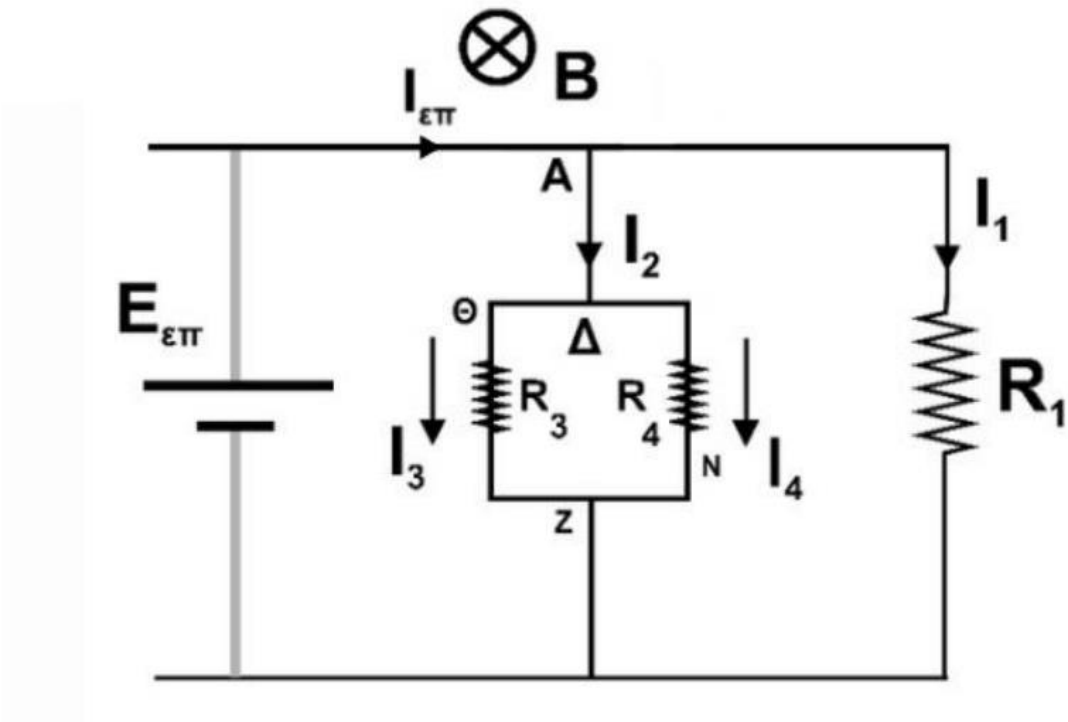
Η ράβδος εκτελεί ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση

$$\upsilon_2 = \upsilon_1 + \alpha \cdot (t_2 - t_1) = 1 + 2{,}5 \cdot (3-1) \Rightarrow \upsilon_2 = 6\frac{m}{s}$$

Δ₄. α) Για τη χρονική στιγμή t_2:

$$E_{\text{Επ}2} = B \cdot \upsilon_2 \cdot L = 1 \cdot 6 \cdot 1 \Rightarrow E_{\text{Επ}2} = 6V$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$



Για τον κυκλικό αγωγό (ΔΝΖΘ) $R_2 = \rho \cdot \dfrac{2\pi \cdot r_2}{S}$

Για τον αγωγό (ΔΘΖ) $R_3 = \rho \cdot \dfrac{\frac{2\pi \cdot r_2}{2}}{S}$

Για τον αγωγό (ΔΝΖ) $R_4 = \rho \cdot \dfrac{\frac{2\pi \cdot r_2}{2}}{S} \Rightarrow R_4 = R_3$

$$R_2 = R_3 + R_4 = 2R_3 = 2R_4 \Rightarrow R_3 = R_4 = 5\Omega$$

$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{34} = 2{,}5\Omega$$

$$\frac{1}{R_{\varepsilon\xi}} = \frac{1}{R_{34}} + \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_{\varepsilon\xi} = 2\Omega$$

$$I = \frac{E_{\text{Eπ}}}{R_{\varepsilon\xi}} = \frac{6}{2} \Rightarrow I = 3A$$

$$F_L = B \cdot I \cdot L = 1 \cdot 3 \cdot 1 \Rightarrow F_L = 3N$$

$$\Sigma F = F - F_L = 3 - 3 \Rightarrow \Sigma F = 0$$

Άρα μετά τη χρονική στιγμή t_2 η ράβδος εκτελεί Ευθύγραμμη Ομαλή Κίνηση.

β) Για τον αγωγό (ΔΘΖ) $I_3 = \frac{E_{\text{Eπ}}}{R_3} = \frac{6}{5} \Rightarrow I_3 = 1{,}2A$

Για τον αγωγό (ΔΝΖ) $I_4 = \frac{E_{\text{Eπ}}}{R_4} = \frac{6}{5} \Rightarrow I_4 = 1{,}2A$

Για τον ημικυκλικό αγωγό (ΑΗΓ) $I_1 = \frac{E_{\text{Eπ}}}{R_1} = \frac{6}{10} \Rightarrow I_1 = 0{,}6A$

Δ5. α) Το μαγνητικό πεδίο του ημικυκλικού αγωγού (ΑΗΓ) έχει φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα και υπολογίζεται από το νόμο των Bio και Savart

$$B_{(O)1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1}{r^2} \cdot (\Delta l_1 + \Delta l_2 + \Delta l_3 + \ldots) = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I_1}{r_1^2} \pi r_1^2 = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{4r_1} \Rightarrow B_{(O)1} = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}T$$

β) Παρόμοια για τους αγωγούς (ΔΘΖ) και (ΔΝΖ) τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούν έχουν αντίθετες κατευθύνσεις ενώ για τα μέτρα ισχύει

$$\mathrm{B}_{(\mathrm{O})34} = \mathrm{B}_{(\mathrm{O})4} - \mathrm{B}_{(\mathrm{O})3} = \frac{\mu_0 \cdot I_4}{4r_2} - \frac{\mu_0 \cdot I_3}{4r_2} \Rightarrow \mathrm{B}_{(\mathrm{O})34} = 0$$

Άρα για τη συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κοινό κέντρο

$$\mathrm{B}_{(\mathrm{O})o\lambda} = \mathrm{B}_{(\mathrm{O})1} = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}T$$

Μπόγδανος Αθανάσιος

Πετρίδης Παναγιώτης