ΦΥΣΙΚΗ Γ΄ ΛΥΚΕΙΟΥ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ
12 ΙΟΥΝΙΟΥ 2024
Λύσεις

ΘΕΜΑ Α [5 + 5 + 5 + 5 + 5 μ.]

Α1. δ)
Α2. γ)
Α3. γ)
Α4. β)
Α5. α) Σωστό β) Λάθος γ) Σωστό δ) Σωστό ε) Λάθος.

ΘΕΜΑ Β [(2+6) + (2+6) + (2+4+1+2) μ.]

Β1. α) ii.

β) Είναι $\left.\begin{aligned}\varphi_1 &= 2\pi\,(10^{15}\,t - \frac{10^7}{3}\,x)\\ \varphi_1 &= 2\pi\,(f_1\,t - \frac{x}{\lambda_{1max}})\end{aligned}\right\} \Rightarrow f_1 = 10^{15}$ Hz και $\frac{1}{\lambda_{1max}} = \frac{10^7}{3} \Rightarrow \lambda_{1max} = 3 \cdot 10^{-7}$ m.

Με $T_2 = 2\,T_1$ από τον νόμο του Wien έχουμε

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

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής είναι

$\left.\begin{aligned}c &= \lambda_{1max} \cdot f_1\\ c &= \lambda_{2max} \cdot f_2\end{aligned}\right\} \Rightarrow \lambda_{1max} \cdot f_1 = \lambda_{2max} \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_{1max} \cdot f_1 = \frac{\lambda_{1max}}{2} \cdot f_2 \Rightarrow f_2 = 2\,f_1 \Rightarrow f_2 = 2 \cdot 10^{15}$ Hz.

Άρα είναι $\varphi_2 = 2\pi\,(f_2\,t - \frac{x}{\lambda_{2max}}) \Rightarrow \varphi_2 = 2\pi\,(2 \cdot 10^{15}\,t - \frac{2}{3}10^7\,x)$ (S.I.)

Β2. α) i.

β) Η φωτοηλεκτρική εξίσωση στο 1ο πείραμα δίνει $K_1 = hf_1 - \varphi$ (1) και στο 2ο $K_2 = hf_2 - \varphi$ (2).

Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής, με $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$, βρίσκουμε για τις συχνότητες

$\left.\begin{aligned}c &= \lambda_1 \cdot f_1\\ c &= \lambda_2 \cdot f_2\end{aligned}\right\} \Rightarrow \lambda_1 \cdot f_1 = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow \lambda_1 \cdot f_1 = \frac{\lambda_1}{2} \cdot f_2 \Rightarrow f_2 = 2\,f_1.$

Από τη σχέση των στροφορμών έχουμε $L_2 = 5\,L_1 \Rightarrow m\,\upsilon_2\,R_2 = 5\,m\,\upsilon_1\,R_1 \Rightarrow \upsilon_2\,R_2 = 5\,\upsilon_1\,R_1$.

Επειδή $R = \frac{m\upsilon}{eB}$

είναι $\upsilon_2\frac{m\upsilon_2}{eB} = 5\,\upsilon_1\frac{m\upsilon_1}{eB} \Rightarrow \upsilon_2^2 = 5\,\upsilon_1^2 \Rightarrow \frac{1}{2}m\,\upsilon_2^2 = 5\,\frac{1}{2}m\upsilon_1^2 \Rightarrow K_2 = 5\,K_1$.

Με αντικατάσταση από (1) και (2) έχουμε

$K_2 = 5\,K_1 \Rightarrow hf_2 - \varphi = 5\,(hf_1 - \varphi) \Rightarrow$

$\Rightarrow h\,2f_1 - \varphi = 5hf_1 - 5\varphi \Rightarrow$

$\Rightarrow 5\varphi - \varphi = 5hf_1 - 2hf_1 \Rightarrow 4\varphi = 3hf_1 \Rightarrow$

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

Άρα η μεταλλική επιφάνεια είναι κατασκευασμένη από Βάριο.

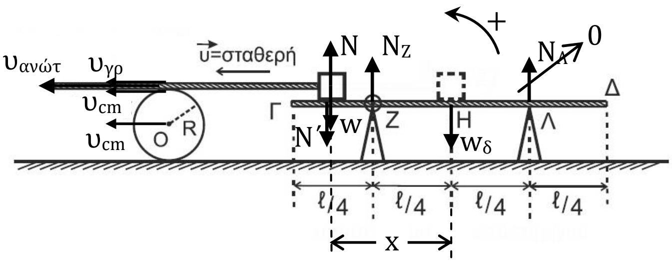
<u>Αλλιώς:</u> (1) $\Rightarrow K_1 = h\frac{c}{\lambda_1} - \varphi$ και (2) $\Rightarrow K_2 = h\frac{c}{\lambda_2} - \varphi = 2h\frac{c}{\lambda_1} - \varphi$.

Άρα $K_2 = 5\,K_1 \Rightarrow 2h\frac{c}{\lambda_1} - \varphi = 5\,(h\frac{c}{\lambda_1} - \varphi) \Rightarrow \frac{2hc}{\lambda_1} - \varphi = \frac{5hc}{\lambda_1} - 5\varphi \Rightarrow$

$\Rightarrow 5\varphi - \varphi = \frac{5hc}{\lambda_1} - \frac{2hc}{\lambda_1} \Rightarrow 4\varphi = \frac{3hc}{\lambda_1} \Rightarrow \Rightarrow \varphi = \frac{3hc}{4\lambda_1} \Rightarrow$

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

Β3. α) ii.



Για το σώμα είναι $\Sigma\vec{F}_\psi = 0 \Rightarrow N - w = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow N = mg$ και η N' στη δοκό είναι (δράση – αντίδραση) $N' = N = mg$.

Από την ισορροπία της δοκού τη στιγμή t_1, οπότε οριακά χάνεται η επαφή και είναι $N_\Lambda = 0$:

$\Sigma\tau_{(Z)} = 0 \Rightarrow \tau_{N_Z} + \tau_{N'} + \tau_{w_\delta} = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow 0 + N'\,(x - \frac{\ell}{4}) - w_\delta\,\frac{\ell}{4} = 0 \Rightarrow mg\,(x - \frac{\ell}{4}) = Mg\frac{\ell}{4} \Rightarrow mg\,(x - \frac{\ell}{4}) = \frac{m}{2}g\frac{\ell}{4} \Rightarrow x = \frac{\ell}{4} + \frac{\ell}{8} \Rightarrow x = \frac{3\ell}{8}.$

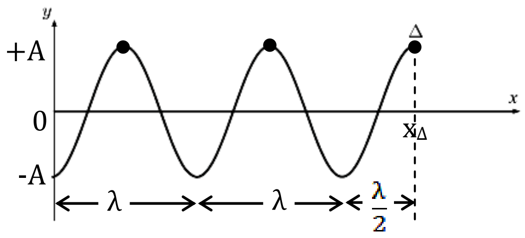
β) i.

Για τις ταχύτητες υ του σώματος Σ και της ράβδου και του ανώτερου σημείου του δίσκου είναι $\upsilon = \upsilon_{ανώτ}$ και επειδή $\upsilon_{ανώτ} = \upsilon_{cm} + \upsilon_{γρ} = \omega R + \omega R = 2\,\omega R = 2\,\upsilon_{cm}$ έχουμε

$\upsilon = 2\,\upsilon_{cm} \Rightarrow \frac{x}{t_1} = 2\frac{s}{t_1} \Rightarrow s = \frac{x}{2} \Rightarrow s = \frac{1}{2}\frac{3\ell}{8} \Rightarrow s = \frac{3\ell}{16}.$

ΘΕΜΑ Γ [(2+2+1+2) + 5 + (3+4) + 6 μ.]

Γ1. α) Διέλευση 60 φορές από τη θέση ισορροπίας σημαίνει Ν = 30 ταλαντώσεις σε χρόνο $t = 1\ min = 60\ s$. Άρα $f = \frac{N}{t} \Rightarrow f = \frac{30}{60}\ Hz \Rightarrow f = \frac{1}{2}\ Hz$
και $f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = 2\ s$.



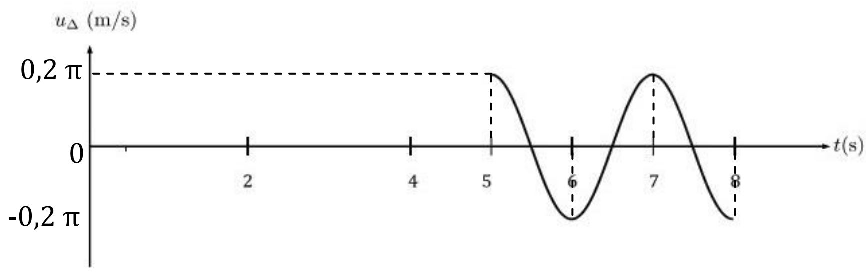
β) Με βάση τα δεδομένα προκύπτει το διάγραμμα του σχήματος, από όπου βλέπουμε ότι $x_\Delta = 2\lambda + \frac{\lambda}{2} = 2{,}5\ \lambda \Rightarrow$
$\Rightarrow 2{,}5 = 2{,}5\ \lambda \Rightarrow \lambda = 1\ m$.

γ) Από τη θεμελιώδη εξίσωση της κυματικής έχουμε
$\upsilon = \lambda\, f \Rightarrow \upsilon = 1 \cdot 0{,}5\ \frac{m}{s} \Rightarrow \upsilon = 0{,}5\ \frac{m}{s}$.

δ) Το κύμα φτάνει στο σημείο Δ μετά από χρόνο $t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon} \Rightarrow t_\Delta = \frac{2{,}5}{0{,}5}\ s \Rightarrow t_\Delta = 5\ s$.
Με $T = 2\ s$ ισχύει $t_\Delta = 2{,}5\ T$, δηλαδή όταν το κύμα διαδοθεί κατά 2,5 λ, το σημείο στη θέση $x = 0$ θα έχει ταλαντωθεί για χρόνο 2,5 T, ή αλλιώς θα έχει κάνει 2,5 ταλαντώσεις.
Σε μια ταλάντωση διανύει διάστημα 4Α,
οπότε $s = 2{,}5 \cdot 4A \Rightarrow s = 10\ A \Rightarrow 2 = 10 \cdot A \Rightarrow A = 0{,}2\ m$.

Γ2. Το σημείο Ο ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση $\psi = A\ \eta\mu\omega t$.
Το κύμα φτάνει στο σημείο Δ μετά από χρόνο $t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon}$.
Σε τυχαία χρονική στιγμή $t' \geq t_\Delta$
το σημείο Δ θα ταλαντώνεται για χρόνο $t' = t - t_\Delta$ και η εξίσωση που περιγράφει την ταλάντωσή του θα είναι $\psi = A\ \eta\mu\omega t' \Rightarrow \psi = A\ \eta\mu\omega(t - t_\Delta) \Rightarrow$
$\Rightarrow \psi = A\ \eta\mu\frac{2\pi}{T}(t - \frac{x_\Delta}{\upsilon}) \Rightarrow \psi = A\ \eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\upsilon T}) \Rightarrow \psi = A\ \eta\mu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda})$, για $t \geq t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon} = \frac{2{,}5}{0{,}5}\ s = 5\ s$.

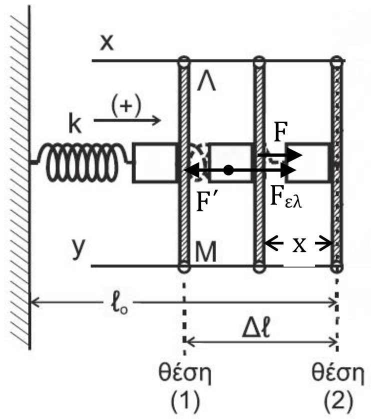
Γ3. Είναι $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{2}\frac{rad}{s} \Rightarrow \omega = \pi\ \frac{rad}{s}$ και η μέγιστη ταχύτητα ταλάντωσης είναι
$\upsilon_{max} = \omega A \Rightarrow \upsilon_{max} = 0{,}2\pi\ \frac{m}{s}$.
Έτσι, η εξίσωση της ταχύτητας του Δ είναι $\upsilon_\Delta = \upsilon_{max}\ \sigma\upsilon\nu 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}) \Rightarrow$
$\Rightarrow \upsilon_\Delta = 0{,}2\pi\ \sigma\upsilon\nu 2\pi(\frac{t}{2} - \frac{2{,}5}{1}) \Rightarrow \upsilon_\Delta = 0{,}2\pi\ \sigma\upsilon\nu(\pi t - 5\pi)$ (S.I.), για $t \geq 5\ s$.
Στο χρονικό διάστημα 5 s έως 8 s περιλαμβάνονται $\frac{\Delta t}{T} = \frac{3}{2} = 1{,}5$ ταλαντώσεις και η ζητούμενη γραφική παράσταση είναι όπως δείχνει το διπλανό σχήμα.



Γ4. Τα σημεία Ο και Δ είναι δυο διαδοχικά σημεία με την ίδια απομάκρυνση και την ίδια ταχύτητα, επομένως η απόστασή τους είναι ίση με ένα μήκος κύματος δηλαδή
$\lambda' = x_\Delta \Rightarrow \lambda' = 2{,}5\ m$.
Επειδή η ταχύτητα διάδοσης του κύματος παραμένει σταθερή έχουμε
$\upsilon = \lambda' f' \Rightarrow 0{,}5 = 2{,}5\ f' \Rightarrow f' = 0{,}2\ Hz$.
Η μεταβολή της συχνότητας είναι $\Delta f = f' - f \Rightarrow \Delta f = 0{,}2\ Hz - 0{,}5\ Hz \Rightarrow \Delta f = -0{,}3\ Hz$, δηλαδή έχουμε μείωση 0,3 Hz.

ΘΕΜΑ Δ [(2+3) + 4 + 4 + (2+4) + (3+3) μ.)

Δ1. α) Για το σύστημα οι δυνάμεις F και F′ είναι εσωτερικές (δράση - αντίδραση) και κινείται με την επίδραση της δύναμης του ελατηρίου. Σε τυχαία θέση είναι $ΣF = F_{ελ} = k|x|$.
Επειδή $x < 0$ είναι $ΣF = - kx$, οπότε το σύστημα εκτελεί τμήμα απλής αρμονικής ταλάντωσης με $D = k$.



Όσο το σώμα Σ βρίσκεται σε επαφή με τη ράβδο εκτελεί τμήμα απλής αρμονικής ταλάντωσης με δύναμη επαναφοράς τη δύναμη F από τη ράβδο και ισχύει $ΣF_ρ = - D_ρ\, x \Rightarrow F = - D_ρ\, x$.
Η επαφή θα χαθεί όταν $F = 0 \Rightarrow x = 0$, δηλαδή στη θέση ισορροπίας της ταλάντωσης, που είναι η θέση του φυσικού μήκους.
Εξάλλου, μέχρι τη θέση του φυσικού μήκους το ελατήριο είναι συσπειρωμένο, άρα σπρώχνει το σύστημα, που κινείται με την ίδια επιτάχυνση. Αμέσως μετά, το ελατήριο θα επιμηκυνθεί απειροστά, άρα η δύναμη του ελατηρίου θα είναι προς τα αριστερά και θα προκαλεί επιβράδυνση στο σώμα Σ, ενώ η ράβδος θα έχει σταθερή ταχύτητα. Επομένως ο αποχωρισμός θα γίνει στο φυσικό μήκος του ελατηρίου.

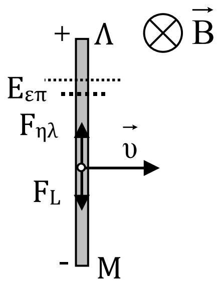
β) Για την ταλάντωση του συστήματος είναι $A = \Delta\ell$ και $υ_{max} = ωA \Rightarrow υ_{max} = \sqrt{\frac{k}{m+M_ρ}}\,\Delta\ell \Rightarrow$

$\Rightarrow υ_{max} = \sqrt{\frac{10}{0,4+1,2}} \cdot 0,4\,\frac{m}{s} \Rightarrow υ_{max} = \sqrt{\frac{100}{16}} \cdot 0,4\,\frac{m}{s} \Rightarrow υ_{max} = \frac{10}{4} \cdot 0,4\,\frac{m}{s} \Rightarrow υ_{max} = 1\,\frac{m}{s}$.

Την ίδια μέγιστη ταχύτητα θα έχει το σώμα Σ κατά τον αποχωρισμό με τη ράβδο, οπότε έχουμε

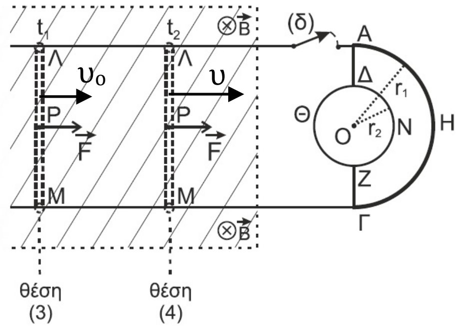
$υ_{max} = ω′A′ \Rightarrow υ_{max} = \sqrt{\frac{k}{m}}\,A′ \Rightarrow 1 = \sqrt{\frac{10}{0,4}}\,A′ \Rightarrow 1 = 5\,A′ \Rightarrow A′ = 0,2$ m.

Δ2. Η μεταλλική ράβδος περιέχει ελεύθερα ηλεκτρόνια τα οποία, επειδή κινείται η ράβδος μέσα σε μαγνητικό πεδίο, δέχονται δύναμη Lorentz $F_L = Bυ|q|$. Σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων του δεξιού χεριού, η δύναμη στα ηλεκτρόνια θα είναι προς τα κάτω. Έτσι δημιουργείται συσσώρευση αρνητικού φορτίου στο άκρο Μ, και πλεόνασμα θετικού φορτίου στο άκρο Λ και αναπτύσσεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή ανάμεσα στα άκρα Λ, Μ της ράβδου με θετικό πόλο στο Λ και αρνητικό στο Μ, όπως δείχνει το σχήμα. Τα φορτία αυτά δημιουργούν στον χώρο του αγωγού ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης Ε με φορά από το Λ προς το Μ. Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δέχονται και μια ηλεκτρική δύναμη $F_{ηλ} = |q|E$ αντίθετης φοράς από τη μαγνητική. Όσο η δύναμη Lorentz είναι μεγαλύτερη από την ηλεκτρική, η συσσώρευση φορτίων συνεχίζεται, με όλο και μικρότερο ρυθμό. Έτσι, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου αυξάνεται και σε πολύ λίγο χρόνο τα μέτρα των δυο δυνάμεων γίνονται ίσα. Τότε παύει η μετακίνηση φορτίου και σταθεροποιείται η διαφορά δυναμικού μεταξύ των άκρων του αγωγού Λ και Μ.



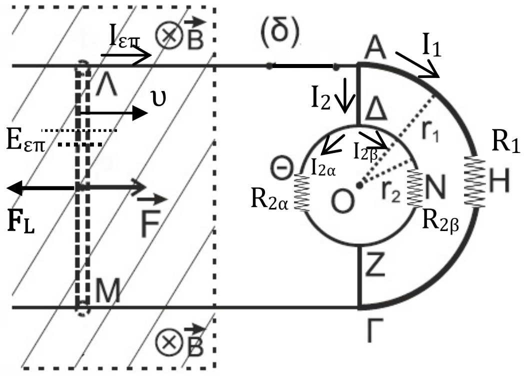
Η Εεπ υπολογίζεται από την εξίσωση των μέτρων των δυνάμεων: $F_{ηλ} = F_L \Rightarrow |q|E = Bυ|q| \Rightarrow E = Bυ \Rightarrow$
$\Rightarrow \frac{E_{επ}}{L} = Bυ \Rightarrow E_{επ} = BυL$.

Δ3. Η ράβδος μετά τον αποχωρισμό με το σώμα δεν δέχεται συνολικά δύναμη και κινείται με σταθερή ταχύτητα. Έτσι, κατά τη χρονική στιγμή t_1 που αρχίζει να ασκείται η F έχει αρχική ταχύτητα $υ_o = υ_{max} = 1\,\frac{m}{s}$.



Με ανοιχτό τον διακόπτη, η F είναι η μοναδική δύναμη που δέχεται και θα κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με αρχική ταχύτητα. Από τον ΘΝΜ έχουμε
$ΣF = M_ρ\, α \Rightarrow F = M_ρ\, α \Rightarrow 3 = 1,2\, α \Rightarrow α = 2,5\,\frac{m}{s^2}$.
Για την ταχύτητα τη χρονική στιγμή t_2 είναι
$υ = υ_o + α\,\Delta t \Rightarrow υ = υ_o + α\,(t_2 – t_1) \Rightarrow υ = 1 + 2,5\,(3 – 1) \Rightarrow υ = 1 + 5 \Rightarrow υ = 6\,\frac{m}{s}$.

Δ4. α) Με ταχύτητα υ, η τάση από επαγωγή στον αγωγό είναι
$E_{επ} = Bυ\ell \Rightarrow E_{επ} = 1 \cdot 6 \cdot 1\ V \Rightarrow E_{επ} = 6\ V$.



Εφόσον ο κυκλικός αγωγός έχει σταθερή διατομή και η αντίσταση είναι ανάλογη του μήκους ($R = \rho\frac{\ell}{s}$) , η αντίσταση κάθε ημικυκλικού τμήματος του κυκλικού αγωγού είναι ίση με το μισό της αντίστασής του, δηλαδή
$R_{2α} = R_{2β} = \frac{R_2}{2} = \frac{10}{2}\ \Omega = 5\ \Omega$.

Τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού και ο ημικυκλικός αγωγός ΑΗΓ συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα. Έτσι, η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι
$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{2α}} + \frac{1}{R_{2β}} \Rightarrow \frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{R_{ολ}} = \frac{5}{10} \Rightarrow R_{ολ} = 2\ \Omega$.

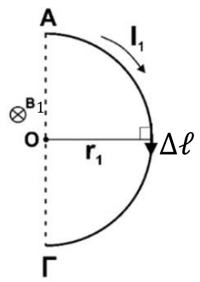
Από τον νόμο του Ohm βρίσκουμε το επαγωγικό ρεύμα στο κύκλωμα:
$I_{επ} = \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \Rightarrow I_{επ} = \frac{6}{2}\ A \Rightarrow I_{επ} = 3\ A$.

Η δύναμη Laplace που δέχεται η ράβδος είναι $F_L = B\ I_{επ}\ L \Rightarrow F_L = 1 \cdot 3 \cdot 1\ N \Rightarrow F_L = 3\ N$.
Άρα η συνισταμένη δύναμη που δέχεται ο αγωγός είναι $\Sigma F = F - F_L = 3 - 3 = 0$,
οπότε θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, με ταχύτητα $υ = 6\frac{m}{s}$.

β) Τα τμήματα ΑΗΓ, ΔΘΖ και ΔΝΖ έχουν την ίδια τάση $E_{επ} = 6\ V$.
Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη ράβδο είναι $I_{επ} = 3\ A$.
Στον ημικυκλικό αγωγό ΑΗΓ είναι $I_1 = \frac{E_{επ}}{R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{6}{10}\ A \Rightarrow I_1 = 0{,}6\ A$.
Στα τμήματα του κυκλικού αγωγού είναι $I_{2α} = \frac{E_{επ}}{R_{2α}} = \frac{6}{5}\ A = 1{,}2\ A$ και $I_{2β} = \frac{E_{επ}}{R_{2β}} = \frac{6}{5}\ A = 1{,}2\ A$.

<u>Αλλιώς:</u> Η ολική αντίσταση στον κυκλικό αγωγό είναι $R_{αβ} = \frac{R_{2α} \cdot R_{2β}}{R_{2α} + R_{2β}} \Rightarrow R_{αβ} = \frac{5 \cdot 5}{5+5}\ \Omega \Rightarrow R_{αβ} = 2{,}5\ \Omega$
και η ένταση του ρεύματος στον κλάδο του κυκλικού αγωγού $I_2 = \frac{E_{επ}}{R_{αβ}} \Rightarrow I_2 = \frac{6}{2{,}5}\ A \Rightarrow I_2 = 2{,}4\ A$
(ή αλλιώς $I_2 = I_{επ} - I_1 = 3 - 0{,}6 = 2{,}4\ A$).
Για την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού είναι
$V_α = V_β \Rightarrow I_{2α} R_{2α} = I_{2β} R_{2β} \Rightarrow I_{2α} = I_{2β}$ και $I_2 = I_{2α} + I_{2β} \Rightarrow I_2 = 2\ I_{2α} \Rightarrow 2{,}4 = 2\ I_{2α} \Rightarrow I_{2α} = 1{,}2\ A$
και $I_{2β} = 1{,}2\ A$.

Δ5. α) Θεωρούμε στοιχειώδες τμήμα $\Delta\ell$ του ημικυκλικού αγωγού το οποίο, σύμφωνα με τον νόμο Biot – Savart, δημιουργεί στο σημείο Ο μαγνητικό πεδίο
$\Delta B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1 \cdot \Delta\ell}{r_1^2}$ ημθ και επειδή $θ = 90^o$ είναι $\Delta B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1 \cdot \Delta\ell}{r_1^2}$. Συνολικά έχουμε:
$B_1 = \sum \Delta B_1 \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r_1^2}\sum \Delta\ell$.



Το άθροισμα των $\Delta\ell$ είναι ίσο με πr_1, οπότε έχουμε $B_1 = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I_1}{r_1^2}\pi r_1 \Rightarrow B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{4 r_1} \Rightarrow$
$\Rightarrow B_1 = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}6}{4 \cdot 0{,}5}\ T \Rightarrow B_1 = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}\ T$
με διεύθυνση κάθετη στη σελίδα και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

β) Η συνολική ένταση είναι ίση με το διανυσματικό άθροισμα των εντάσεων των τριών επιμέρους μαγνητικών πεδίων.
Τα δύο τμήματα του κυκλικού αγωγού διαρρέονται από ίσα ρεύματα $I_{2α} = I_{2β} = 1{,}2\ A$ και έχουν την ίδια ακτίνα r_2, οπότε δημιουργούν στο κέντρο Ο αντίθετα μαγνητικά πεδία εντάσεων με μέτρα $B_{2α} = B_{2β}$ (με διευθύνσεις κάθετες στη σελίδα και φορές προς τον αναγνώστη $\odot$ και προς τη σελίδα $\otimes$, αντίστοιχα) τα οποία αλληλοαναιρούνται.
Επομένως η συνολική ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Ο θα είναι μόνο η B_1, δηλαδή
$B_{ολ} = B_1 = 1{,}2\pi \cdot 10^{-7}\ T$
με διεύθυνση κάθετη στη σελίδα και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.