A)

A1) δ

A2) γ

A3) γ

A4) β

A5) Σ

Λ

Σ

Σ

Λ

B1 ii

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

$\lambda = 3\cdot10^{-7}\,m = 300\,nm$

$f = 10^{15}\,Hz,\ T = 10^{-15}\,s$
$= \frac{1}{T}$

$T_2 = 2T_1$

$\lambda_{max} = \frac{\sigma\tau\alpha\theta.}{T}$

$\lambda_{max1} = \frac{\sigma\tau\alpha\theta.}{T_1}$

$\lambda_{max2} = \frac{\sigma\tau\alpha\theta.}{2T_1}$

διαιρώντας κατά μέλη

$\frac{\lambda_{max1}}{\lambda_{max2}} = \frac{2T_1}{T_1} = 2$

άρα $\lambda_{max2} = \frac{\lambda_{max1}}{2}$
$= 150\,nm$
$= 1{,}5\cdot10^{-7}\,m$

$c = \lambda_1 f_1$
$c = \lambda_2 f_2$

$1 = \frac{2f_1}{f_2} \Rightarrow$
$f_2 = 2f_1$
$= 2\cdot10^{15}\,Hz$

Άρα $\varphi_2 = 2\pi\left(f_2 t - \frac{x}{\lambda_2}\right) = 2\pi\left(2\cdot10^{15}t - \frac{x}{1{,}5\cdot10^{-7}}\right)$
$= 2\pi\left(2\cdot10^{15}t - \frac{2x}{3}10^7\right)$ (SI)

Σαρώθηκε με το CamScanner

B2)

$W_{Ba} = 2{,}5\,eV$

$W_{Bo} = 4{,}5\,eV$

$W_{Ta} = 4{,}2\,eV$

$E = W + K$

1ο

$hf_1 = W_x + K_1$

$h\dfrac{c}{\lambda_1} = W_x + K_1$

$\dfrac{1250}{375} = W_x + K_1 \quad (1)$

2ο

$h\dfrac{c}{\lambda_2} = W_x + K_2$

$\dfrac{1250}{\frac{375}{2}} = W_x + K_2 \quad (2)$

Διαιρώντας τις (1) και (2) κατά μέλη

$\dfrac{\frac{1250}{375}}{\frac{2\cdot 1250}{375}} = \dfrac{W_x + K_1}{W_x + K_2} \Rightarrow \dfrac{1}{2} = \dfrac{W_x + K_1}{W_x + K_2}$

$\Rightarrow 2W_x + 2K_1 = W_x + K_2 \Rightarrow W_x = K_2 - 2K_1 \quad (5)$

$L_2 = 5L_1 \Rightarrow 5\, m \cdot u_1 \cdot R_1 = m\, u_2\, R_2 \quad (4)$

$F_{κεντρομόλος} = F_L \Rightarrow \dfrac{mu^2}{R} = \dfrac{quB}{1} \Rightarrow R = \dfrac{mu}{qB} \quad (3)$

Σαρώθηκε με το CamScanner

(4) $\xrightarrow{(3)}$ $5\cancel{m} v_1 \dfrac{m v_1}{\cancel{qB}} = \cancel{m} v_2 \dfrac{m v_2}{\cancel{qB}} \Rightarrow$

$$5 v_1^2 = v_2^2$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\frac{1}{2} m v_1^2}{\frac{1}{2} m v_2^2} = \frac{1}{5} \Rightarrow K_2 = 5K_1$$

Άρα η (5) γίνεται

$$W_x = K_2 - 2K_1 = 5K_1 - 2K_1 = 3K_1 \quad (7)$$

Αφαιρώντας κατά μέλη (2) - (1) :

$$2 \cdot \frac{1250}{375} - \frac{1250}{375} = \cancel{W_x} + K_2 - \cancel{W_x} - K_1$$

$$\frac{1250}{375} = K_2 - K_1 = 5K_1 - K_1 \Rightarrow$$

$$\frac{1250}{375} = 4K_1 \Rightarrow K_1 = \frac{1250}{1500} = \frac{5}{6} eV$$

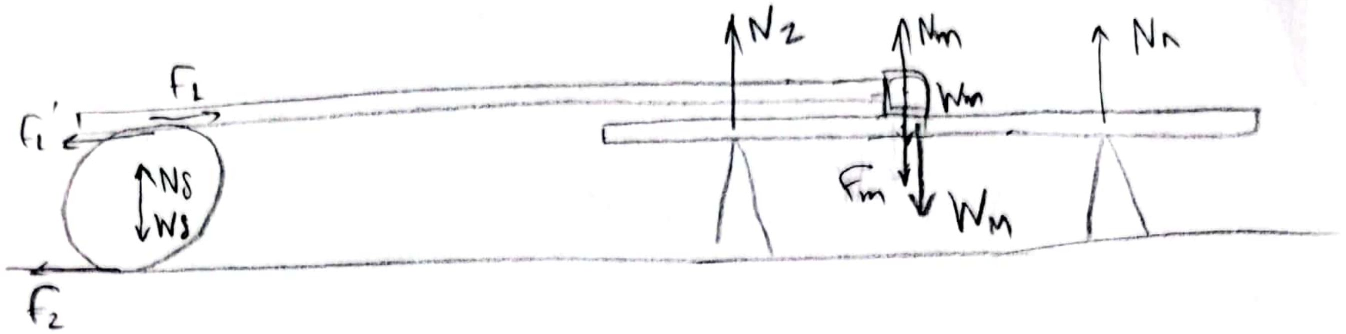
Άρα στην (7)

$W_x = 3 \cdot \frac{5}{6} = 2{,}5 eV$ άρα είναι βάριο

(i)

B3)

α)



Το Σ ισορροπεί στον y άξονα, άρα $F_m = W_m = N_m$

Για τη ράβδο ΓΔ:

$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow N_Z + N_\Lambda - F_m - W_M = 0$ (2)

$\Sigma \tau = 0$ ως προς Z $\Rightarrow -W_M \cdot \frac{l}{4} - F_m \cdot x + N_\Lambda \frac{l}{2} + N_Z 0 = 0$ (1)

τη στιγμή που οριακά χάνεται η επαφή με το υποστήριγμα Ζ, ισχύει $N_\Lambda = 0$

(1) $-W_M \frac{l}{4} - F_m x = 0 \Rightarrow$

$-Mg\frac{l}{4} - mgx = 0 \Rightarrow x = -\frac{M\frac{l}{4}}{m} = -\frac{M\frac{l}{4}}{2M}$

$\Rightarrow x = -\frac{l}{8}$

άρα το σώμα Σ βρίσκεται $\frac{l}{8}$ αριστερά του Z

οπότε το σώμα είχε συνολική μετατόπιση

$d = \frac{l}{8} + (ZH) = \frac{l}{8} + \frac{l}{4} = \frac{3l}{8}$ (ii)

β) Για το κέντρο μάζας του δίσκου και το σημείο επαφής του με τη ράβδο (Μ) ισχύει

$\Delta s_M = \Delta s_{cm} + R\Delta\theta$

επειδή ο δίσκος κυλίεται χωρίς να ολισθαίνει ισχύει $R\Delta\theta = \Delta s_{cm}$

Άρα $\Delta s_M = \Delta s_{cm} + \Delta s_{cm} = 2\Delta s_{cm}$

$\Delta s_M = \Delta s_\Sigma$ μαζί η ράβδος είναι άκαμπτη (i)

Άρα $\Delta s_{cm} = \frac{\Delta s_M}{2} = \frac{3l}{16}$

Σαρώθηκε με το CamScanner

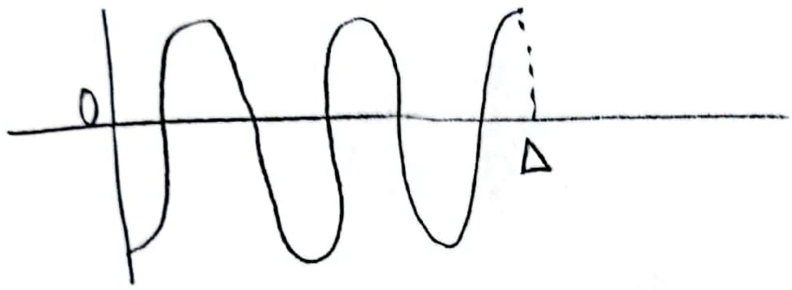
Γ) Γ1)

Πηγή διέγραψε 60 φορές από τη Θ.Ι. άρα εκτελεί 30 πλήρεις ταλαντώσεις

$$f = \frac{N}{\Delta t} = \frac{30}{60} = \frac{1}{2}\ Hz \qquad \omega = \frac{2\pi}{T} = \pi\ rad/s$$

$$T = 2s$$

Σχεδιάζουμε ένα τμήμα του στιγμιότυπου του κύματος για τη χρ. στιγμή που περιγράφεται



Άρα στην απόσταση (ΟΔ) υπάρχουν $2 + \frac{1}{2}$ κύματα

άρα $2,5\lambda = 2,5 \Rightarrow \lambda = 1m$

$$\upsilon = \lambda \cdot f = 1 \cdot \frac{1}{2} = 0,5\ m/s$$

το κύμα φτάνει στο Δ όταν $\varphi_\Delta = 0$

$$2\pi\left(\frac{t_3}{T} - \frac{x_\Delta}{\lambda}\right) = 0 \Rightarrow \frac{t_3}{2} = \frac{2,5}{1} \Rightarrow t_3 = 5s$$

σε 1T το Ο έχει διανύσει απόσταση 4Α

σε 2,5T το Ο έχει εκτελέσει απόσταση $4A + 4A + 2A = 10A$

άρα σε $t_3 = 2,5T$

άρα $10A = 2 \Rightarrow A = 0,2m$

η εξίσωση του κύματος $y = 0,2\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{x}{1}\right)$ (SI)

Σαρώθηκε με το CamScanner

Γ2)

το Ο ταλαντώνεται σύμφωνα με την εξίσωση

$$y = A\eta\mu\,\omega t \quad \text{για } t \geq 0$$

$$= A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T}\right)$$

το σημείο Δ δεξιά του Ο, έχει ταλαντωθεί για χρόνο

$\Delta t = t - t_3$, όπου t_3 ο χρόνος που κάνει το κύμα να φτάσει στο Δ

άρα $$y_\Delta = A\eta\mu\,\omega(t - t_3)$$

$$= A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{t_3}{T}\right) \quad (1)$$

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow t_3 = \frac{x_\Delta}{u} \quad (2)$$

Άρα η (1) $\overset{(2)}{\Rightarrow}$ $$y_\Delta = A\eta\mu 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x_\Delta}{uT}\right)$$

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

γιατί $u = \frac{\lambda}{T} \Rightarrow \lambda = uT$

Γ3)

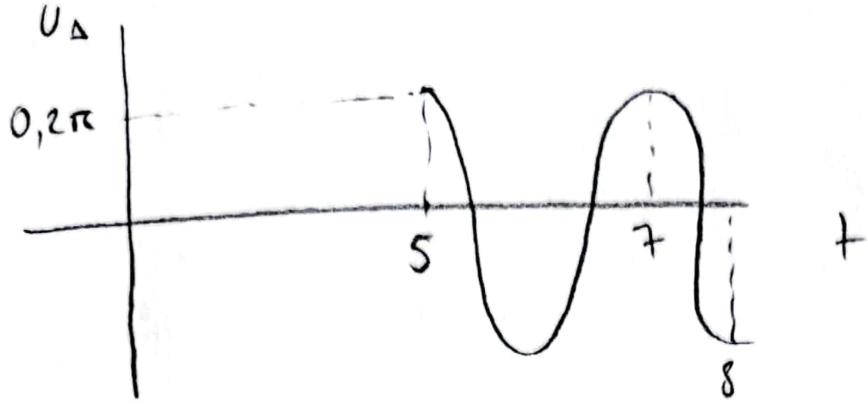
$$u_\Delta = \frac{dx_\Delta}{dt}$$

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

$$= \pi\, 0{,}2\,\sigma\upsilon\nu 2\pi\left(\frac{t}{2} - \frac{2{,}5}{1}\right) \quad (SI)$$

για $t \geq t_3 \Rightarrow t \geq 5s$

Σαρώθηκε με το CamScanner



$T = 2s$

για $t = 8s$

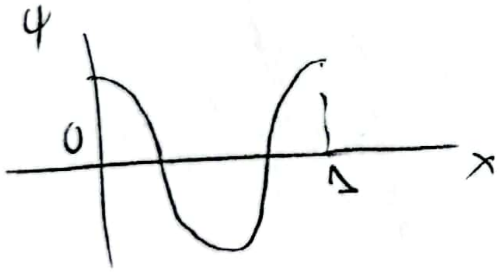
$$\upsilon_\Delta = 0{,}2\pi \, \sigma\upsilon\nu 2\pi \left(\frac{8}{2} - \frac{2{,}5}{1}\right) = 0{,}2\pi \, \sigma\upsilon\nu 3\pi = -0{,}2\pi \ m/s$$

$$= -\upsilon_{max}$$

σε χρ. διάστημα από 5s έως 8s
έχουν γίνει 1,5 ταλαντώσεις

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{3}{2} = 1{,}5 \text{ ταλαντώσεις}$$

Γ4)
στη νέα κατάσταση ισχύει ότι O και Δ απέχουν λ', π.χ.



$\Delta x_\Delta = \lambda'$

$2{,}5 = \lambda'$

$\lambda' = 2{,}5m$

η ταχύτητα εξαρτάται από το μέσο διάδοσης, άρα παραμένει σταθερή $\upsilon' = \upsilon = 0{,}5 m/s$

$$\upsilon' = \lambda' \cdot f' \Rightarrow f' = \frac{0{,}5}{2{,}5} = \frac{1}{5} Hz$$

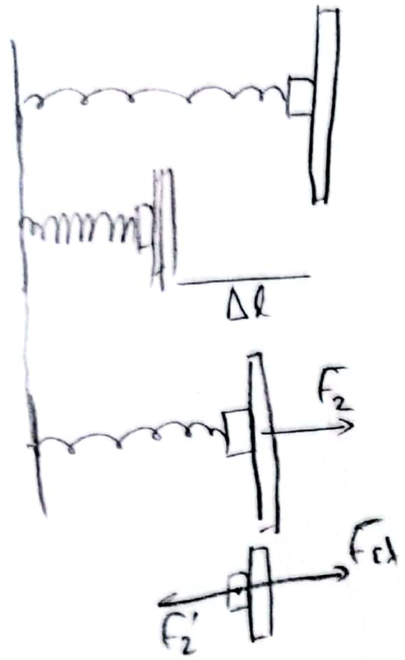
$$\Delta f = f' - f = 0{,}2 - 0{,}5 = -0{,}3 Hz$$

άρα η μείωση ήταν 0,3 Hz

Σαρώθηκε με το CamScanner

Δ)

Δ1) α)



Για το σύστημα Σ και ράβδου σε τυχαία απομάκρυνση Θέση $-|x|$ ασκείται δύναμη

$\Sigma F = F_{ελ} = +k|x| = -kx$ άρα εκτελεί ΑΑΤ

για το σύστημα Σ και ράβδου

$\Sigma F = -Dx$

$\Sigma F = -10x$

για τη ράβδο

$\Sigma F = -D_2 x \Rightarrow$

$F_2 = -D_2 x$

η ράβδος χάνει την επαφή της όταν $F_2 = 0$

άρα στη Θέση

$0 = -D_2 x \Rightarrow x = 0$

άρα στη Θ.Ι. για 1η φορά (πρώτη φορά)

τα δύο σώματα ταλαντώνονται με ίδιο ω

$D = (M_1 + m)\omega^2$

$10 = (1,2 + 0,4)\omega^2$

$\omega^2 = \frac{10}{1,6}$

$\omega = \sqrt{\frac{100}{16}} = 2,5$ rad/s

$D_1 = M_1\omega^2 = 1,2 \cdot 2,5^2 = 1,2 \cdot \frac{100}{16} = \frac{120}{16} = 7,5$ N/m

$D_\Sigma = m\omega^2 = 0,4 \cdot 2,5^2 = 2,5$ N/m

β) $E = K + U$ τη χ.σ. στιγμή $t=0$ που τα αφήνουμε (πριν αποχωριστούν)

$\frac{1}{2}DA^2 = 0 + \frac{1}{2}D \cdot \Delta l^2 \Rightarrow A = \pm\Delta l \Rightarrow A = 0,4$ m

$x = 0,4\,ημ(2,5t + φ_0)$ για $t=0$ $x = -A$ άρα $ημφ_0 = -1 \Rightarrow φ_0 = 2κπ + \frac{3π}{2}$ ή $φ_0 = 2κπ + π - \frac{3π}{2}$

$0 \le φ_0 < 2π$ άρα $φ_0 = \frac{3π}{2}$ rad

$x = 0,4\,ημ(2,5t + \frac{3π}{2})$ (S.I.)

Σαρώθηκε με το CamScanner

τη στιγμή που αποχωρίζονται (ΘΙ)

$E = K + \cancel{U}^{0}$

$\frac{1}{2} 10 \cdot 0,4^2 = \frac{1}{2}(M_1 + m)\upsilon^2 \Rightarrow \quad \upsilon = \upsilon_{max} = \pm\sqrt{\frac{1,6}{1,6}} = \pm 1$

$\Rightarrow \upsilon = 1\, m/s$ επειδή κινείται προς τα θετικά

μετά τον αποχωρισμό

$\upsilon_\Sigma' = \upsilon_\Sigma = 1\, m/s \quad , D_\Sigma = D = 10\, N/m$

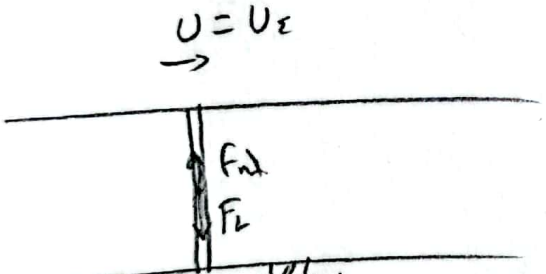
$E' = K' + U' \Rightarrow \frac{1}{2} D A'^2 = \frac{1}{2} m_\Sigma \upsilon_\Sigma'^2 + 0 \Rightarrow$

$10 A'^2 = 0,4 \cdot 1^2 \Rightarrow A' = \pm\sqrt{\frac{0,4}{10}}$

$\Rightarrow A' = \pm 0,2$

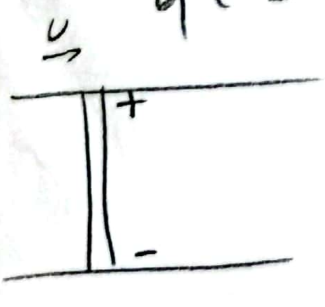
$\Rightarrow A' = 0,2\, m/s$

Δ2)



καθώς τα ηλεκτρόνια της ράβδου κινούνται προς τα δεξιά, το θετικό φορτίο κινείται προς τα αριστερά άρα ασκείται δύναμη Lorentz στα ηλεκτρόνια προς τα κάτω, όπως το σχήμα η μετακίνηση των ηλεκτρονίων σταματάει όταν $F_{\eta\lambda} = F_L \Rightarrow$

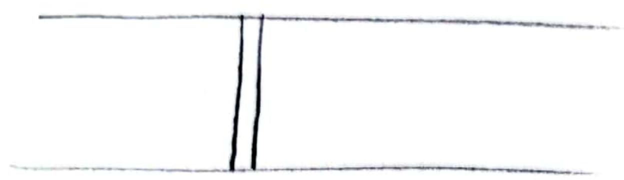
$qE = q\upsilon B \Rightarrow \quad E = \upsilon B \quad \Rightarrow \frac{E_{\eta\lambda}}{\ell} = \upsilon B \Rightarrow E_{\eta\lambda} = B\upsilon\ell$



πολικότητα σύμφωνα με τον κανόνα των τριών δακτύλων για τη F_L

Σαρώθηκε με το CamScanner

Δ3)



από $t=0$ έως $t=1s$ η ράβδος κάνει ευθ. ομαλή κίνηση αφού $\Sigma F=0$

$\upsilon_1 = \upsilon = 1m/s$

$I=0$ αφού ο διακόπτης είναι ανοικτός

Laplace) $F_L = 0$

η ράβδος κάνει ευθ. ομ. μεταβαλλόμενη κίνηση από $t=1$ έως $t=3s$

$\Sigma F = ma$

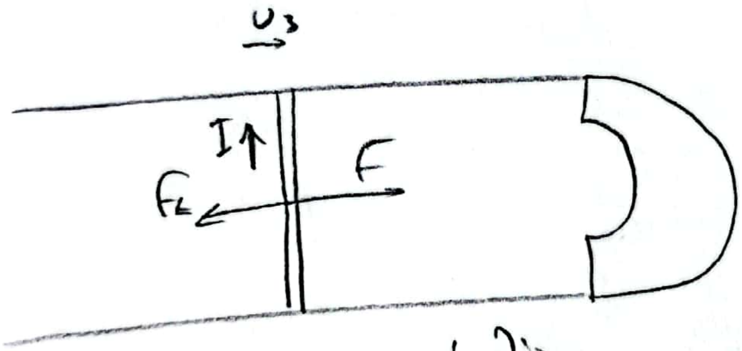
$F = ma \Rightarrow a = \frac{3}{1,2} = 2,5 \, m/s^2$

$\upsilon = \upsilon_0 + a(t-t_0) \Rightarrow \upsilon = 1 + 2,5(t-1)$

άρα για $t=3s \Rightarrow \upsilon_3 = 1 + 2,5 \cdot 2 = 6m/s$

Δ4

α.)



οι δύο αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες παράλληλα

$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{ΔΝΖ}} + \frac{1}{R_{ΔΘΖ}}$

$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} + \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{R_{ολ}} = \frac{5}{10}$

$\Rightarrow R_{ολ} = 2\Omega$

Ασκείται F_L προς τα αριστερά λόγω κλάσης/κανόνα δεξιού χεριού

$F_L = BIl$

$= 1 \cdot \frac{E_{επ}}{R_{ολ}} \cdot 1 = \frac{B\upsilon l}{R_{ολ}} = \frac{1 \cdot 6 \cdot 1}{2} = 3N$

$R = \rho\frac{l}{S}$ άρα σε κάθε ημικύκλιο ισχύει $R_{ΔΝΖ} = \rho\frac{L_{κύκλου}}{2S} = \frac{R_2}{2} = 5\Omega = R_{ΔΘΖ}$

συνεχίζει με ΕΟΚ γιατί $\Sigma F = F - F_L = 3 - 3 = 0$

β) $V_{ΛΜ} = E_{επ} - I \cdot \cancel{r}^{\,0} = B\upsilon_3 l = 6V$

$I_1 = \frac{V_{ΚΛ}}{R_1} = \frac{6}{10} = 0,6A$, $I_{ΔΝΖ} = \frac{V_{ΚΛ}}{R_{ΔΝΖ}} = \frac{6}{5} = 1,2A$

Σαρώθηκε με το CamScanner

$$I_{ΔΘΖ} = \frac{V_{ΚΛ}}{R_{ΔΘΖ}} = \frac{6}{5} = 1,2\ A$$

$$I_{ολ} = I_{ΔΘΖ} + I_{ΔΝΖ} + I_1 = 3A = I_{ολ}.$$

Δ5) $\left(* \int B\,dl = \int k_\mu \frac{I\,ημθ}{r^2}\,dl = k_\mu I \cdot \frac{ημ90}{r^2} \cdot 2\pi r = k_\mu \frac{2\pi I}{r}\right)$

α)

ο κυκλικός αγωγός έχει μαγνητικό πεδίο στο κέντρο του

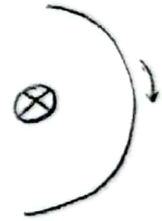
$B_{κυκλ.} = k_\mu \frac{2\pi I}{r}$ από ολοκλήρωση του νόμου Biot-Savart σε όλον τον κυκλικό αγωγό *

για ημικύκλιο, ισχύει $B_1 = \frac{B_{κυκλ}}{2} = \frac{k_\mu \frac{2\pi I}{r}}{2} = k_\mu \frac{2\pi I}{2r} = k_\mu \frac{\pi I}{r}$

συγκεκριμένα

$$B_1 = \frac{k_\mu \pi I_1}{r_1} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\pi \cdot 0,6}{0,5} = 10^{-7} \pi \frac{6}{5}\ T$$

με φορά προς τα κάτω



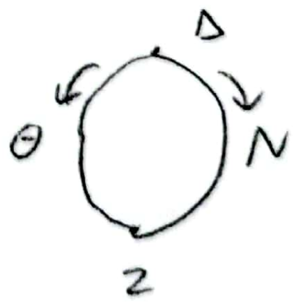
β.) για τον κυκλικό αγωγό:

το τμήμα (ΔΝΖ) δημιουργεί (ομοίως με το α)

$B_{ΔΝΖ} = k_\mu \frac{\pi I_{ΔΝΖ}}{r_2} = 10^{-7} \frac{\pi 1,2}{r_2}$ με φορά προς τα κάτω ⊗

ενώ $B_{ΔΘΖ} = k_\mu \frac{\pi I_{ΔΘΖ}}{r_2} = 10^{-7} \frac{\pi \cdot 1,2}{r_2}$

με φορά προς τα πάνω ⊙



άρα $B_{ολ} = B_{ΔΝΖ} + B_{ΔΘΖ} + B_1$

$$= -10^{-7} \frac{\pi 1,2}{r_2} + 10^{-7} \frac{\pi 1,2}{r_2} - 10^{-7} \pi \frac{6}{5} = -\frac{6}{5} \pi 10^{-7}\ T$$

με φορά προς τα κάτω

Σαρώθηκε με το CamScanner