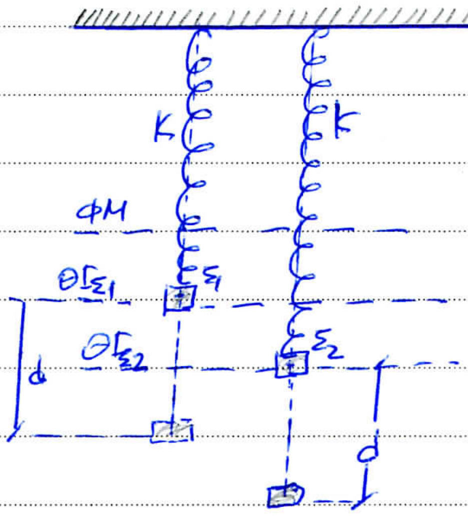
26ο Επαναληπτικό κριτήριο αξιολόγησης / 2023

Θέμα Α!

Α.1



α. Ίδιο πλάτος ταλάντωσης

$A_1=A_2=d$ α-λάθος

β. $K_{1,max}=E_{1,ταλ}=\frac{1}{2}DA_1^2=\frac{1}{2}kd^2$

$K_{2,max}=E_{2,ταλ}=\frac{1}{2}DA_2^2=\frac{1}{2}kd^2$

$K_{1,max}=K_{2,max}$ β-λάθος

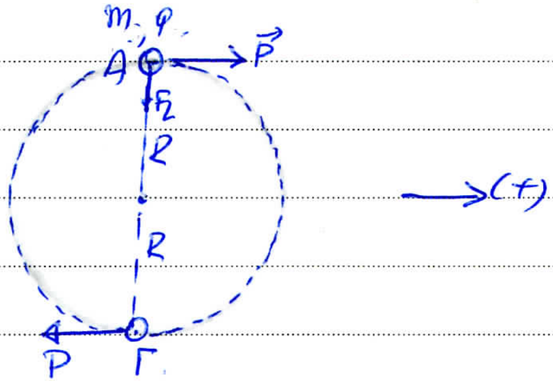
γ. $\left.\begin{aligned}\Delta t_1=\frac{T_1}{4}=\frac{1}{4}2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}\\ \Delta t_2=\frac{T_2}{4}=\frac{1}{4}2\pi\sqrt{\frac{m_2}{k}}\end{aligned}\right\} m_1>m_2$

$\Rightarrow \Delta t_1>\Delta t_2$ ή $\Delta t_2<\Delta t_1$. γ-σωστό

δ. $N_1=f_1\cdot t=\frac{t}{T_1}$, $N_2=f_2 t=\frac{t}{T_2}$

$\frac{N_1}{N_2}=\frac{t/T_1}{t/T_2}=\frac{T_2}{T_1}=\frac{2\pi\sqrt{m_2/k}}{2\pi\sqrt{m_1/k}}=\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}<1 \Rightarrow N_1<N_2$ δ-λάθος

Α.2



α. $R=\frac{mv}{|q|B}=\frac{p}{|q|B}=\frac{\sqrt{2Km}}{|q|B}$ α-λάθος

β. Το μέτρο της ορμής είναι σταθερό, το διάνυσμα $\vec{p}$ μεταβάλλεται

β-λάθος

γ. Ο χρόνος $t=\frac{\pi m}{|q|B}$ είναι ημιπερίοδος και το σωματίδιο από το Α έρχεται στο Γ, οπότε $\Delta\vec{p}=\vec{p}_{τελ}-\vec{p}_{αρχ} \Rightarrow$
$\Delta p=-p-(+p)=-2p$ άρα το μέτρο της $\Delta\vec{p}$ είναι $\Delta p=2p$
αλγεβρικά

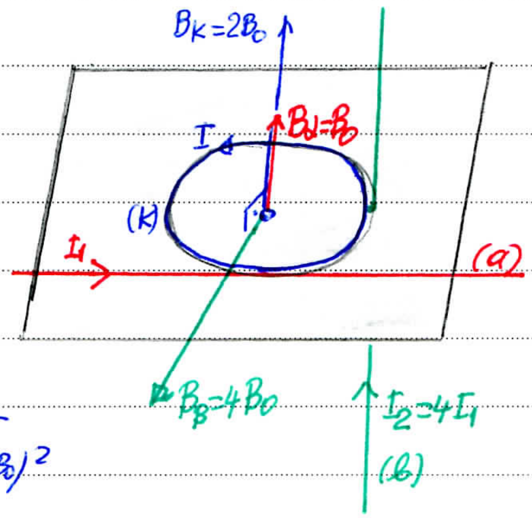
γ-σωστό

δ. $a_κ=\frac{v^2}{R}=\frac{v\cdot v}{\frac{mv}{|q|B}}=\frac{B|q|v}{m}=\frac{B|q|}{m}\cdot\frac{p}{m}=\frac{Bp|q|}{m}$ δ-λάθος

A.3

α: $B_α = \frac{μ_0}{4π}\frac{2I_1}{R} = B_0$, κ: $B_κ = \frac{μ_0}{4π}\frac{2πI}{R} = \frac{μ_0}{4π}\frac{2π}{R}\frac{2I_1}{π}$

$\Rightarrow B_κ = \frac{μ_0}{4π}\frac{4I_1}{R} = 2B_0$



β: $B_β = \frac{μ_0}{4π}\frac{2I_2}{R} = \frac{μ_0}{4π}\frac{2}{R}4I_1 \Rightarrow B_β = 4B_0$

$\vec{B}_{ολ} = \vec{B}_α + \vec{B}_κ + \vec{B}_β = (\vec{B}_α + \vec{B}_κ) + \vec{B}_β$

$\vec{B}_{ολ} = \vec{B}' + \vec{B}_β \Rightarrow B_{ολ} = \sqrt{B'^2 + B_β^2} \Rightarrow B_{ολ} = \sqrt{(B_0+2B_0)^2+(4B_0)^2}$

$\Rightarrow B_{ολ} = 5B_0$ Σωστό το δ

A.4   Τάση αποκοπής $V_0 = 2\,Volt \Rightarrow K_{max} = |q_e|V_0 = 1e \cdot 2V = 2eV$

φωτοηλεκτρική εξίσωση $K_{max} = hf - φ \Rightarrow K_{max} = E_{φωτ} - φ \Rightarrow$

$E_{φωτ} = K_{max} + φ \Rightarrow E_{φωτ} = 2eV + 3eV = 5eV$ Άρα σωστό το δ

A.5 α) Η περίοδος T είναι σταθερή αλλά το πλάτος δεν μειώνεται με σταθερό ρυθμό, η κλίση της A(t) δεν είναι σταθερή, α-λάθος

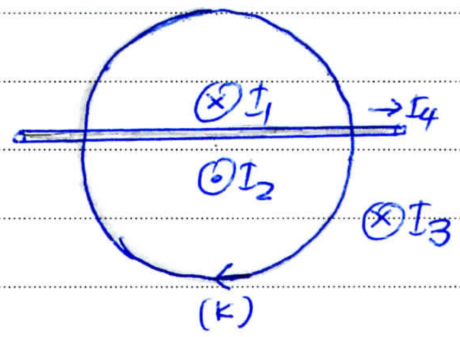
β) $υ_{1,max} = ω_1 A_1 = 2πf_1 A_1$

$υ_{0,max} = ω_0 A_0 = 2πf_0 A_0 = 2π\frac{f_1}{1,2}1,8A_1 = 1,5(2πf_1 A_1) = 1,5\,υ_{1,max}$ β-σωστό

γ) γ-σωστό

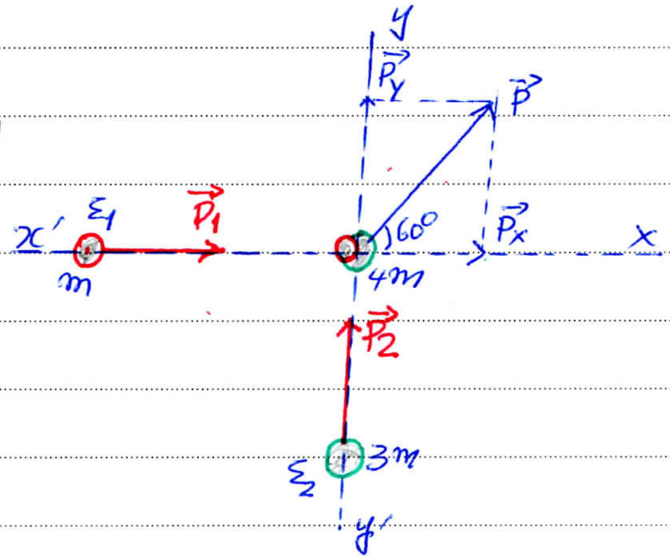
δ) $Δλ = \frac{h}{mc}(1-συν90°) = \frac{h}{mc}(1-0) = \frac{h}{mc}$ δ-σωστό

ε) $\sum_{(K)} B\,Δl\,συνθ = μ_0(I_1 - I_2)$ ε-λάθος



Θέμα Β'

Β.1



$\vec{P}_x$ = σταθ (συστήματος) $\Rightarrow P_1 = P_x \Rightarrow P_1 = P\,συν60 \Rightarrow P_1 = \frac{P}{2}$

$\vec{P}_y$ = σταθ (συστήματος) $\Rightarrow P_2 = P_y \Rightarrow P_2 = P\,ημ60 \Rightarrow P_2 = \frac{P\sqrt{3}}{2}$

$K_{μετά} = \frac{P^2}{2\cdot 4m} = \frac{P^2}{8m}$

$K_{πριν} = K_1 + K_2 = \frac{P_1^2}{2m} + \frac{P_2^2}{2\cdot 3m} \Rightarrow$

$K_{πριν} = \frac{(P/2)^2}{2m} + \frac{(P\sqrt{3}/2)^2}{6m} \Rightarrow K_{πριν} = \frac{P^2}{8m} + \frac{P^2\cdot 3}{24m} \Rightarrow K_{πριν} = \frac{2P^2}{8m}$

$\Delta K = K_{πριν} - K_{μετά} \Rightarrow \Delta K = \frac{P^2}{8m}$, $\quad \pi\% = \frac{\Delta K}{K_{πριν}}100\% \Rightarrow \pi\% = 50\%$

Σωστή η πρόταση (γ)

Β.2

Μαγνητική ροή μέσα από μία σπείρα

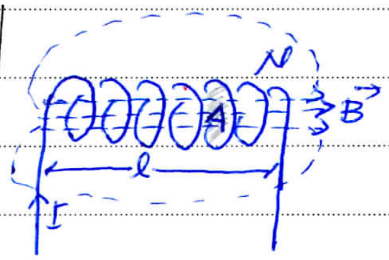
$\Phi = BA\,συν0° = BA = \mu\mu_0 \frac{N}{\ell} i A \Rightarrow$

$N\Phi = \left(\mu\mu_0 \frac{N^2}{\ell} A\right)\cdot i \Rightarrow N\Phi = L\cdot i$

$\Rightarrow L = \frac{N\Phi}{i}$

$U = \frac{1}{2} L\cdot i^2 = \frac{1}{2}\frac{N\Phi}{i} i^2$

$\Rightarrow U = \frac{1}{2} N\Phi\cdot i$

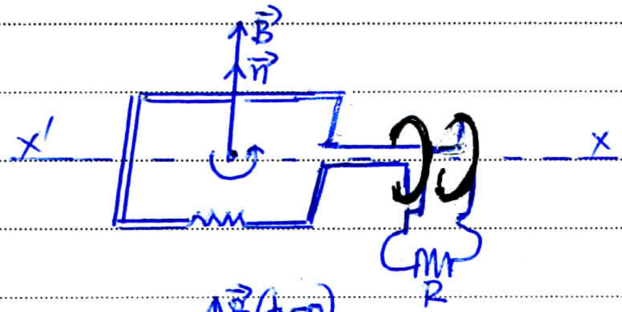


$B = \mu\mu_0 \frac{N}{\ell} i$

$L = \mu\mu_0 \frac{N^2}{\ell} A$

Σωστή η πρόταση (δ)

B.3.



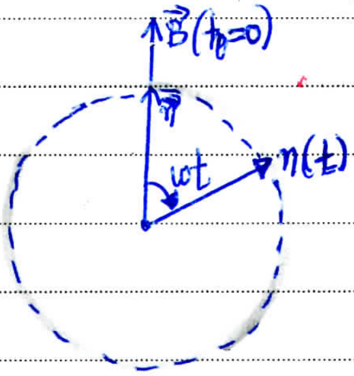
Χρονική εξίσωση μαγνητικής ροής μέσα από μιά σπείρα

$\Phi(t) = B A \sigma\upsilon\nu(\vec{n}, \vec{B})$

$\Phi(t) = B A \sigma\upsilon\nu(\omega t)$

ΗΕΔ από επαγωγή

$E_{\varepsilon\pi} = -\frac{d\Phi}{dt} N = BA\omega N \eta\mu(\omega t)$



$E_{\varepsilon\pi}(t) = BA\omega N \eta\mu(\omega t) = \mathcal{E}_0 \eta\mu(\omega t)$

Χρονική εξίσωση της έντασης ρεύματος

$i = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R+R} = \frac{BA\omega N \eta\mu(\omega t)}{2R} = I_0 \eta\mu(\omega t) \quad || \quad I_0 = \frac{BA\omega N}{2R}$

Πολική στιγμιαία τάση $V_\pi = E_{\varepsilon\pi} - iR$ ή $V_\pi = iR = \frac{BA\omega N}{2R} \eta\mu(\omega t) \cdot R$

$\Rightarrow V_\pi = \frac{BA\omega N}{2} \eta\mu(\omega t) \quad || \quad$ πλάτος $V_{0\pi} = \frac{BA\omega N}{2}$

Μέση ισχύς με την οποία η θερμική συσκευή παίρνει ενέργεια

$\bar{P} = V_{\pi,\varepsilon\nu} I_{\varepsilon\nu} = \frac{V_{0\pi}}{\sqrt{2}} \frac{I_0}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} V_{0\pi} I_0 = \frac{1}{2} \frac{BA\omega N}{2} \cdot \frac{BA\omega N}{2R}$

$\Rightarrow \bar{P} = \frac{(BA\omega N)^2}{8R}$

Άρα σωστή η πρόταση δ.

Θέμα Γ!

Γ.1 Για την ταχύτητα ταλάντωσης μιας κοιλίας στη θέση y_1 έχουμε

$v_1 = \pm \omega\sqrt{A_k^2 - y_1^2}$ (1)

Από την $y_M(t)$ η περίοδος ταλάντωσης κάθε σημείου της χορδής είναι

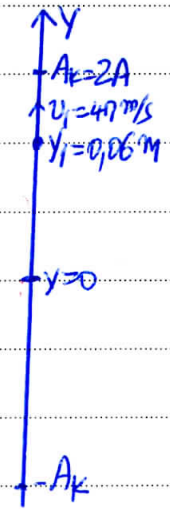
$T = 4\cdot 10^{-2}\,s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4\cdot 10^{-2}} \Rightarrow \omega = 50\pi\,\frac{rad}{s}$

$\Rightarrow f = 25\,Hz$

$(1) \Rightarrow v_1^2 = \omega^2 A_k^2 - \omega^2 y_1^2 \Rightarrow A_k^2 = \left(\frac{v_1}{\omega}\right)^2 + y_1^2 \xrightarrow{SI}$

$\Rightarrow A_k = \sqrt{\left(\frac{4\pi}{50\pi}\right)^2 + (0{,}06)^2} \Rightarrow A_k = 0{,}10\,m$

(ή $2A = 0{,}10\,m$)



Η ταλάντωση μιάς κοιλίας

Γ.2 Η εξίσωση απομάκρυνσης του Μ είναι $y_M(t) = 2A\,\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right)\eta\mu(\omega t)$

Πλάτος ταλάντωσης του Μ, $A_M = \left|2A\,\sigma\upsilon\nu\,\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right| = 0{,}05 \Rightarrow$

$\left|0{,}10\,\sigma\upsilon\nu\,\frac{2\pi x_M}{\lambda}\right| = 0{,}05 \Rightarrow \sigma\upsilon\nu\,\frac{2\pi x_M}{\lambda} = \pm\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2\pi x_M}{\lambda} = k\pi \pm \frac{\pi}{3}$

$\Rightarrow x_M = k\frac{\lambda}{2} \pm \frac{\lambda}{6} \Rightarrow x_M = x_{\kappa o\iota\lambda\iota\alpha\varsigma} \pm \frac{\lambda}{6}$, δηλαδή τα σημεία με πλάτος $0{,}05\,m$ ($A_k/2$) είναι εκατέρωθεν μιας κοιλίας κατά $\lambda/6$

Ειδικά για την άσκηση το Μ απέχει από τον 1ο δεσμό $\Delta x = 1\,cm = \frac{\lambda}{4} - \frac{\lambda}{6} \Rightarrow 1\,cm = \frac{\lambda}{12} \Rightarrow \lambda = 12\,cm$

ή $\lambda = 0{,}12\,m$

Γ.3 $y(x,t) = 2A\,\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{\lambda}\right)\eta\mu(\omega t)$

$y(x,t) = 0{,}10\,\sigma\upsilon\nu\left(\frac{2\pi x}{0{,}12}\right)\eta\mu(50\pi t)$ (SI).

Γ.4 Θέσεις δεσμών $x_\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \xrightarrow[k=10]{x_\delta = L}$

$L = (2\cdot 10 + 1)\frac{0{,}12}{4} \Rightarrow L = 0{,}63\,m$

Γ.5

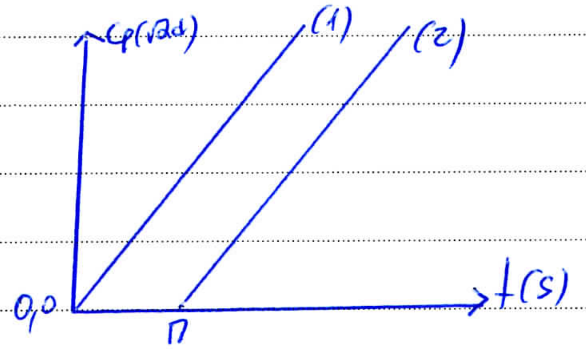
α. $y(x,t) = 2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda}\,ημ(\omega t)$

—. Αν $2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda} > 0$ η φάση είναι $\varphi = \omega t = 5\pi t$ (1)

—. Αν $2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda} < 0 \Rightarrow y(x,t) = -\left|2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda}\right| ημ(\omega t)$

$\Rightarrow y(x,t) = \left|2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda}\right| ημ(\omega t + \pi)$

η φάση είναι $\varphi = \omega t + \pi$ ή $\varphi = 5\pi t + \pi$ (2)



β. Προαιρετικό!

Αν

$2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda} > 0 \Rightarrow συν\frac{2\pi x}{\lambda} > 0$ όταν

$2κ\pi - \frac{\pi}{2} < \frac{2\pi x}{\lambda} < 2κ\pi + \frac{\pi}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow κ\lambda - \lambda/4 < x < κ\lambda + \lambda/4$ (3)

τότε η φάση είναι

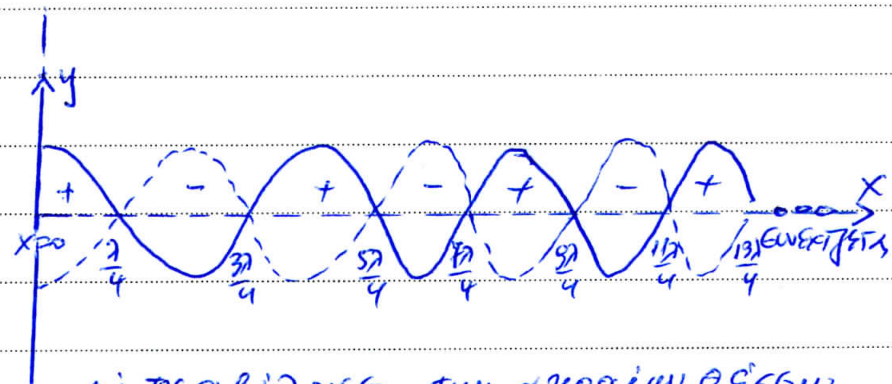
$\varphi = 5\pi t \xrightarrow{t=1s} \varphi = 5\pi$

Αυτό γίνεται $\xrightarrow{(3)}$

$κ=0 \quad -\lambda/4 < x < \lambda/4 \xrightarrow{x \geq 0} 0 \leq x < \frac{\lambda}{4}$

$κ=1 \quad \frac{3\lambda}{4} < x < \frac{5\lambda}{4}$

$κ=2 \quad \frac{7\lambda}{4} < x < \frac{9\lambda}{4}$ κ.λ.π.



οι περιβάλλουσες των ακραίων θέσεων της χορδής που δημιουργείται το στάσιμο κύμα

Αν $2A\,συν\frac{2\pi x}{\lambda} < 0 \Rightarrow συν\frac{2\pi x}{\lambda} < 0$ όταν $2κ\pi + \frac{\pi}{2} < \frac{2\pi x}{\lambda} < 2κ\pi + \frac{3\pi}{2}$

$\Rightarrow κ\lambda + \lambda/4 < x < κ\lambda + \frac{3\lambda}{4}$ (4)

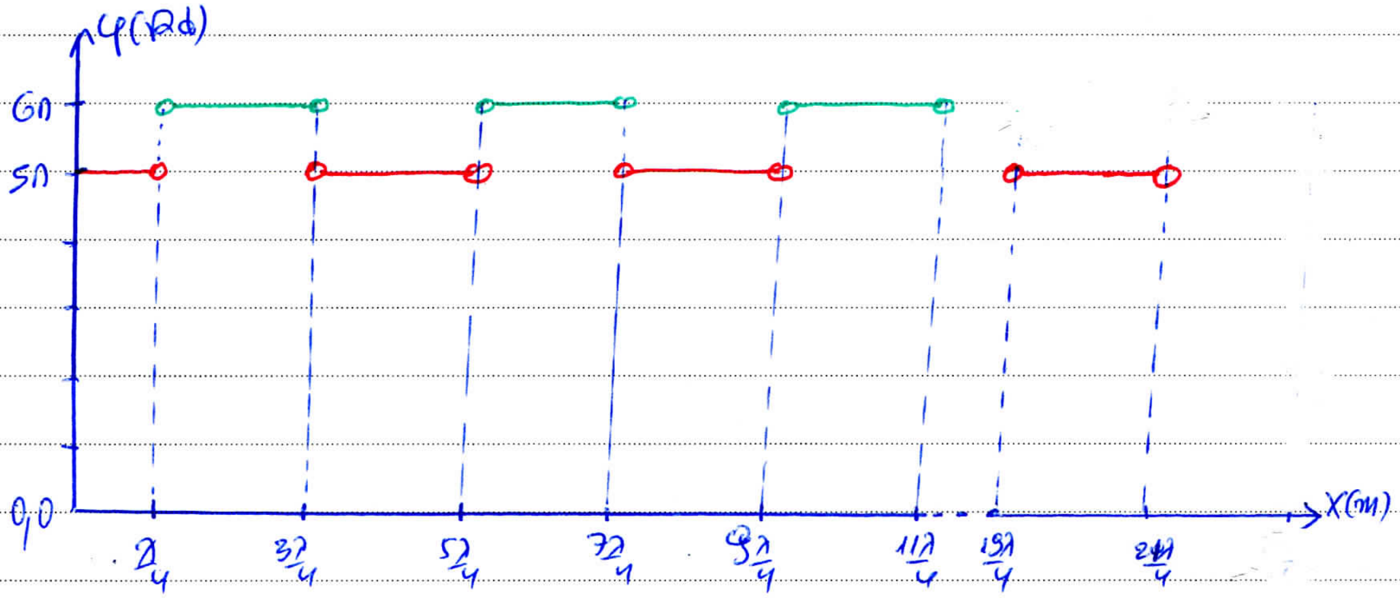
Τότε η φάση είναι $\varphi = 5\pi t + \pi \xrightarrow{t=1s} \varphi = 6\pi$

Αυτό γίνεται $\xrightarrow{(4)}$

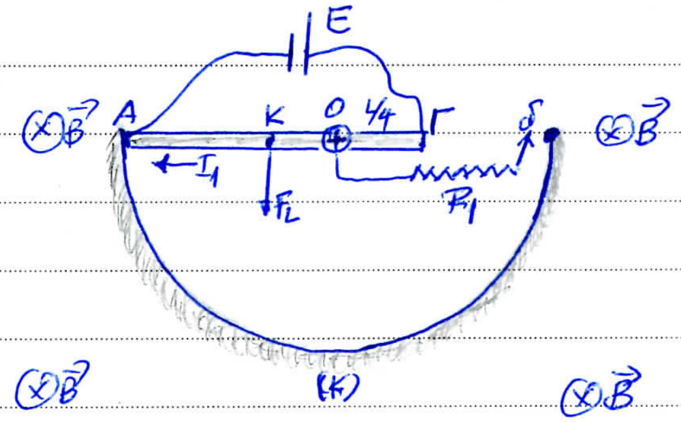
$κ=0, \ \frac{\lambda}{4} < x < \frac{3\lambda}{4}$ για $κ=1 \ \frac{5\lambda}{4} < x < \frac{7\lambda}{4}$ κ.λ.π.

Παρατηρούμε ότι για την 1η, 3η, 5η, 7η περιττό απεδέκτους η φάση είναι $\varphi = \omega t = 50\pi t \xrightarrow{t=0,1s} \varphi = 5\pi$

...και στις $2^{η}$, $4^{η}$, $6^{η}$ ... θέση απεδέκτους η φάση είναι $\varphi = \omega t + \pi = 50\pi t + \pi \xrightarrow{t=0,1s} \varphi = 6\pi$.



Θέμα Δ



Δ.1

Ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό ΑΓ, $I_1 = \frac{E}{R} = \frac{2V}{0,4\Omega}$

$\Rightarrow I_1 = 5A$

Δυνάμεις που ασκούνται στον αγωγό ΑΓ.

- Η δύναμη Laplace $F_L = BI_1L$ με σημείο εφαρμογής το μέσον Κ του αγωγού
- Το βάρος του αγωγού και η δύναμη στήριξης από το δάπεδο που είναι κατακόρυφες και αντίθετες έτσι ώστε $\Sigma F_z = 0$.
  (*) Οι δυνάμεις αυτές δεν είναι σχεδιασμένες στο ανωτέρω σχήμα
- Οι παντός είδους τριβές από τον άξονα περιστροφής, από το δάπεδο και τον κυκλικό αγωγό-οδηγό. Οι τριβές αυτές σε στατική κατάσταση έχουν ροπή ως προς Ο, $\tau_{T,max} = 0,50\,Nm$

Αφού ο αγωγός δεν στρέφεται, $\Sigma\tau(O) = 0 \Rightarrow$

$\tau_{F_L} + \tau_{T,st} = 0 \Rightarrow F_L(KO) - |\tau_{st}| = 0 \Rightarrow BIL\frac{L}{4} = |\tau_{st}| \le \tau_{T,max}$

$$\Rightarrow B \le \frac{4\cdot \tau_{T,max}}{IL^2} \xRightarrow{SI} B \le \frac{4\cdot 0,50}{5\cdot 1^2} \Rightarrow B \le 0,40 \text{ Tesla}$$

Δ.2

Λόγω της στροφικής κίνησης στο τμήμα ΟΑ που είναι σε κλειστό ΗΕΔ-επαγωγής, $\mathcal{E}_{επ} = \frac{1}{2}B_1\omega(OA)^2 \xrightarrow{SI}$

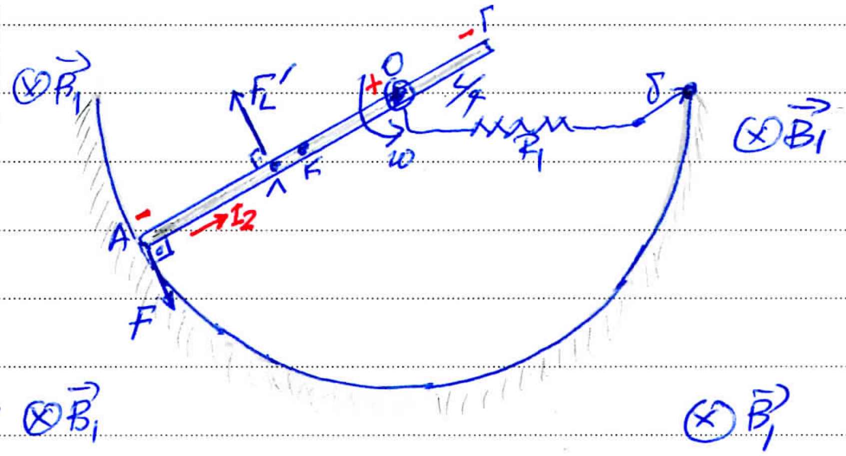
$\mathcal{E}_{επ} = \frac{1}{2}0,8\cdot 10\cdot(0,75)^2 \Rightarrow \mathcal{E}_{επ} = 2,25$ Volt με (+) στο Ο και (−) στο Α και φορά ρεύματος όπως φαίνεται στο σχήμα της επόμενης σελίδας

Η ένταση ρεύματος που διαρρέει τον ΑΟ είναι

$I_2 = \frac{\mathcal{E}_{\varepsilon\pi}}{R_{AO}+R_1}$ με $R_{AO} = \frac{3}{4}R = \frac{3}{4}0{,}4$

$\Rightarrow R_{AO} = 0{,}3\,\Omega$

οπότε $I_2 = \frac{2{,}25V}{0{,}3\Omega + 0{,}2\Omega} \Rightarrow I_2 = 4{,}5A$



Δ.3 $V_O - V_A = \mathcal{E}_{\varepsilon\pi} - I_2 R_{OA} \Rightarrow$

$V_O - V_A = 2{,}25V - 4{,}5A \cdot 0{,}3\,\Omega \Rightarrow$

$V_O - V_A = 0{,}90V$ (1)

ή και $V_O - V_A = I_2 R_1$ ...

Η ΗΕΔ-επαγωγής στο τμήμα ΟΓ είναι $\mathcal{E}'_{\varepsilon\pi} = \frac{1}{2} B_1 \omega (O\Gamma)^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathcal{E}'_{\varepsilon\pi} = \frac{1}{2} \cdot 0{,}8 \cdot 10 \cdot \left(\frac{1}{4}\right)^2 \Rightarrow \mathcal{E}'_{\varepsilon\pi} = 0{,}25$ Volt με (+) στο Ο και (−) στο Γ

... και επειδή ο ΟΓ δεν διαρρέεται από ρεύμα

$V_O - V_\Gamma = 0{,}25V$ (2)

(1)−(2) $(V_O - V_A) - (V_O - V_\Gamma) = 0{,}90V - 0{,}25V \Rightarrow V_\Gamma - V_A = +0{,}65$ Volt

Δ.4 Laplace, $F_L' = B_1 I_2 (OA) = 0{,}8T \cdot 4{,}5A \cdot \frac{3}{4} m \Rightarrow F_L' = 2{,}7N$

Δ.5 $\omega = \sigma\tau\alpha\theta \Rightarrow \Sigma\tau_{(O)} = 0 \Rightarrow F\cdot(AO) - F_L'(\Lambda O) - |\tau_T| = 0 \Rightarrow$

$F\cdot\left(\frac{3L}{4}\right) - F_L'\cdot\left(\frac{3L}{8}\right) - |\tau_T| = 0 \Rightarrow F\cdot 6L - F_L'\cdot 3L = 8|\tau_T| \Rightarrow$

$\Rightarrow F\cdot 6\cdot 1 - 2{,}7\cdot 3\cdot 1 = 8\cdot 0{,}45 \Rightarrow F = 1{,}95N$