Λύσεις διαγωνίσματος Φυσικής Γ λυκείου 13/12/2025

ΘΕΜΑ Α

Α1-γ   Α2-α   Α3-β   Α4-β   Α5 ΣΛΣΛΣ

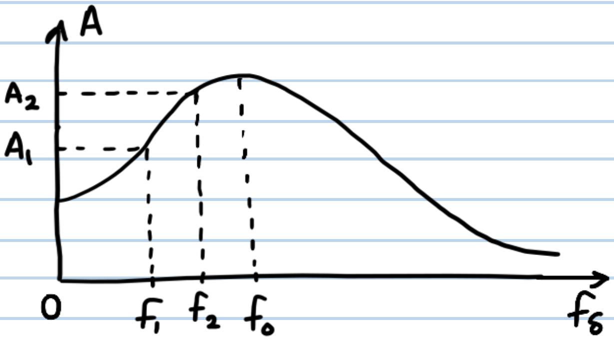
ΘΕΜΑ Β

$\boxed{B1-\beta}$ Αρχικά $f_1 = 0,5 f_0$

Τελικά $f_2 = f_1 + 0,8 f_1 = 1,8 f_1$

$f_2 = 1,8 \cdot 0,5 f_0$

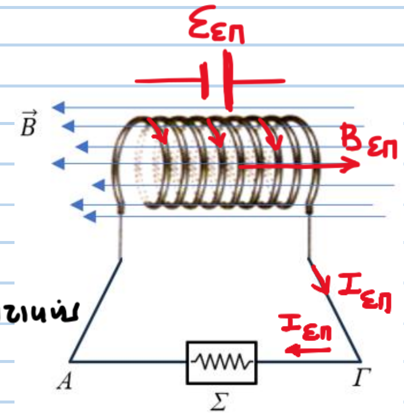
$f_2 = 0,9 f_0$



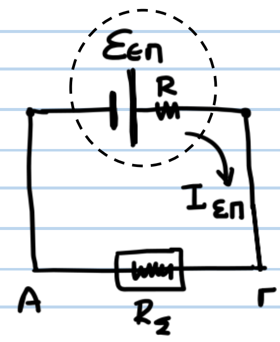
Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα του πλάτους της εξαναγκασμένης ταλάντωσης σε συνάρτηση με τη συχνότητα του διεγέρτη, οι δύο συχνότητες f_1, f_2 είναι μικρότερες από τη συχνότητα συντονισμού και ισχύει $f_1 < f_2 \rightarrow A_1 < A_2$

Άρα το πλάτος της ταλάντωσης αυξάνεται. (β)

B2	I-β	II-α



⇔



I) Το σωληνοειδές εμφανίζει ΗΕΔ $\mathcal{E}_{επ}$ λόγω της μεταβολής της μαγνητικής ροής που προκαλεί η αυξανόμενη τιμή του μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$. Το επαγωγικό ρεύμα $I_{επ}$ έχει τέτοια φορά ώστε να αντιστέκεται στο αίτιο που το προκαλεί ($\vec{B}_{επ}$). Άρα η συσκευή διαρρέεται από ρεύμα που έχει φορά από το Γ προς το Α. (β)

II) Όταν $\frac{\Delta B}{\Delta t} = +\lambda$ ισχύει $P_\Sigma = P_K - 75\% P_K \Rightarrow P_\Sigma = 25\% P_K$

$\Rightarrow I_\Sigma^2 R_\Sigma = \frac{1}{4} I_K^2 R_\Sigma \Rightarrow I_\Sigma = \frac{1}{2} I_K \Rightarrow I_K = 2 I_\Sigma$

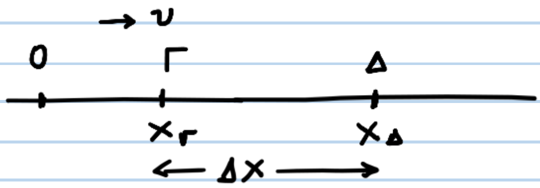
Για να λειτουργεί κανονικά η συσκευή πρέπει να διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα $I'_\Sigma = I_K \Rightarrow I'_\Sigma = 2 I_\Sigma$

$\Rightarrow \frac{E'_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} = 2\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}} \Rightarrow E'_{\varepsilon\pi} = 2E_{\varepsilon\pi} \Rightarrow N\frac{\Delta\Phi'}{\Delta t} = 2N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

$\Rightarrow N\frac{\Delta B'}{\Delta t}S = 2N\frac{\Delta B}{\Delta t}S \Rightarrow \frac{\Delta B'}{\Delta t} = 2\frac{\Delta B}{\Delta t} = +2\lambda$ (α)

B3	I-γ	II-γ	III-β

I) Για τη φάση του κύματος έχουμε: $\phi = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}$



$\Delta\phi = \phi_\Gamma - \phi_\Delta = \frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_\Gamma}{\lambda} - \frac{2\pi t}{T} + \frac{2\pi x_\Delta}{\lambda} = \frac{2\pi}{\lambda}(x_\Delta - x_\Gamma)$

$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta x \Rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}5\lambda \Rightarrow \boxed{\Delta\phi = 10\pi \text{ rad}}$ (γ)

II) Για τη νέα συχνότητα: $f' = 0{,}5 f \Rightarrow \frac{\upsilon}{\lambda'} = \frac{1}{2}\frac{\upsilon}{\lambda} \Rightarrow \lambda' = 2\lambda$

Το σημείο Γ στη θέση $x_\Gamma = 1{,}5\lambda = 1{,}5\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow x_\Gamma = \frac{3\lambda'}{4}$

ξεκινά ταλάντωση τη χρονική στιγμή: $x_\Gamma = \upsilon t \Rightarrow t = \frac{x_\Gamma}{\upsilon}$

$\Rightarrow t = \frac{3\lambda'/4}{\lambda'/T'} \Rightarrow t = \frac{3}{4}T'$.

Η εξίσωση κύματος είναι $y = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T'} - \frac{2\pi x}{\lambda'}\right)$

Για το στιγμιότυπο του κύματος τη χρονική στιγμή $t = \frac{3T'}{4}$ έχουμε: $y = A\eta\mu\left(\frac{2\pi}{T'}\frac{3T'}{4} - \frac{2\pi x}{\lambda'}\right) \Rightarrow y = A\eta\mu\left(\frac{3\pi}{2} - \frac{2\pi x}{\lambda'}\right)$

Για την αρχή, θέση $x = 0$, $y = A\eta\mu\frac{3\pi}{2} = -A$.

Το κύμα έχει διαδοθεί μέχρι το σημείο Γ στη θέση $x = x_\Gamma = \frac{3\lambda'}{4}$ οπότε το στιγμιότυπο είναι αυτό του σχήματος 3. (γ)

ΙΙΙ) Για το σημείο Δ δίνεται $y_\Delta = +A/2$ για $2^{η}$ φορά, άρα $v_\Delta < 0$ (κινείται προς τη θέση ισορροπίας).

Για τα σημεία Γ, Δ έχουμε: $\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda'}\Delta x = \frac{2\pi}{\lambda'}\cdot 5\lambda$

όπου $\lambda = \frac{\lambda'}{2}$ άρα $\Delta\Phi = \frac{2\pi}{\lambda'}5\frac{\lambda'}{2} \Rightarrow \Delta\Phi = 5\pi\ rad$ ($5\pi = 4\pi + \pi \rightarrow 2\kappa\pi + \pi$ αντίθετη φάση)

$\Rightarrow \phi_\Gamma - \phi_\Delta = 4\pi + \pi \Rightarrow \phi_\Gamma = \phi_\Delta + 4\pi + \pi$

Ισχύει: $y = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T'} - \frac{2\pi x}{\lambda'}\right) = A\eta\mu\phi$

Έχουμε: $y_\Gamma = A\eta\mu\phi_\Gamma = A\eta\mu(\phi_\Delta + 2\kappa\pi + \pi) = -A\eta\mu\phi_\Delta = -y_\Delta \Rightarrow y_\Gamma = -A/2$

και $v_\Gamma = v_{max}\sigma\upsilon\nu\phi_\Gamma = v_{max}\sigma\upsilon\nu(\phi_\Delta + 2\kappa\pi + \pi) = -v_{max}\sigma\upsilon\nu\phi_\Delta = -v_\Delta$

$\Rightarrow v_\Gamma = -v_\Delta \xrightarrow{v_\Delta < 0} v_\Gamma > 0$ (β)

ΘΕΜΑ Γ

Γ1 Δίνεται $y = 0{,}1\eta\mu(10\pi t)$ SI $\rightarrow A = 0{,}1m$ $\omega = 2\pi f = 10\pi\ rad/s$

$\Rightarrow f = 5Hz$ και $T = \frac{1}{f} = 0{,}2\ sec$

και $\upsilon = 2 m/s \rightarrow \upsilon = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{\upsilon}{f} = 0{,}4m$

Εξίσωση κύματος: $y = A\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x}{\lambda}\right)$

$$y = 0{,}1\eta\mu\left(10\pi t - \frac{2\pi x}{0{,}4}\right) \Rightarrow \boxed{y = 0{,}1\eta\mu(10\pi t - 5\pi x)\ SI}$$

Γ2 α) Το κύμα φτάνει στο σημείο Γ τη χρονική στιγμή t_Γ:

$x_\Gamma = \upsilon t_\Gamma \Rightarrow t_\Gamma = \frac{x_\Gamma}{\upsilon} = \frac{0{,}8}{2}sec \Rightarrow t_\Gamma = 0{,}4\ sec < t = 0{,}45\ sec$

άρα το κύμα έχει φτάσει.

Ισχύει $\alpha_\Gamma = -\alpha_{max}\eta\mu\left(\frac{2\pi t}{T} - \frac{2\pi x_\Gamma}{\lambda}\right)$ $\alpha_{max} = \omega^2 A = 10\pi^2\ m/s^2$

$\alpha_\Gamma = -10\pi^2\eta\mu(10\pi\cdot 0{,}45 - 4\pi) = -10\pi^2\eta\mu\frac{\pi}{2} \Rightarrow \boxed{\alpha_\Gamma = -10\pi^2\ m/s^2}$

β) Το κύμα φτάνει στο σημείο Δ τη χρονική στιγμή t_Δ:

$x_\Delta = \upsilon t_\Delta \Rightarrow t_\Delta = \frac{x_\Delta}{\upsilon} = \frac{1{,}1}{2}sec \Rightarrow t_\Delta = 0{,}55\ sec > t = 0{,}45\ sec$

άρα το κύμα δεν έχει φτάσει οπότε δεν ταλαντώνεται $\boxed{v_\Delta = 0}$

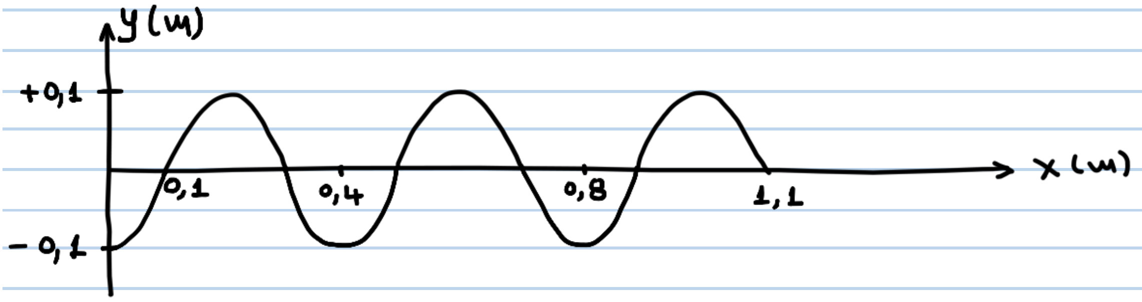
Γ3 α) $y = f(x)$ $t = 0{,}55\ sec$

$y = 0{,}1ημ(10π\cdot 0{,}55 - 5πx) \Rightarrow y = 0{,}1ημ(5{,}5π - 5πx)$ S.I

Για $x = 0$: $y = 0{,}1ημ(5{,}5π) = 0{,}1ημ(4π + \frac{3π}{2}) = 0{,}1ημ\frac{3π}{2} \Rightarrow y = -0{,}1m$

Για $x = \frac{λ}{4} = 0{,}1m$: $y = 0{,}1ημ(5{,}5π - 0{,}5π) = 0{,}1ημ5π \Rightarrow y = 0$

Το κύμα τη χρονική $t = 0{,}55\ sec$ έχει φτάσει στο σημείο Δ στη θέση $x_Δ = 1{,}1\ m = 2{,}75λ = \frac{11λ}{4}$

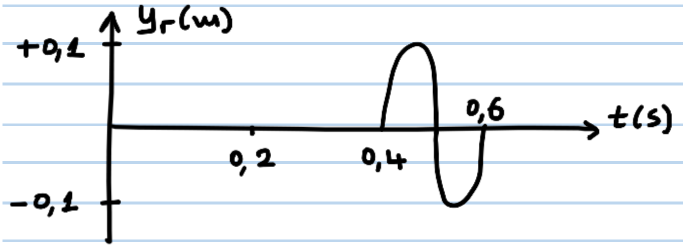


β) Για το σημείο Γ όταν φτάνει το κύμα $t \geq t_Γ \Rightarrow t \geq 0{,}4\ sec$ ισχύει $y_Γ = 0{,}1ημ(10πt - 5π\cdot 0{,}8) \Rightarrow y_Γ = 0{,}1ημ(10πt - 4π)$.

Στο χρονικό διάστημα $0 \leq t \leq 3T \Rightarrow 0 \leq t \leq 0{,}6\ sec$ το σημείο Γ ταλαντώνεται για χρονικό διάστημα $Δt = t - t_Γ$

$\Rightarrow Δt = (0{,}6 - 0{,}4)\ sec = 0{,}2\ sec = T$.

Άρα για τη γραφική παράσταση $y_Γ = f(t)$ έχουμε:



Γ4) Για το κύμα προς την αρνητική κατεύθυνση ισχύει:

$y = Aημ(\frac{2πt}{T} + \frac{2πx}{λ}) \Rightarrow y = 0{,}1ημ(10πt + 5πx)$. S.I

Φάση κύματος προς τη θετική κατεύθυνση: $φ = 10πt - 5πx$ S.I

Φάση κύματος προς την αρνητική κατεύθυνση: $φ' = 10πt + 5πx$ S.I

Οπότε για τις φάσεις των σημείων $x_Σ \leq x \leq x_Γ \Rightarrow -0{,}6m \leq x \leq +0{,}8m$

έχουμε τη χρονική στιγμή: $t = t_\Gamma = 0,4\ sec$

$\phi = 10\pi \cdot 0,4 - 5\pi x \Rightarrow \phi = 4\pi - 5\pi x \qquad 0 \le x \le +0,8m$

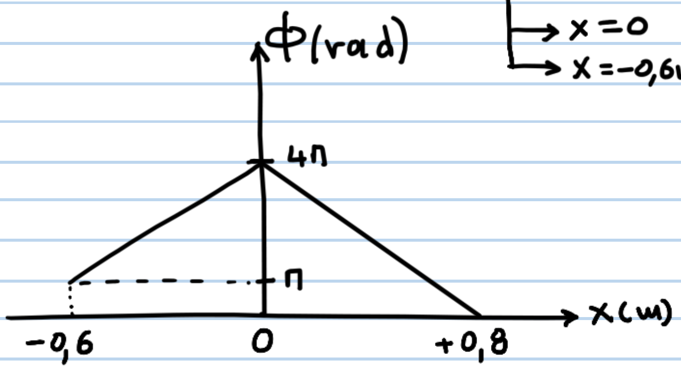
$\to x = 0 \qquad \phi = 4\pi\ rad$

$\to x = +0,8m \quad \phi = 0$

$\phi' = 10\pi \cdot 0,4 + 5\pi x \Rightarrow \phi' = 4\pi + 5\pi x \qquad -0,6m \le x \le 0$

$\to x = 0 \qquad \phi' = 4\pi\ rad$

$\to x = -0,6m \quad \phi' = \pi\ rad$



Γ5 Όταν $y_0 = +A$ για 3η φορά $t = 2T + T/4 = 0,45\ sec$ το κύμα έχει φτάσει και στα δύο σημεία ($t_\Gamma = 0,4\ sec$ και $t_\Sigma = \frac{|x_\Sigma|}{v}$ $t_\Sigma = 0,3 sec$) Για τα σημεία Ο και Γ ισχύει ότι $\Delta x = x_\Gamma - x_0$

$\Rightarrow \Delta x = 0,8m = 2\lambda$, άρα κάθε στιγμή θα έχουν την ίδια απομάκρυνση και την ίδια φορά κίνησης (συμφωνία φάσης).

Οπότε $y_\Gamma = y_0 = +A = +0,1m$

Για τα σημεία Ο και Σ ισχύει ότι $\Delta x = x_\Gamma - x_0$

$\Rightarrow \Delta x = -0,6m = -\left(\lambda + \frac{\lambda}{2}\right)$ άρα κάθε στιγμή θα έχουν αντίθετη απομάκρυνση και αντίθετη φορά κίνησης (αντίθεση φάσης)

Οπότε $y_\Sigma = -y_0 = -A = -0,1m$.

ή όταν $y_0 = +A$ για 3η φορά άρα $t = 2T + \frac{T}{4} = \frac{9T}{4} = 0,45 sec$

$y_\Gamma = 0,1\,ημ(10\pi \cdot 0,45 - 5\pi \cdot 0,8) = 0,1\,ημ(\pi/2) = +0,1m = +A$.

$y_\Sigma = 0,1\,ημ\left[10\pi \cdot 0,45 + 5\pi(-0,6)\right] = 0,1\,ημ\frac{3\pi}{2} = -0,1m = -A$

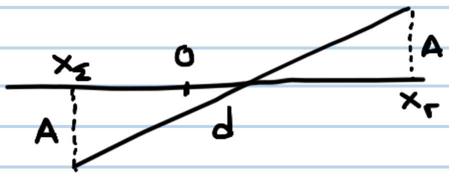
Τα σημεία Σ,Γ απέχουν οριζόντια απόσταση:

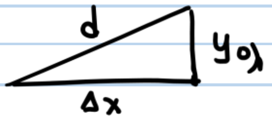
$\Delta x = x_\Gamma - x_\Sigma = 0,8m - (-0,6m) \Rightarrow \Delta x = 1,4m$.

Τη χρονική στιγμή $t = 0,45\,sec$ απέχουν κατακόρυφη απόσταση

$$y_{ολ} = y_Γ + |y_Σ| = A + A = 2A \Rightarrow y_{ολ} = 0,2\,m$$

Οπότε η απόστασή τους τότε είναι:



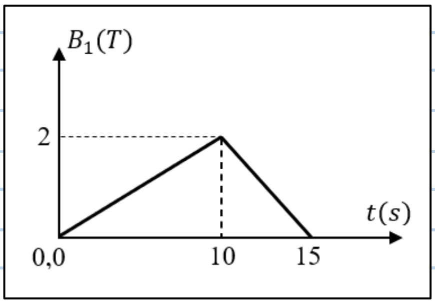


$$d = \sqrt{y_{ολ}^2 + Δx^2}$$

$$d = \sqrt{1,4^2 + 0,2^2}\ m \Rightarrow \boxed{d = \sqrt{2}\ m}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1 α) Χρονικό διάστημα $t_0 = 0\,sec \rightarrow t_1 = 10\,sec$



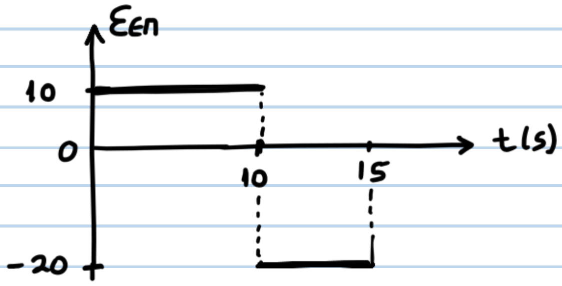
$$\frac{ΔB_1}{Δt} = \frac{2-0}{10-0}\,T/s = 0,2\,T/s$$

$$Ε_{επ_1} = N\frac{ΔΦ}{Δt} = N\frac{ΔB_1}{Δt}\cdot S = 100\cdot 0,2\cdot 0,5\,V = 10V.$$

Χρονικό διάστημα $t_1 = 10\,sec \rightarrow t_2 = 5\,sec$

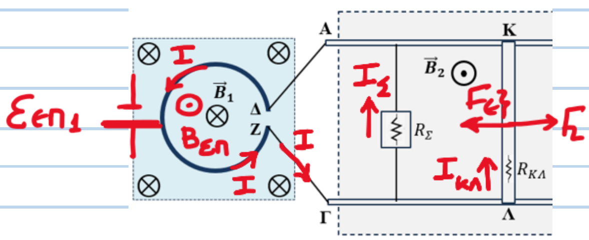
$$\frac{ΔB_1}{Δt} = \frac{0-2}{15-10}\,\frac{T}{s} = -0,4\,T/s$$

$$Ε_{επ_2} = N\frac{ΔΦ}{Δt} = N\frac{ΔB_1}{Δt}\cdot S = 100\,(-0,4)\cdot 0,5 = -20\,V.$$



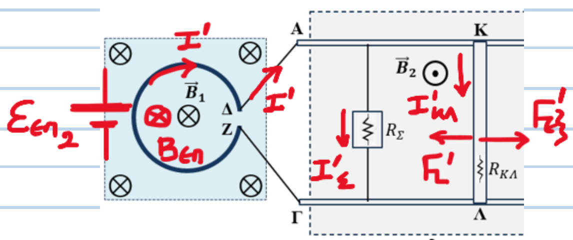
β)

$0 \le t \le 10\,sec$



Λόγω αύξησης του $\vec{B}_1$ το $I_{επ} = I$ έχει φορά αντίθετη από των δεικτών του ρολογιού

$10\,sec \le t \le 15\,sec$



Λόγω μείωσης του $\vec{B}_1$ το $I_{επ} = I'$ έχει φορά ίδια με τους δείκτες του ρολογιού

Για τη συσκευή έχουμε: $P_\kappa = 12,5\,V$, $V_K = 5V$

Ισχύουν: $P_\kappa = \frac{V_\kappa^2}{R_\Sigma} \Rightarrow R_\Sigma = \frac{V_\kappa^2}{P_\kappa} = 2\,\Omega$ και $I_\kappa = \frac{V_\kappa}{R_\Sigma} = 2,5A$

Οι αντιστάσεις R_Σ και $R_{\kappa\lambda}$ είναι παράλληλες οπότε ισχύει

$$R_{\Sigma,\kappa\lambda} = \frac{R_\Sigma \cdot R_{\kappa\lambda}}{R_\Sigma + R_{\kappa\lambda}} = \frac{2\cdot 2}{2+2}\,\Omega = 1\,\Omega$$

Για τη συνολική αντίσταση της διάταξης έχουμε:

$R_{o\lambda} = R_K + R_{\Sigma,\kappa\lambda}$ η αντίσταση του κυκλικού αγωγού

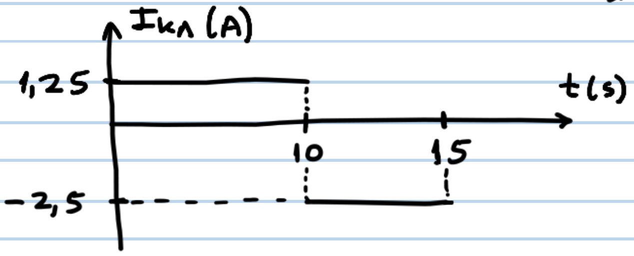
$R_{o\lambda} = 4\,\Omega$ Είναι $R_K = N\cdot R_{\sigma\pi\varepsilon\acute{\iota}\rho\alpha\varsigma} = 3\,\Omega$

Ισχύει $V_{R_\Sigma} = V_{R_{\kappa\lambda}} \Rightarrow I_\Sigma R_\Sigma = I_{\kappa\lambda} = R_{\kappa\lambda} \Rightarrow I_\Sigma = I_{\kappa\lambda}$

και $I = I_\Sigma + I_{\kappa\lambda} = 2I_\Sigma$ οπότε $I_\Sigma = I_{\kappa\lambda} = I/2$

Από $0 \le t \le 10\,sec$ $I = \frac{E_{\varepsilon\pi_1}}{R_{o\lambda}} = \frac{10}{4}A = 2,5A \rightarrow I_{\kappa\lambda} = 1,25\,A$

Από $10\,sec \le t \le 15\,sec$ $I' = \frac{E_{\varepsilon\pi_2}}{R_{o\lambda}} = \frac{-20}{4}A = -5A \rightarrow I'_{\kappa\lambda} = -2,5A$



Δ2) α) Η συσκευή λειτουργεί κανονικά όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_\kappa = 2,5A$. Αυτό συμβαίνει στο χρονικό διάστημα $10\,sec \le t \le 15\,sec$ όπου $|I'_{\kappa\lambda}| = 2,5A = I_\kappa$

β) Στο χρονικό διάστημα $0 \le t \le 10\,sec$ ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I_{\kappa\lambda} = 1,25A$ με φορά από το Λ στο Κ και επειδή βρίσκεται μέσα στο ΟΜΠ $\vec{B_2}$ δέχεται δύναμη Laplace μέτρου:

$F_L = B_2 I_{\kappa\lambda} \ell = 1\cdot 1,25\cdot 0,8\,N \Rightarrow F_L = 1N$ με φορά δεξιά

Επειδή $\Sigma\vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F_{\varepsilon\xi}} = -\vec{F_L}$

Άρα η $F_{εξ}$ έχει μέτρο $\boxed{F_{εξ} = F_2 = 1N}$ με φορά αριστερά.

Στο χρονικό διάστημα $10\,sec \le t \le 15\,sec$ έχει αλλάξει η πολικότητα και η τιμή της ΗΕΔ από επαγωγή οπότε έχουν αλλάξει ταυτόχρονα φορά όλα τα ρεύματα και οι δυνάμεις που δέχεται ο αγωγός.

Για τη νέα δύναμη Laplace ισχύει:

$F_2' = B_2|I'_{κλ}|\ell = 1\cdot 2{,}5\cdot 0{,}8N \Rightarrow F_2' = 2N$ με φορά αριστερά

Πάλι $\Sigma\vec{F}' = \vec{0} \Rightarrow \vec{F}_{εξ}' = -\vec{F}_2'$

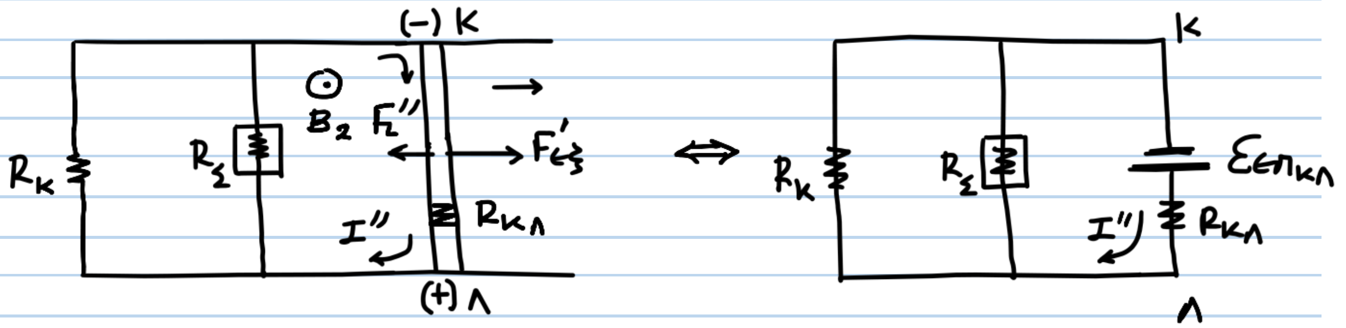
Άρα κατά μέτρο $F'_{εξ} = F_2' = 2N$ με φορά δεξιά.

γ) Στο χρονικό διάστημα $10\,sec \le t \le 15\,sec$ η ηλεκτρική ισχύς λόγω της ΗΕΔ από επαγωγή είναι:

$$P_{ηλ,E'_{επ}} = |E'_{επ}\cdot I'| = 20\cdot 5\,W \Rightarrow \boxed{P_{ηλ,E'_{επ}} = 100\,W}$$

Δ3) Όταν καταργείται το ΟΜΠ $\vec{B}_1$ ο κυκλικός αγωγός συμμετέχει στη διάταξη ως αντίσταση $R_κ = 3\,\Omega$.

Ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται εντός του ΟΜΠ $\vec{B}_2$ οπότε θα εμφανίσει ΗΕΔ $E_{επ,κλ}$ της πολικότητας του σχήματος.



Στη διάταξη τώρα οι $R_κ, R_Σ$ είναι παράλληλες οπότε:

$$R_{κ,Σ} = \frac{R_κ\cdot R_Σ}{R_κ+R_Σ} = \frac{3\cdot 2}{3+2}\,\Omega = 1{,}2\,\Omega$$

Η νέα συνολική αντίσταση είναι: $R'_{ολ} = R_{κλ} + R_{Σ,κ} = 3{,}2\,\Omega$

Ο αγωγός λόγω της $F'_{εξ} = 2N$ επιταχύνεται οπότε αυξάνονται η ταχύτητα, η ΗΕΔ $E_{επαγ}$, το επαγωγικό ρεύμα I'' και η νέα Laplace F_2''. Η συνισταμένη δύναμη $ΣF = F'_{εξ} - F_2''$ που δέχεται ο αγωγός μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί οπότε αποκτά την οριακή ταχύτητα.

Άρα $ΣF = 0 \Rightarrow F_2'' = F'_{εξ} \Rightarrow B_2 I'' \ell = F'_{εξ} \Rightarrow B_2 \dfrac{E_{επαγ}}{R'_{ολ}} \ell = F'_{εξ}$

$\Rightarrow B_2 \dfrac{B_2 υ_{ορ} \ell}{R'_{ολ}} \ell = F'_{εξ} \Rightarrow υ_{ορ} = \dfrac{F'_{εξ} \cdot R'_{ολ}}{B_2^2 \ell^2} = \dfrac{2 \cdot 3,2}{1 \cdot 0,64}\, m/s \Rightarrow \boxed{υ_{ορ} = 10\, m/s}$

Δ4 Από τον 2ο Νόμο Newton έχουμε:

$ΣF = mα \Rightarrow F'_{εξ} - F_2'' = mα \Rightarrow F'_{εξ} - B_2 I'' \ell = mα$

$\Rightarrow F'_{εξ} - B_2 \dfrac{B_2 υ \ell}{R'_{ολ}} \ell = mα \Rightarrow α = \dfrac{F'_{εξ}}{m} - \dfrac{B_2^2 \ell^2}{m R'_{ολ}} \cdot υ$

$\Rightarrow α = 2 - \dfrac{1 \cdot 0,64}{3,2} υ$

$\Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} α = 2 - 0,2 \cdot υ \quad SI \\ 0 \le υ \le 10\, m/s \end{array}}$