ΤΑΞΗ: Γ΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ
ΜΑΘΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΥ

Ημερομηνία: Σάββατο 31 Οκτωβρίου 2020
Διάρκεια Εξέτασης: 3 ώρες

ΕΚΦΩΝΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης I.

α. Ο αγωγός δημιουργεί στον γύρω χώρο ομογενές μαγνητικό πεδίο.

β. Ο αγωγός δημιουργεί στον γύρω χώρο μαγνητικό πεδίο οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι ανοιχτές.

γ. Ο αγωγός δημιουργεί στον γύρω χώρο μαγνητικό πεδίο οι δυναμικές γραμμές του οποίου είναι ομόκεντροι κύκλοι μα κέντρο τον αγωγό.

δ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός σε κάποιο σημείο, είναι ανάλογο με την απόσταση του σημείου από τον αγωγό.

Μονάδες 5

Α2. Ένα σωληνοειδές έχει N σπείρες, μήκος ℓ και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης I.

α. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές έχει παντού το ίδιο μέτρο.

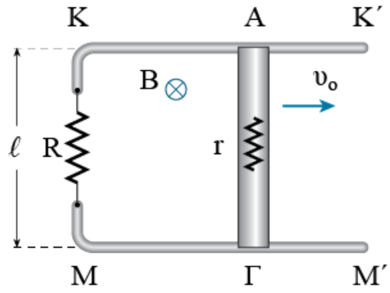
β. Αν τοποθετήσουμε στο εσωτερικό του σωληνοειδούς ένα πυρήνα μαλακού σιδήρου μαγνητικής διαπερατότητας μ, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές, αυξάνεται.

γ. Αν τοποθετήσουμε στο εσωτερικό του σωληνοειδούς ένα πυρήνα μαλακού σιδήρου μαγνητικής διαπερατότητας μ, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές, μειώνεται.

δ. Το σωληνοειδές δημιουργεί μαγνητικό πεδίο μόνο στο εσωτερικό του.

Μονάδες 5

Α3. Στο παρακάτω σχήμα τα παράλληλα οριζόντια σύρματα ΚΚ΄ και ΜΜ΄ έχουν αμελητέα αντίσταση και τα δυο τους άκρα συνδέονται με αντίσταση R. Ο αγωγός ΑΓ μήκους ℓ και αντίστασης r μπορεί να κινείται χωρίς τριβές έχοντας τα άκρα του συνεχώς πάνω στα δυο σύρματα. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β με την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ δίνουμε στον αγωγό ΑΓ αρχική ταχύτητα υ_o προς τα δεξιά.



α. Ο αγωγός ΑΓ θα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο θα μειώνεται και τελικά θα μηδενιστεί όταν ο αγωγός σταματήσει.

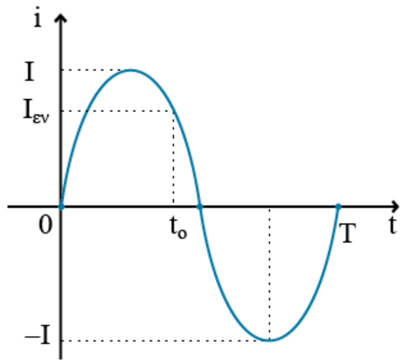
β. Ο αγωγός ΑΓ θα εκτελέσει ευθύγραμμη ομαλή κίνηση με σταθερή ταχύτητα μέτρου $\upsilon=\upsilon_o$.

γ. Το μέτρο της ταχύτητας του αγωγού ΑΓ θα μειώνεται μέχρις ότου αποκτήσει μια σταθερή τιμή, την οριακή ταχύτητα. Με την ταχύτητα αυτή ο αγωγός θα συνεχίσει να κινείται ευθύγραμμα ομαλά.

δ. Ο ρυθμός μεταβολής της ορμής του αγωγού είναι σταθερός.

Μονάδες 5

Α4. Στα άκρα μιας ωμικής αντίστασης εφαρμόζεται εναλλασσόμενο ρεύμα περιόδου Τ που περιγράφεται από το παρακάτω διάγραμμα. Η χρονική στιγμή t_o είναι:



α. $t_o = \dfrac{7T}{8}$

β. $t_o = \dfrac{T}{8}$

γ. $t_o = \dfrac{9T}{8}$

δ. $t_1 = \dfrac{3T}{8}$

Μονάδες 5

Α5. *Να γράψετε στο τετράδιό σας το γράμμα κάθε πρότασης και δίπλα σε κάθε γράμμα τη λέξη **Σωστό**, για τη σωστή πρόταση, και τη λέξη **Λάθος**, για τη λανθασμένη.*

α. Ένας κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι. Ο αγωγός δημιουργεί στο γύρω χώρο μαγνητικό πεδίο. Όσο μεγαλύτερη είναι η ακτίνα του κυκλικού αγωγού τόσο μικρότερο είναι το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός στο κέντρο του.

β. Ένα σωληνοειδές διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι. Η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του σωληνοειδούς έχει το ίδιο μέτρο.

γ. Ένας ευθύγραμμος αγωγός μήκους ℓ και αντίστασης R, κινείται με σταθερή ταχύτητα υ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β έτσι ώστε, ο αγωγός, η ταχύτητά του και η ένταση του μαγνητικού πεδίου να σχηματίζουν τρισορθογώνιο σύστημα. Τότε, η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού είναι ίση με την ΗΕΔ από επαγωγή που εμφανίζεται σ' αυτόν.

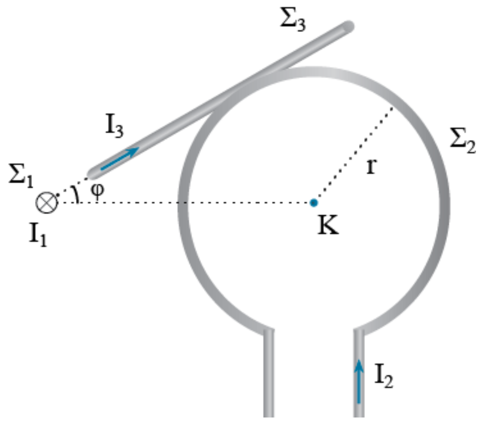
δ. Ένα τετραγωνικό κλειστό πλαίσιο πλευράς α και αντίστασης R, κινείται με σταθερή ταχύτητα υ μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β κάθετα στις δυναμικές του γραμμές. Τότε, το πλαίσιο διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα έντασης $I = \dfrac{B\upsilon\alpha}{R}$.

ε. Η στιγμιαία ισχύς ενός εναλλασσόμενου ρεύματος μεγιστοποιείται ανά Δt=0,01s. Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι f=100Hz.

Μονάδες 5

ΘΕΜΑ Β

Β1. Στο παρακάτω σχήμα ο ευθύγραμμος αγωγός Σ_1 είναι κάθετος στο επίπεδο του σχήματος και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης $I_1=I$ με κατεύθυνση προς τα μέσα. Ο κυκλικός αγωγός Σ_2 έχει ακτίνα r και διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης $I_2=\frac{I}{\pi}$ με την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Ο ευθύγραμμος αγωγός Σ_3 εφάπτεται στον κυκλικό αγωγό, διαρρέεται από ηλεκτρικό σταθερής έντασης $I_3=I$ και η προέκτασή του σχηματίζει με την προέκταση της διαμέτρου του κυκλικού αγωγού γωνία $\varphi=30^o$. Αν η μαγνητική σταθερά είναι k_μ, το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού είναι:



α. $B=k_\mu\frac{I}{r}$

β. $B=k_\mu\frac{2I}{r}$

γ. $B=k_\mu\frac{2\pi I}{r}$

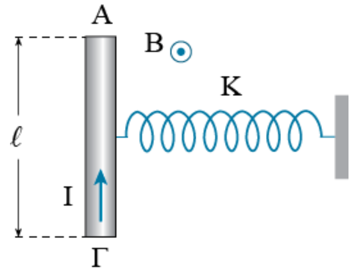
Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

Β2. Ένας αγωγός ΑΓ μάζας m και μήκους ℓ ισορροπεί στο οριζόντιο επίπεδο με το κέντρο μάζας του να είναι στερεωμένο στο ελεύθερο άκρο ενός οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς Κ, το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο. Κάθετα στο οριζόντιο επίπεδο υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β με την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Αρχικά το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος. Τη χρονική στιγμή $t_o=0$ τροφοδοτούμε τον αγωγό με ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης Ι με την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Αν δεν υπάρχουν τριβές, το μέτρο της μέγιστης ταχύτητας που θα αποκτήσει ο αγωγός κατά την κίνησή του είναι:



α. $\upsilon_{max} = \dfrac{2BI\ell}{\sqrt{Km}}$

β. $\upsilon_{max} = \dfrac{BI\ell}{\sqrt{Km}}$

γ. $\upsilon_{max} = \dfrac{BI\ell}{K\sqrt{m}}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 7

Β3. Μια ωμική αντίσταση R τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση, η χρονική εξίσωση της οποίας είναι v=Vημωt. Τη χρονική στιγμή t_1 η στιγμιαία ισχύς γίνεται για πρώτη φορά ίση με τη μέση ισχύ, ενώ τη χρονική στιγμή t_2 γίνεται για τρίτη φορά ίση με τη μέση ισχύ. Αν Τ είναι η περίοδος της εναλλασσόμενης τάσης, το χρονικό διάστημα $\Delta t=t_2-t_1$ είναι:

α. $\Delta t = \dfrac{T}{4}$

β. $\Delta t = \dfrac{T}{8}$

γ. $\Delta t = \dfrac{T}{2}$

Να επιλέξετε την σωστή απάντηση.

Μονάδες 2

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

Μονάδες 6

ΘΕΜΑ Γ

Μια ωμική αντίσταση R=10Ω τροφοδοτείται με εναλλασσόμενη τάση, η χρονική εξίσωση της οποίας είναι v=200ημωt. Τη χρονική στιγμή $t_1 = \dfrac{1}{400}s$ η στιγμιαία τάση γίνεται ίση με την ενεργό τάση για πρώτη φορά.

Γ1. Να υπολογίσετε πόσες φορές μηδενίζεται η εναλλασσόμενη τάση από τη χρονική στιγμή t_2=0,005s μέχρι τη χρονική στιγμή t_3=0,085s.

Μονάδες 5

Γ2. Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος και να τη σχεδιάσετε για χρόνο μιας περιόδου.

Μονάδες 5

Γ3. Να γράψετε τη σχέση που δείχνει τη μεταβολή της φάσης του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο και να τη σχεδιάσετε από τη χρονική στιγμή t_o=0 μέχρι τη χρονική στιγμή t_4 στην οποία η στιγμιαία ισχύς παίρνει τη μέγιστη τιμή της για τέταρτη φορά.

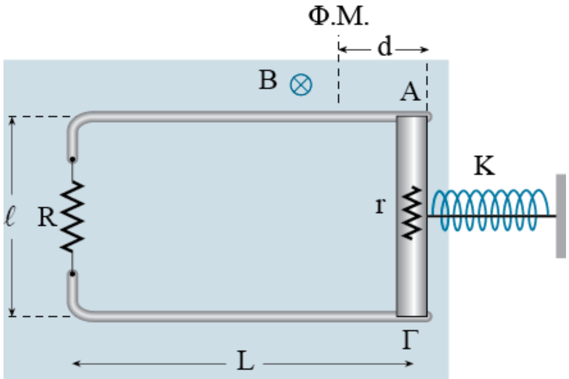
Μονάδες 2+6

Γ4. Τη χρονική στιγμή t_5=10,035s διπλασιάζουμε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης. Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που θα παραχθεί στην αντίσταση R από τη χρονική στιγμή t_4 μέχρι τη χρονική στιγμή t_6=20,035s.

Μονάδες 7

ΘΕΜΑ Δ

Στο παρακάτω σχήμα ο αγωγός ΑΓ μήκους ℓ=0,4m, μάζας m=1Kg και αντίστασης r=1Ω ισορροπεί μέσω ενός νήματος, πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ακουμπώντας στο ένα άκρο οριζόντιου ιδανικού ελατηρίου σταθεράς K=100N/m. Το ελατήριο είναι συσπειρωμένο κατά d, ενώ το άλλο του άκρο είναι στερεωμένο σε σταθερό σημείο. Στο σημείο ισορροπίας του αγωγού η τάση του νήματος είναι T_{max}=40N ενώ η στατική τριβή είναι μηδέν. Ο αγωγός μπορεί να κινείται έχοντας τα άκρα του πάνω σε δυο οριζόντια σύρματα μήκους L=10m το καθένα και αμελητέας αντίστασης, τα δυο άκρα των οποίων είναι συνδεμένα με αντίσταση R=3Ω. Κάθετα στο επίπεδο των αγωγών υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B=10T με την κατεύθυνση που φαίνεται στο σχήμα. Τη χρονική στιγμή t_o=0 κόβουμε το νήμα και ο αγωγός αρχίζει να κινείται. Όταν το ελατήριο φτάσει στο φυσικό του μήκος ο αγωγός αποχωρίζεται από αυτό έχοντας ταχύτητα $υ_1$=2m/s, ενώ μέχρι τη στιγμή αυτή η θερμότητα που παράγεται λόγω τριβών είναι ίση με τη συνολική θερμότητα που παράγεται στις αντιστάσεις του κυκλώματος.



Δ1. Να υπολογίσετε την τριβή που εμφανίζεται στην κίνηση του αγωγού.

Μονάδες 6

Δ2. Να υπολογίσετε το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα τη χρονική στιγμή που το ελατήριο έχει το φυσικό του μήκος.

Μονάδες 4

Δ3. Τη χρονική στιγμή t_1 που ο αγωγός αποχωρίζεται από το ελατήριο ασκούμε στο κέντρο μάζας αυτού μια σταθερή δύναμη F=11,5N με κατεύθυνση προς τα αριστερά. Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα που θα αποκτήσει ο αγωγός.

Μονάδες 7

Δ4. Να υπολογίσετε τη συνολική θερμότητα που θα έχει παραχθεί στην αντίσταση του αγωγού από τη στιγμή που κόβουμε το νήμα μέχρι ο αγωγός να φτάσει στην άκρη των συρμάτων.

Μονάδες 8

Να θεωρήσετε:

- τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.
- ότι τα σχήματα δεν είναι υπό κλίμακα.
- Ο αγωγός αποκτά οριακή ταχύτητα πριν φτάσει στο άλλο άκρο των συρμάτων.

ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

ΘΕΜΑ Α

*Στις ημιτελείς προτάσεις **Α1 – Α4** να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό της πρότασης και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη φράση η οποία τη συμπληρώνει σωστά.*

Α1. γ

Α2. β

Α3. α

Α4. δ

Α5. Σ, Λ, Σ, Λ, Λ

ΘΕΜΑ Β

Β1. Σωστή η α.

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός $Σ_3$ στο σημείο Κ είναι:

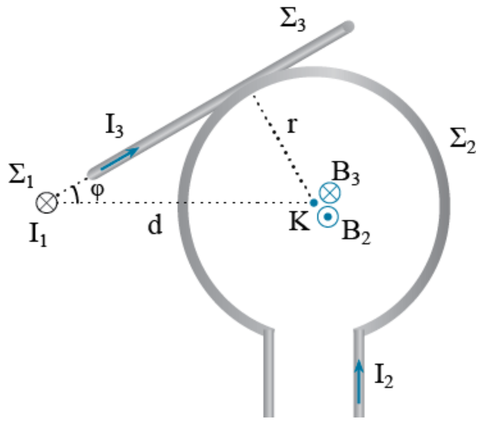
$$B_3 = k_\mu \frac{2I_3}{r} = k_\mu \frac{2I}{r}$$

Με κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του σχήματος, προς τα μέσα.

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός $Σ_2$ στο σημείο Κ είναι:

$$B_2 = k_\mu \frac{2\pi I_2}{r} = k_\mu \frac{2\pi \frac{I}{\pi}}{r} = k_\mu \frac{2I}{r}$$

Με κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο του σχήματος, προς τα έξω.



Οι δυο παραπάνω εντάσεις είναι αντίθετες και δίνουν συνισταμένη μηδέν.

Υπολογίζουμε την απόσταση του αγωγού $Σ_1$ από το σημείο Κ.

$$ημφ = \frac{r}{d} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{r}{d} \Rightarrow d = 2r$$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο αγωγός $Σ_1$ στο σημείο Κ είναι:

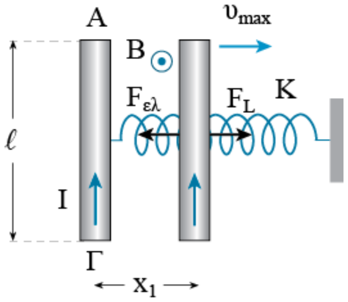
$$B_1 = k_μ \frac{2I_1}{d} = k_μ \frac{2I}{2r} = k_μ \frac{I}{r}$$

Η συνολική ένταση στο σημείο Κ είναι:

$$B = B_1 \Rightarrow B = k_μ \frac{I}{r}$$

Β2. Σωστή η β.

Όταν τροφοδοτήσουμε τον αγωγό με ηλεκτρικό ρεύμα θα ασκηθεί σ' αυτόν από το μαγνητικό πεδίο μια δύναμη Laplace προς τα δεξιά. Έτσι ο αγωγός θα κινηθεί με την επίδραση της δύναμης Laplace και της δύναμης του ελατηρίου.



Στο σημείο στο οποίο θα αποκτήσει μέγιστη ταχύτητα θα ισχύει:

$$ΣF = 0 \Rightarrow F_L = F_{ελ} \Rightarrow BI\ell = Kx_1 \Rightarrow x_1 = \frac{BI\ell}{K}$$

Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. στην κίνηση του αγωγού από την αρχική θέση μέχρι την παραπάνω θέση.

$$ΣW = ΔK \Rightarrow W_{F_L} + W_{F_{ελ}} = K_{τελ} - K_{αρχ} \xrightarrow{K_{αρχ}=0} F_L x_1 + U_{ελ,αρχ} - U_{ελ,τελ} = K_{τελ} \xrightarrow{U_{ελ,αρχ}=0}$$

$$\Rightarrow F_L x_1 - \frac{1}{2}Kx_1^2 = \frac{1}{2}mυ_{max}^2 \Rightarrow BI\ell\frac{BI\ell}{K} - \frac{1}{2}K\left(\frac{BI\ell}{K}\right)^2 = \frac{1}{2}mυ_{max}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(BI\ell)^2}{K} - \frac{(BI\ell)^2}{2K} = \frac{1}{2}mυ_{max}^2 \Rightarrow \frac{(BI\ell)^2}{2K} = \frac{1}{2}mυ_{max}^2 \Rightarrow υ_{max} = \frac{BI\ell}{\sqrt{Km}}$$

Β3. Σωστή η γ.

Από τη στιγμιαία ισχύ του εναλλασσόμενου ρεύματος παίρνουμε:

$$P = iv = I\eta\mu\omega t \cdot V\eta\mu\omega t \Rightarrow P = IV\eta\mu^2\omega t$$

$$P = P_\mu \Rightarrow IV\eta\mu^2\omega t = I_{\varepsilon\nu}V_{\varepsilon\nu} \Rightarrow IV\eta\mu^2\omega t = \frac{I}{\sqrt{2}}\frac{V}{\sqrt{2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow IV\eta\mu^2\omega t = \frac{IV}{2} \Rightarrow \eta\mu^2\omega t = \frac{1}{2} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \pm\frac{\sqrt{2}}{2}$$

Από την επίλυση των παραπάνω τριγωνομετρικών εξισώσεων παίρνουμε:

$$\eta\mu\omega t = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \eta\mu\frac{\pi}{4} \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \omega t = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=0} \frac{2\pi}{T}t = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t = \frac{T}{8} \\ \omega t = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=0} \frac{2\pi}{T}t = \frac{3\pi}{4} \Rightarrow t = \frac{3T}{8} \end{array} \right.$$

$$\eta\mu\omega t = -\frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \eta\mu\left(-\frac{\pi}{4}\right) \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \omega t = 2\kappa\pi - \frac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=1} \frac{2\pi}{T}t = \frac{7\pi}{4} \Rightarrow t = \frac{7T}{8} \\ \omega t = 2\kappa\pi + \pi + \frac{\pi}{4} \xrightarrow{\kappa=0} \frac{2\pi}{T}t = \frac{5\pi}{4} \Rightarrow t = \frac{5T}{8} \end{array} \right.$$

Η πρώτη φορά είναι η χρονική στιγμή $t_1 = \frac{T}{8}$ και η τρίτη φορά είναι η χρονική στιγμή $t_2 = \frac{5T}{8}$. Το χρονικό διάστημα Δt είναι:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{5T}{8} - \frac{T}{8} = \frac{4T}{8} = \frac{T}{2}$$

<u>ΘΕΜΑ Γ</u>

Γ1. Υπολογίζουμε την περίοδο της εναλλασσόμενης τάσης.

$$v = V_{\varepsilon\nu} \Rightarrow V\eta\mu\omega t = \frac{V}{\sqrt{2}} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \eta\mu\omega t = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta\mu\omega t = \eta\mu\frac{\pi}{4} \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \omega t = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{4} \xrightarrow{1\eta\ \varphi o\rho\acute{\alpha},\ \kappa=0} \frac{2\pi}{T}\frac{1}{400} = \frac{\pi}{4} \Rightarrow T = 0{,}02\,s \\ \omega t = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{4}\ \ \text{απορρίπτεται} \end{array} \right.$$

Σε κάθε περίοδο η εναλλασσόμενη τάση μηδενίζεται δυο φορές. Υπολογίζουμε σε πόσες περιόδους αντιστοιχεί το χρονικό διάστημα Δt.

$$N = \frac{\Delta t}{T} = \frac{0,085 - 0,005}{0,02} = 4 \ \text{περίοδοι}$$

Επομένως η εναλλασσόμενη τάση μηδενίζεται 8 φορές.

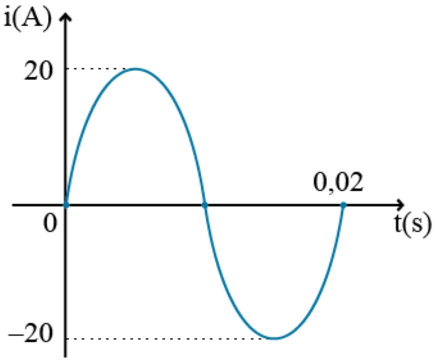
Γ2. Η χρονική εξίσωση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος είναι:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{200}{10} = 20\,A$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,02} = 100\pi\,rad/s$$

$$i = I\eta\mu\omega t \Rightarrow i = 20\eta\mu 100\pi t$$

Το διάγραμμα φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Γ3. Η φάση του εναλλασσόμενου ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο είναι:

$$\varphi = \omega t \Rightarrow \varphi = 100\pi t$$

Υπολογίζουμε τη χρονική στιγμή που η στιγμιαία ισχύς παίρνει τη μέγιστη τιμή της για τέταρτη φορά.

$$P = P_{max} \Rightarrow IV\eta\mu^2\omega t = IV \Rightarrow \eta\mu^2\omega t = 1 \Rightarrow \eta\mu\omega t = \pm 1$$

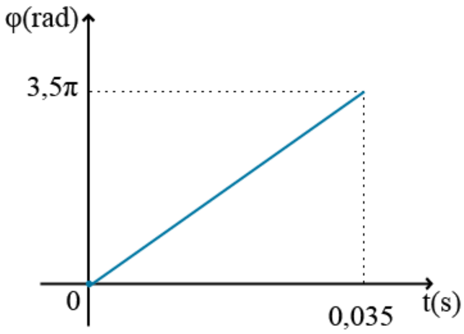
$$\eta\mu\omega t = 1 \Rightarrow \eta\mu\omega t = \eta\mu\frac{\pi}{2} \Rightarrow \left| \begin{array}{l} \omega t = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2} \\ \omega t = 2\kappa\pi + \pi - \frac{\pi}{2} \end{array} \right. \xrightarrow{\kappa=0} \omega t = 2\kappa\pi + \frac{\pi}{2}$$

$$\eta\mu\omega t=-1\Rightarrow \eta\mu\omega t=\eta\mu\left(-\frac{\pi}{2}\right)\Rightarrow\left|\begin{array}{l}\omega t=2\kappa\pi-\dfrac{\pi}{2}\xrightarrow{\kappa=1}\\ \omega t=2\kappa\pi+\pi+\dfrac{\pi}{2}\xrightarrow{\kappa=0}\end{array}\right.\Rightarrow \omega t=2\kappa\pi+\frac{3\pi}{2}$$

Η τέταρτη φορά προκύπτει από την δεύτερη λύση και κ=1.

$$\omega t=2\kappa\pi+\frac{3\pi}{2}\xrightarrow{\kappa=1}100\pi t_4=\frac{7\pi}{2}\Rightarrow t_4=\frac{7}{200}=0,035\,\mathrm{s}$$

Και το διάγραμμα φάσης χρόνου φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Γ4. Η αρχική ενεργός τιμή της έντασης είναι:

$$I_{\varepsilon\nu}=\frac{I}{\sqrt{2}}=\frac{20}{\sqrt{2}}=\frac{20\sqrt{2}}{2}=10\sqrt{2}\,\mathrm{A}$$

Όταν διπλασιάσουμε το πλάτος της τάσης η ενεργός τιμή γίνεται:

$$I'=\frac{2V}{R}=\frac{400}{10}=40\,\mathrm{A}$$

$$I'_{\varepsilon\nu}=\frac{I'}{\sqrt{2}}=\frac{40}{\sqrt{2}}=\frac{40\sqrt{2}}{2}=20\sqrt{2}\,\mathrm{A}$$

Από τη χρονική στιγμή t_4 μέχρι τη χρονική στιγμή t_5 θα έχουμε την πρώτη τιμή της ενεργού έντασης, ενώ από τη χρονική στιγμή t_5 μέχρι τη χρονική στιγμή t_6 θα έχουμε τη δεύτερη.

Το συνολικό ποσό θερμότητας που θα παραχθεί στην αντίσταση είναι:

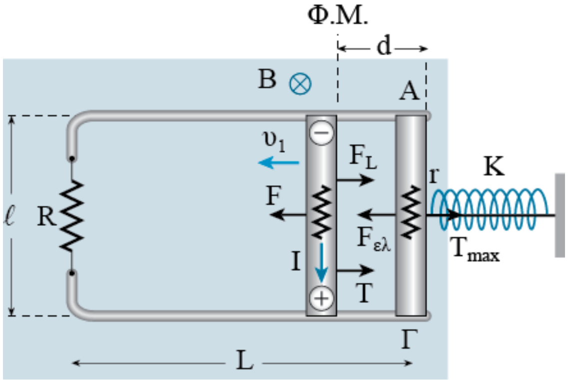
$$Q=Q_1+Q_2=I_{\varepsilon\nu}^2R\left(t_5-t_4\right)+I'^2_{\varepsilon\nu}R\left(t_6-t_5\right)=\left(10\sqrt{2}\right)^2 10\cdot 10+\left(20\sqrt{2}\right)^2 10\cdot 10\Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q=20000+80000\Rightarrow Q=10^5\,\mathrm{J}$$

ΘΕΜΑ Δ

Δ1. Από την ισορροπία του αγωγού υπολογίζουμε τη συσπείρωση d του ελατηρίου.

$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F_{\varepsilon\lambda} = T_{max} \Rightarrow Kd = T_{max} \Rightarrow 100d = 40 \Rightarrow d = 0,4\,m$$



Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. στην κίνηση του αγωγού.

$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_{F_{\varepsilon\lambda}} + W_{F_L} + W_T = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \xrightarrow{W_T = W_{F_L},\; K_{\alpha\rho\chi}=0} W_{F_{\varepsilon\lambda}} + 2W_T = K_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow$$

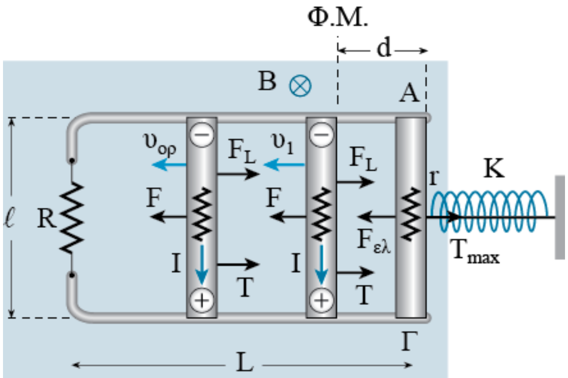
$$\Rightarrow U_{\varepsilon\lambda,\alpha\rho\chi} - U_{\varepsilon\lambda,\tau\varepsilon\lambda} + 2W_T = K_{\tau\varepsilon\lambda} \xrightarrow{U_{\varepsilon\lambda,\tau\varepsilon\lambda}=0} \frac{1}{2}Kd^2 - 2Td = \frac{1}{2}m\upsilon_1^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}100\cdot 0,4^2 - 2T\cdot 0,4 = \frac{1}{2}1\cdot 2^2 \Rightarrow 8 - 0,8T = 2 \Rightarrow 0,8T = 6 \Rightarrow T = 7,5\,N$$

Δ2. Το επαγωγικό ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα είναι:

$$I = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R+r} = \frac{B\upsilon_1\ell}{R+r} = \frac{10\cdot 2\cdot 0,4}{4} = 2\,A$$

Δ3. Όταν ο αγωγός αποκτήσει οριακή ταχύτητα ισχύει:



$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F = F_L + T \Rightarrow F = BI_{\varepsilon\pi}\ell + T \Rightarrow F = B\frac{E_{\varepsilon\pi}}{R_{o\lambda}}\ell + T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = B\frac{B\upsilon_{o\rho}\ell}{R_{o\lambda}}\ell + T \Rightarrow F = \frac{B^2\upsilon_{o\rho}\ell^2}{R_{o\lambda}} + T \Rightarrow 11,5 = \frac{10^2\upsilon_{o\rho}0,4^2}{4} + 7,5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 4 = 4\upsilon_{o\rho} \Rightarrow \upsilon_{o\rho} = 1\,m/s$$

Δ4. Εφαρμόζουμε το Θ.Μ.Κ.Ε. από την αρχική θέση του αγωγού μέχρι να φτάσει αυτός στην άκρη των συρμάτων και υπολογίζουμε το συνολικό έργο της δύναμης Laplace.

$$\Sigma W = \Delta K \Rightarrow W_{F_{\varepsilon\lambda}} + W'_{F_L} + W'_T + W_F = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi} \xrightarrow{K_{\alpha\rho\chi}=0}$$

$$\Rightarrow U_{\varepsilon\lambda,\alpha\rho\chi} - U_{\varepsilon\lambda,\tau\varepsilon\lambda} + W'_{F_L} + W'_T + W_F = K_{\tau\varepsilon\lambda} \xrightarrow{U_{\varepsilon\lambda,\tau\varepsilon\lambda}=0} U_{\varepsilon\lambda,\alpha\rho\chi} + W'_{F_L} + W'_T + W_F = K_{\tau\varepsilon\lambda} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}Kd^2 + W'_{F_L} - T\cdot L + F(L-d) = \frac{1}{2}m\upsilon_{o\rho}^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}100\cdot 0,4^2 + W'_{F_L} - 7,5\cdot 10 + 11,5\cdot 9,6 = \frac{1}{2}1\cdot 1^2 \Rightarrow$$

$$8 + W'_{F_L} - 75 + 110,4 = 0,5 \Rightarrow W'_{F_L} + 43,4 = 0,5 \Rightarrow W'_{F_L} = -42,9\,J$$

Το συνολικό ποσό θερμότητας στις αντιστάσεις είναι:

$$Q = \left|W'_{F_L}\right| = 42,9\,J$$

Βρίσκουμε τη σχέση των θερμοτήτων στις δυο αντιστάσεις.

$$\frac{dQ_r}{dQ_R} = \frac{I^2 r dt}{I^2 R dt} \Rightarrow \frac{dQ_r}{dQ_R} = \frac{r}{R} \Rightarrow \frac{dQ_r}{dQ_R} = \frac{1}{3} \Rightarrow dQ_R = 3dQ_r \Rightarrow$$

$$\Sigma dQ_R = 3\Sigma dQ_r \Rightarrow Q_R = 3Q_r$$

Και η συνολική θερμότητα που παράγεται στην αντίσταση του αγωγού είναι:

$$Q = Q_R + Q_r \xrightarrow{Q_R=3Q_r} Q = 4Q_r \Rightarrow Q_r = \frac{Q}{4} = \frac{42,9}{4} = 10,725\,J$$