

# ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ

## (Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή - Εναλλασσόμενο Ρεύμα)

# Ερωτήσεις 1<sup>ου</sup> Θέματος

**A. Ερωτήσεις Πολλαπλής Επιλογής**

Να γράψετε στο τετράδιό σας τον αριθμό καθεμιάς από τις παρακάτω ερωτήσεις και δίπλα το γράμμα που αντιστοιχεί στη σωστή απάντηση.

1. Για την παραγωγή εναλλασσόμενης τάσης πλάτους  $V$ , ένα πλαίσιο περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$ . Αν διπλασιάσουμε την περίοδο περιστροφής του πλαισίου, διατηρώντας σταθερή την ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου, τότε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης γίνεται ίσο με

- α.  $V$ .                      β.  $2V$ .                      γ.  $\frac{V}{2}$ .                      δ.  $\frac{V}{\sqrt{2}}$ .

Ημερ. 2020

2. Στα άκρα αντιστάτη με αντίσταση  $R$  εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση με εξίσωση  $u = 100 \sin(\omega t)$  (S.I.). Η αντίστοιχη ενεργός τάση είναι ίση με

- α.  $100\sqrt{2}$  V.                      β. 50V.                      γ.  $50\sqrt{2}$  V.                      δ.  $\frac{50}{\sqrt{2}}$  V.

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2020

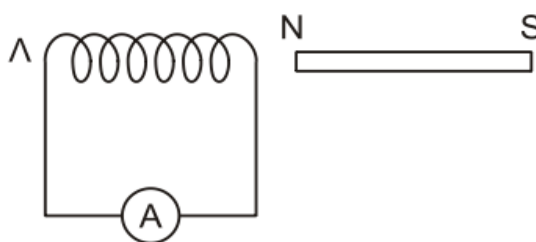
3. Η εναλλασσόμενη τάση που αναπτύσσεται στα άκρα ενός πλαισίου, που περιστρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ , έχει τη μορφή  $u = V \sin \omega t$ .

Αν διπλασιαστεί η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου, η εναλλασσόμενη τάση θα έχει τη μορφή:

- α.  $u = V \sin \omega t$ .                      β.  $u = V \sin 2\omega t$ .  
γ.  $u = 2V \sin \omega t$ .                      δ.  $u = 2V \sin 2\omega t$ .

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2021

4. Στο κύκλωμα του παρακάτω σχήματος το πηνίο συγκρατείται ακίνητο.



- α. όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, στο άκρο  $\Lambda$  του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).  
β. όταν ο μαγνήτης απομακρύνεται από το πηνίο, στο άκρο  $\Lambda$  του πηνίου εμφανίζεται νότιος πόλος (S).  
γ. όταν ο μαγνήτης πλησιάζει το πηνίο, στο άκρο  $\Lambda$  του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).  
δ. όταν ο μαγνήτης μένει ακίνητος, στο άκρο  $\Lambda$  του πηνίου εμφανίζεται βόρειος πόλος (N).

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2021

5. Αν το πλάτος της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη υποδιπλασιαστεί, τότε ο ρυθμός με τον οποίο ο αντιστάτης αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον:

- α. υποδιπλασιάζεται.
- β. διπλασιάζεται.
- γ. υποτετραπλασιάζεται.
- δ. τετραπλασιάζεται.

Ημερ. 2022

6. Το συνολικό φορτίο που μετακινείται σε κλειστό κύκλωμα, λόγω φαινομένου επαγωγής, εξαρτάται από

- α. τη χρονική διάρκεια του φαινομένου.
- β. τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής.
- γ. την ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα.
- δ. την ωμική αντίσταση που παρουσιάζει το κύκλωμα.

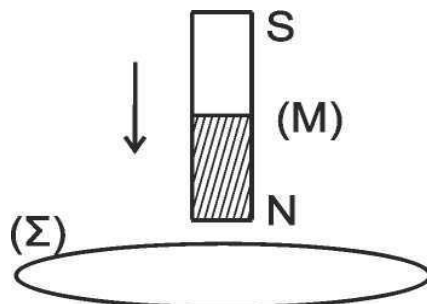
Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2022

7. Η στιγμιαία ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος δίνεται από τη σχέση

- α.  $p = VI$ .
- β.  $p = V I / 2$ .
- γ.  $p = V_{\text{ημωτ}} I_{\text{ημωτ}}$ .
- δ.  $p = V_{\text{εφ}} I_{\text{εφ}}$ .

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2022

8. Κατακόρυφος ραβδόμορφος μαγνήτης (M) πέφτει κατακόρυφα κατά μήκος του άξονα μιας αγωγίμης κυκλικής στεφάνης (Σ) που είναι ακλόνητα στερεωμένη σε οριζόντιο επίπεδο.



Καθώς ο μαγνήτης πλησιάζει στην στεφάνη, η μαγνητική ροή που διέρχεται από τη στεφάνη:

- α. αυξάνεται.
- β. ελαττώνεται.
- γ. παραμένει σταθερή.
- δ. αρχικά ελαττώνεται και στη συνέχεια αυξάνεται.

Επαν. Ημερ. - Ομογ. 2023

**B. Ερωτήσεις Σωστού - Λάθους**

Να χαρακτηρίσετε στο τετράδιό σας τις προτάσεις που ακολουθούν με το γράμμα Σ, αν είναι σωστές ή με το γράμμα Λ, αν είναι λανθασμένες.

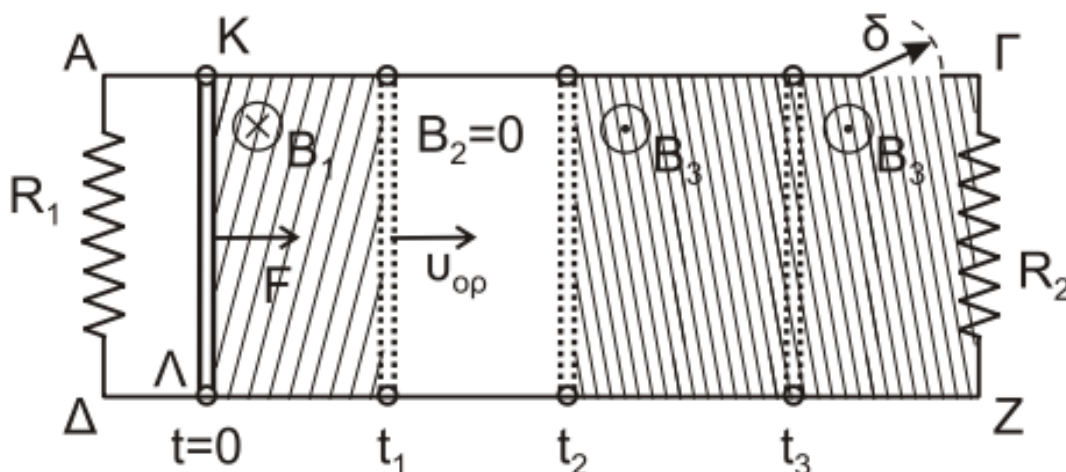
1. Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.
2. Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση εναλλασσόμενων τάσεων και ρευμάτων δείχνουν ενεργές τιμές.
3. Ένα αμπερόμετρο, συνδεδεμένο σε κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος, δείχνει το πλάτος  $I$  του εναλλασσόμενου ρεύματος.

# Ασκήσεις 3<sup>ου</sup> Θέματος

1. Δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί ΑΓ και ΔΖ μεγάλου μήκους και μηδενικής αντίστασης απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $L = 1\text{m}$ . Τα άκρα Α και Δ συνδέονται με αγωγό αντίστασης  $R_1 = 2\Omega$  και τα άκρα Γ και Ζ με αγωγό αντίστασης  $R_2 = 2\Omega$ . Ο αγωγός ΑΓ έχει λίγο πριν το τέλος του ανοιχτό διακόπτη δ, όπως φαίνεται στο σχήμα. Ένας άλλος αγωγός ΚΛ, με μήκος  $KL = 1\text{m}$  έχει αντίσταση  $R_{KL} = 3\Omega$  και μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, μένοντας κάθετος και σε επαφή στα σημεία Κ και Λ με τους οριζόντιους αγωγούς ΑΓ και ΔΖ.

Ο αγωγός ΚΛ αρχικά είναι ακίνητος. Κάποια χρονική στιγμή, την οποία θεωρούμε ως  $t = 0$ , ασκούμε στο μέσο του αγωγού ΚΛ σταθερή δύναμη μέτρου  $F = 0,8\text{N}$ , η οποία είναι κάθετη στον αγωγό και η διεύθυνσή της ανήκει στο επίπεδο που ορίζουν οι αγωγοί ΑΓ και ΔΖ. Ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κινείται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B_1 = 1\text{T}$ , που είναι κάθετο στο επίπεδο των αγωγών ΑΓ και ΔΖ, με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Τη χρονική στιγμή  $t_1$  ο αγωγός ΚΛ, έχοντας αποκτήσει σταθερή οριακή ταχύτητα  $u_{op}$ , εξέρχεται από την περιοχή όπου η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι  $B_1$  και εισέρχεται σε περιοχή, όπου η ένταση του μαγνητικού πεδίου είναι  $B_2 = 0$ , όπως φαίνεται στο σχήμα.



Γ1. Να περιγράψετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ από τη χρονική στιγμή  $t = 0$  έως τη χρονική στιγμή  $t_1$  και να υπολογίσετε τη σταθερή οριακή ταχύτητα  $u_{op}$ .

Τη χρονική στιγμή  $t_1$  καταργούμε τη δύναμη  $F$  και τη χρονική στιγμή  $t_2$  ο αγωγός ΚΛ εισέρχεται σε περιοχή όπου υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B_3$ , ίδιου μέτρου και αντίθετης κατεύθυνσης με την ένταση  $B_1$ .

Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο και να προσδιορίσετε τη φορά της εξωτερικής δύναμης  $F'$ , που πρέπει να ασκήσουμε στο μέσον του αγωγού ΚΛ, κάθετα σε αυτόν και της οποίας η διεύθυνση ανήκει στο επίπεδο των αγωγών, ώστε ο αγωγός να συνεχίσει να κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου  $u_{op}$ .

Γ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα  $Q$ , που εκλύεται στους αγωγούς του κυκλώματος από τη

χρονική στιγμή  $t_2$  μέχρι μια άλλη χρονική στιγμή  $t_3$ , αν το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού ΚΛ στο αντίστοιχο χρονικό διάστημα ( $t_2 - t_3$ ) είναι  $q_{\text{επ}} = 0,2C$ .

Τη χρονική στιγμή  $t_3$  κλείνουμε το διακόπτη  $\delta$  και ο αγωγός ΚΛ, με την επίδραση της εξωτερικής δύναμης  $F'$ , συνεχίζει την κίνησή του στην περιοχή όπου υπάρχει το ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B_3$  και τελικά αποκτά νέα οριακή ταχύτητα.

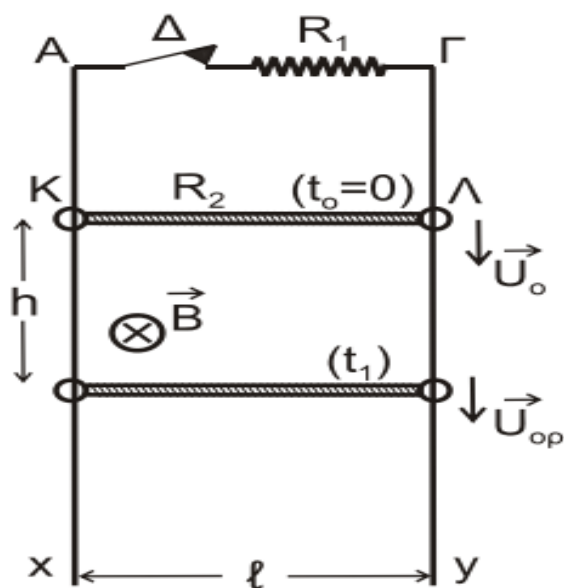
Γ4. Να υπολογίσετε τη νέα οριακή ταχύτητα  $u'_{\text{ορ}}$ , που αποκτά ο αγωγός, καθώς και την τάση  $V_{\text{κλ}}$  στα άκρα του αγωγού ΚΛ και τις εντάσεις των ρευμάτων, που διαρρέουν τους αντιστάτες  $R_1$  και  $R_2$ , όταν αυτός κινείται με τη νέα του οριακή ταχύτητα.

Ημερ. 2020

2. Οι κατακόρυφοι, μεγάλου μήκους, μεταλλικοί αγωγοί Αχ και Γγ απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση  $\ell = 1\text{m}$  και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Τα άκρα Α και Γ συνδέονται με αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R_1 = 2\Omega$ . Στο τμήμα ΑΓ υπάρχει διακόπτης  $\Delta$ , ο οποίος είναι κλειστός.

Ο αγωγός ΚΛ μήκους  $\ell = 1\text{m}$ , μάζας  $m = 0,2\text{kg}$  και ωμικής αντίστασης  $R_2 = 6\Omega$  έχει τα άκρα του ΚΛ πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς Αχ και Γγ και είναι κάθετος σε αυτούς, (Σχήμα 4).

Όλη η διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που επικρατεί οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$ , μέτρου  $B = 2\text{T}$ , του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



Σχήμα 4

Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να ολισθαίνει κατά μήκος των αγωγών Αχ και Γγ χωρίς τριβές, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος, χωρίς τα άκρα του Κ και Λ να χάνουν την επαφή με τους αγωγούς Αχ και Γγ. Αρχικά ο αγωγός είναι ακίνητος.

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  εκτοξεύουμε τον αγωγό ΚΛ κατακόρυφα προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα μέτρου  $u_0 = 12\text{m/s}$ .

Γ1. Να βρείτε το μέτρο της επιτάχυνσης  $a$  του αγωγού αμέσως μετά την εκτόξευσή του και την κατεύθυνσή της.

Γ2. Τη χρονική στιγμή  $t_1$ , που ο αγωγός ΚΛ έχει μετατοπιστεί κατά  $h$  από την αρχική του θέση, έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα ( $U_{op}$ ). Να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας.

Γ3. Αν το φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού ΚΛ από τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  έως τη χρονική στιγμή  $t_1$  είναι ίσο με  $0,4\text{C}$ , να υπολογίσετε τη θερμότητα που παράχθηκε σε καθέναν από τους αντιστάτες  $R_1$  και  $R_2$  στο παραπάνω χρονικό διάστημα.

Γ4. Κάποια χρονική στιγμή  $t_2$  ( $t_2 > t_1$ ), που ο αγωγός ΚΛ κινείται με την οριακή του ταχύτητα, ανοίγουμε το διακόπτη Δ. Τη χρονική στιγμή  $t_3 = t_2 + \Delta t$  ο αγωγός έχει μετατοπιστεί κατά  $h_1 = 0,45\text{m}$  από τη θέση στην οποία βρισκόταν τη χρονική στιγμή  $t_2$ . Να υπολογίσετε το ρυθμό ( $\frac{dK}{dt}$ ) με τον οποίο αυξάνεται η κινητική ενέργεια του αγωγού τη χρονική στιγμή  $t_3$ .

- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας:  $g = 10\text{m/s}^2$
- Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

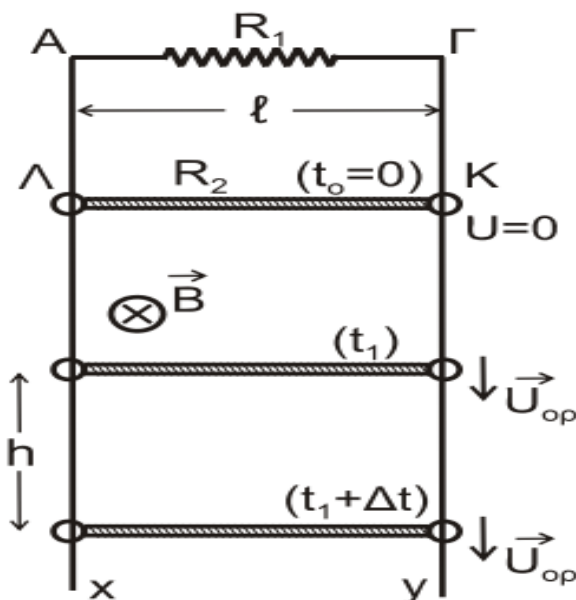
Επαν. Ημερ. 2020

3. Οι κατακόρυφοι, μεγάλου μήκους, μεταλλικοί αγωγοί Αx και Γy, απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση  $\ell = 1\text{m}$  και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Τα άκρα Α, Γ συνδέονται με αντιστάτη ωμικής αντίστασης  $R_1 = 2\Omega$ . Αγωγός ΚΛ μήκους  $\ell = 1\text{m}$ , μάζας  $m = 0,2\text{Kg}$  και ωμικής αντίστασης  $R_2 = 6\Omega$  έχει τα άκρα του ΚΛ πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς Αx και Γy και είναι κάθετος σε αυτούς (Σχήμα 4).

Όλη η διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που επικρατεί οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$ , μέτρου  $B = 2\text{T}$ , του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Αρχικά ο αγωγός ΚΛ συγκρατείται ακίνητος και είναι δυνατόν να ολισθαίνει κατά μήκος των αγωγών χωρίς τριβές, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος, χωρίς τα άκρα του Κ, Λ να χάνουν την επαφή με τους αγωγούς Αx και Γy.

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , αφήνουμε τον αγωγό ΚΛ ελεύθερο να κινηθεί προς τα κάτω.



Γ1. Τη χρονική στιγμή  $t_1$ , ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα ( $v_{op}$ ). Να υπολογίσετε το μέτρο της οριακής ταχύτητας.

Γ2. Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού  $V_{κλ}$  στα άκρα του αγωγού ΚΛ, όταν αυτός κινείται με την οριακή του ταχύτητα.

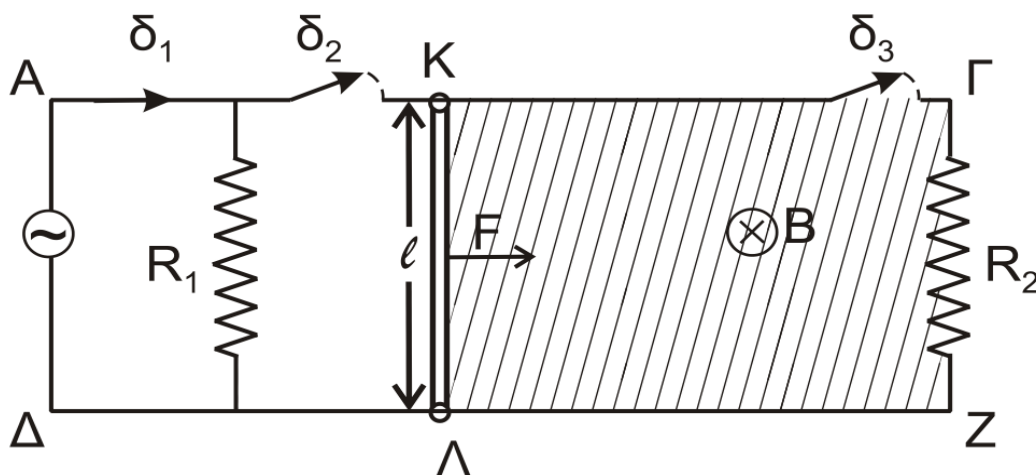
Γ3. Να υπολογίσετε τη θερμότητα που παράχθηκε σε καθέναν από τους αντιστάτες  $R_1$  και  $R_2$  σε χρόνο  $\Delta t = 4s$  μετά τη χρονική στιγμή  $t_1$ .

- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας:  $g = 10m/s^2$
- Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

Ομογ. 2020

4. Στο σχήμα 4 οι αγωγοί ΑΓ, ΔΖ, μεγάλου μήκους, βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, είναι παράλληλοι μεταξύ τους, απέχουν  $\ell = 1m$  και έχουν μηδενική ωμική αντίσταση. Η ράβδος ΚΛ έχει μήκος  $\ell = 1m$  μάζα  $m = 0,5kg$ , αντίσταση  $R_{κλ} = 2\Omega$  και αρχικά είναι ακίνητη. Η ράβδος ΚΛ μπορεί να κινείται χωρίς τριβές, παραμένοντας συνεχώς κάθετη και σε επαφή με τους αγωγούς ΑΓ, ΔΖ.

Η γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος που συνδέεται στα άκρα Α, Δ περιέχει αγωγίμο πλαίσιο μηδενικής αντίστασης, το οποίο στρέφεται με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδό του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της εναλλασσόμενης τάσης που εμφανίζεται στο πλαίσιο είναι  $v = V \cdot \eta \mu(50\pi t)$  S.I. Οι αντιστάτες που φαίνονται στο σχήμα 4 έχουν τιμές  $R_1 = 6\Omega$  και  $R_2 = 3\Omega$ . Από την αρχική θέση της ράβδου ΚΛ και στον χώρο δεξιά απ' αυτήν, υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$ , του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν διεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας και φορά από τον αναγνώστη προς αυτήν, όπως φαίνεται στο σχήμα 4 και καλύπτει όλη τη γραμμοσκιασμένη περιοχή.



Γ1. Αρχικά, ο διακόπτης  $\delta_1$  είναι κλειστός και οι  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  είναι ανοικτοί. Τότε, η μέση ισχύς στον αντιστάτη  $R_1$  ισούται με  $12\text{W}$ . Υπολογίστε το πλάτος της τάσης  $V$  και την ενεργό ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη  $R_1$ .

Γ2. Διατηρώντας τον διακόπτη  $\delta_1$  κλειστό και ανοιχτούς τους διακόπτες  $\delta_2$  και  $\delta_3$ , διπλασιάζουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου στη γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης. Η στιγμιαία τιμή της τάσης που παράγεται τότε έχει τη μορφή  $v' = V' \cdot \eta\mu(\omega' t)$ . Να γραφεί η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος στον αντιστάτη  $R_1$  και να υπολογιστεί η τιμή της τη χρονική στιγμή  $5 \cdot 10^{-3}\text{s}$ .

Γ3. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$ , ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$  και ασκούμε στο μέσο της ράβδου ΚΛ σταθερή οριζόντια δύναμη, κάθετη στη ράβδο μέτρου  $F = 0,5\text{N}$  με φορά, όπως στο σχήμα 4. Τη στιγμή  $2\text{s}$  κλείνουμε τους διακόπτες  $\delta_2$  και  $\delta_3$  και παρατηρούμε ότι έκτοτε η ράβδος κινείται με σταθερή ταχύτητα. Υπολογίστε το μέτρο της έντασης  $B$  του μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο κινείται η ράβδος.

Γ4. Για το χρονικό διάστημα  $0$  έως  $5\text{s}$ , να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις εκατό του έργου της  $F$  που μετατρέπεται σε θερμότητα στον αντιστάτη  $R_2$ .

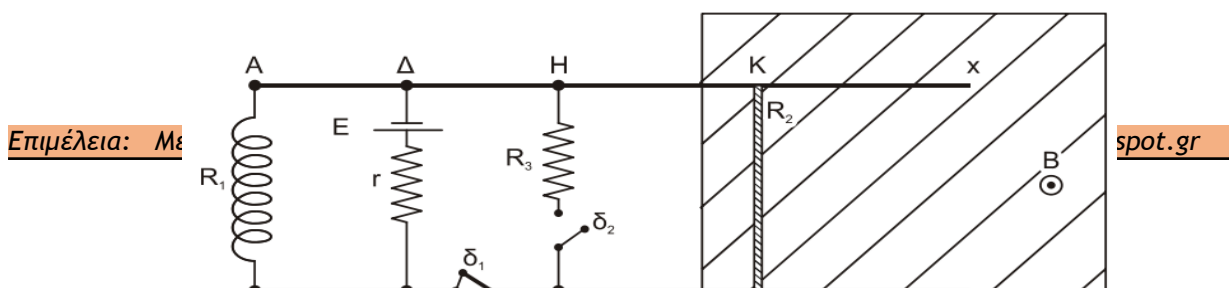
Ημερ. 2021

5. Οι δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί, Αx και Γy του σχήματος, έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση  $L = 1\text{m}$ . Τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με σωληνοειδές ωμικής αντίστασης  $R_1 = 6\Omega$ , του οποίου ο αριθμός των σπειρών ανά μονάδα μήκους είναι  $n = N/\ell = 200$  σπείρες/m.

Στα σημεία Δ και Ζ των παράλληλων αγωγών έχει συνδεθεί ηλεκτρική πηγή με ηλεκτρεγερτική δύναμη  $E = 24\text{V}$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 2\Omega$ . Στα σημεία Η και Θ συνδέεται αντιστάτης ωμικής αντίστασης  $R_3 = 1\Omega$  σε σειρά με τον διακόπτη  $\delta_2$ , ενώ μεταξύ των σημείων Ζ και Θ παρεμβάλλεται διακόπτης  $\delta_1$ .

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός ΚΛ, μάζας  $m = 1\text{Kg}$ , μήκους  $L = 1\text{m}$  και ωμικής αντίστασης  $R_2 = 3\Omega$ , του οποίου τα άκρα βρίσκονται συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς Αx και Γy και μπορεί να ολισθαίνει παραμένοντας συνεχώς κάθετος σε αυτούς. Στην γραμμοσκιασμένη περιοχή του επιπέδου των αγωγών Αx και Γy εφαρμόζεται εξωτερικό ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 1\text{T}$  (σχήμα 5), του οποίου οι μαγνητικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο αυτό, με φορά από την σελίδα προς τον αναγνώστη.

Αρχικά ο διακόπτης  $\delta_1$  είναι κλειστός και ο διακόπτης  $\delta_2$  ανοικτός. Ο αγωγός ΚΛ ισορροπεί οριακά λόγω τριβής, που εμφανίζεται στα σημεία επαφής Κ και Λ, συνολικού μέτρου  $T$ .



Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης τριβής  $T$ .

Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσον του άξονα του σωληνοειδούς. Θεωρείστε πως τα δύο μαγνητικά πεδία δεν αλληλεπιδρούν.

Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  κλείνουμε τον διακόπτη  $\delta_2$  και ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$ . Την ίδια στιγμή στο μέσον του αγωγού ΚΛ και κάθετα σε αυτόν ασκείται κατάλληλη δύναμη  $F$  με φορά προς τα δεξιά, ώστε αυτός να κινείται με σταθερή επιτάχυνση  $a = 4 \frac{m}{s^2}$  ίδιας κατεύθυνσης με την δύναμη  $F$ .

Γ3. Να γράψετε τη σχέση που δίνει την εξωτερική δύναμη σε συνάρτηση με τον χρόνο  $F = F(t)$ .

Η συνολική τριβή του αγωγού ΚΛ με τους οριζόντιους αγωγούς σε όλη τη διάρκεια της κίνησής του είναι ίση με  $T$ .

Γ4. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού, ΚΛ στο χρονικό διάστημα από  $t_0 = 0$  έως  $t_1 = 1s$ .

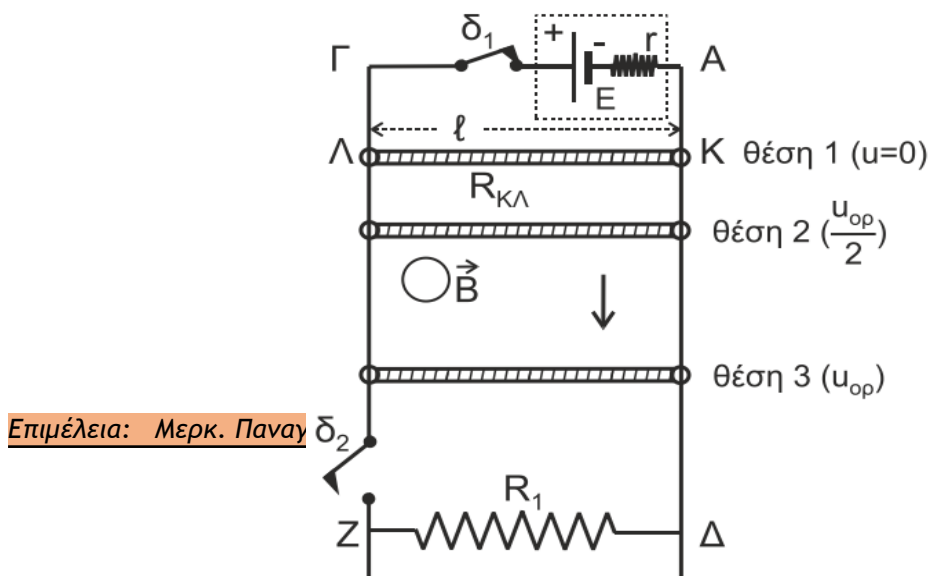
Η διάταξη κατά τη διάρκεια της κίνησης του αγωγού ΚΛ παραμένει ακίνητη.

Δίνεται:  $k_\mu = 10^{-7} \frac{N}{A^2}$ .

Επαν. Ημερ. 2021

6. Οι μεγάλοι μήκους, κατακόρυφοι, μεταλλικοί αγωγοί Αχ και Γγ απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση  $\ell = 1m$  και έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση. Στα άκρα Α, Γ συνδέεται πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 9V$  και εσωτερικής αντίστασης  $r = 1\Omega$ .

Αγωγός ΚΛ μήκους  $\ell = 1m$ , μάζας  $m = 0,3kg$  και ωμικής αντίστασης  $R_{\kappa\lambda} = 2\Omega$  έχει τα άκρα του Κ, Λ πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς Αχ και Γγ, είναι κάθετος σε αυτούς και είναι δυνατόν να ολισθαίνει κατά μήκος των αγωγών χωρίς τριβές. (Σχήμα)



Η όλη διάταξη βρίσκεται σε περιοχή που υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$ , του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος. Αρχικά ο διακόπτης  $\delta_1$  είναι κλειστός, ο διακόπτης  $\delta_2$  είναι ανοικτός και ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος στη θέση 1.

Γ1. Να υπολογίσετε το μέτρο  $B$  της έντασης του μαγνητικού πεδίου και να προσδιορίσετε την κατεύθυνσή της.

Στο κάτω μέρος της διάταξης, μεταξύ των σημείων Ζ και Δ, είναι συνδεδεμένος αντιστάτης με ωμική αντίσταση  $R_1 = 3\Omega$  και στα σημεία Μ, Ν είναι συνδεδεμένη θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης  $R_2$ , η οποία όταν στα άκρα της Μ, Ν έχει τάση ίση με 6V λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ 6W.

Ανοίγουμε τον διακόπτη  $\delta_1$ , κλείνοντας ταυτόχρονα τον διακόπτη  $\delta_2$  και ο αγωγός ΚΛ αρχίζει να κατέρχεται παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος χωρίς τα άκρα του Κ,Λ να χάνουν την επαφή με τους αγωγούς Αχ και Βγ.

Γ2. Έστω ότι ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει οριακή ταχύτητα  $v_{op}$  στη θέση 3.

Να δικαιολογήσετε το είδος της κίνησης που εκτελεί ο αγωγός ΚΛ από τη θέση 1 έως τη θέση 3 και να υπολογίσετε τη σταθερή οριακή ταχύτητα  $v_{op}$ .

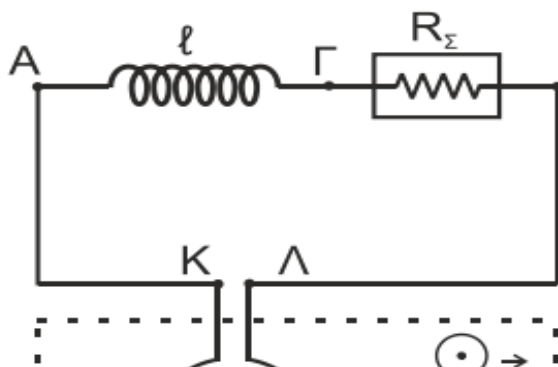
Γ3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ορμής του αγωγού στη θέση 2, στην οποία η ταχύτητά του είναι ίση με  $\frac{v_{op}}{2}$ .

Γ4. Όταν ο αγωγός έχει αποκτήσει την οριακή του ταχύτητα, να εξετάσετε αν η θερμική συσκευή Σ λειτουργεί κανονικά.

- Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας:  $g = 10 \frac{m}{s^2}$ .
- Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.
- Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Ημερ. 2022

7. Το σωληνοειδές μήκους  $\ell$  του σχήματος, που έχει  $n = 500$  σπείρες/m και ωμική αντίσταση  $R_1 = 2\Omega$ , έχει συνδεθεί με θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης  $R_2$ , η οποία, όταν στα άκρα της έχει τάση ίση με 10 V, λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ 50 W.



Στα σημεία Κ, Λ του κυκλώματος έχει συνδεθεί κυκλικός αγωγός ωμικής αντίστασης  $R_2 = 2 \Omega$ . Ο αγωγός αυτός αποτελείται από  $N = 300$  σπείρες ίδιας ακτίνας, εμβαδού  $S = 0,25 \text{ m}^2$  και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Το επίπεδο του αγωγού αυτού είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, οι οποίες έχουν φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό  $\frac{\Delta B_2}{\Delta t} = 0,16 \text{ T/s}$ .

Γ1. Να χεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος στον κυκλικό αγωγό, αιτιολογώντας την απάντησή σας.

Γ2. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό.

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης  $\vec{B}_1$  του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς.

Γ4. Αποσυνδέουμε το σωληνοειδές από το κύκλωμα, το κόβουμε στη μέση και συνδέουμε ξανά το ένα από τα δύο νέα σωληνοειδή στα σημεία Α, Γ, διατηρώντας το μήκος  $\ell/2$ . Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης  $B_1$  του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του νέου σωληνοειδούς, καθώς και την τελική ισχύ που αποδίδει τότε η θερμική συσκευή.

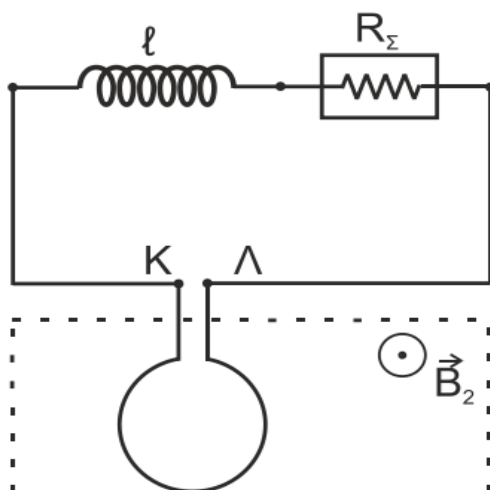
Δίνεται η σταθερά του μαγνητικού πεδίου  $k_\mu = 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}$ .

Να μη γίνει αντικατάσταση του π, όπου αυτό εμφανιστεί.

Επαν. Ημερ. 2022

8. (Αυτή η άσκηση είναι όμοια με την προηγούμενη 7)

Το σωληνοειδές μήκους  $\ell$  του σχήματος, που έχει  $n = 500$  σπείρες/m και ωμική αντίσταση  $R_1 = 2 \Omega$ , έχει συνδεθεί με θερμική συσκευή Σ ωμικής αντίστασης  $R_\Sigma$ , η οποία, όταν στα άκρα της έχει τάση ίση με 10 V, λειτουργεί κανονικά αποδίδοντας θερμική ισχύ 50 W.



Στα σημεία Κ, Λ του κυκλώματος έχει συνδεθεί κυκλικός αγωγός ωμικής αντίστασης  $R_2 = 2 \Omega$ . Ο αγωγός αυτός αποτελείται από  $N = 300$  σπείρες ίδιας ακτίνας, εμβαδού  $S = 0,25 \text{ m}^2$  και βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.

Το επίπεδο του αγωγού αυτού είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου, οι οποίες έχουν φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται με σταθερό ρυθμό  $\frac{\Delta B_2}{\Delta t} = 0,16 \text{ T/s}$ .

Γ1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό.

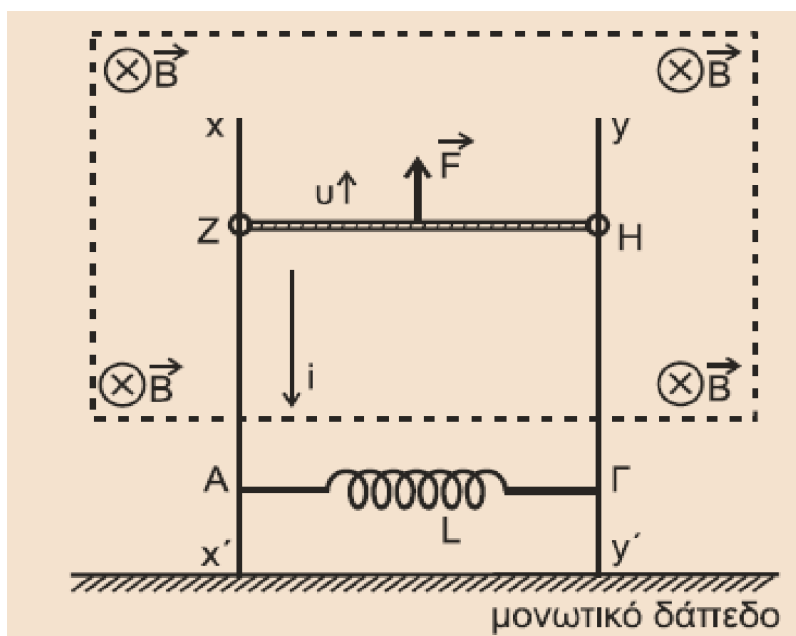
Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του σωληνοειδούς  $\vec{B}_1$  του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο.

Γ4. Να υπολογίσετε την ισχύ που αποδίδει η θερμική συσκευή.

Ομογ. 2022

9. Στη διάταξη του παρακάτω σχήματος οι κατακόρυφοι μεταλλικοί αγωγοί  $xx'$ ,  $yy'$ , αμελητέας ωμικής αντίστασης είναι στερεωμένοι σε οριζόντιο δάπεδο.



Ανάμεσα στα σημεία τους Α και Γ έχει συνδεθεί ιδανικό πηνίο με συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,5 \text{ H}$ .

Μεταλλική ράβδος ΖΗ μήκους  $\ell = 1\text{ m}$ , μάζας  $m = 0,5\text{ kg}$  και ωμικής αντίστασης  $R = 1\Omega$  έχει τα άκρα της πάνω στους κατακόρυφους αγωγούς, είναι κάθετη σε αυτούς και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές.

Στο μέσο της ράβδου και κάθετα σε αυτή ασκείται κατάλληλη δύναμη  $\vec{F}$  με αποτέλεσμα η ράβδος ΖΗ να κινείται προς τα πάνω παραμένοντας συνεχώς οριζόντια. Στην περιοχή που κινείται η ράβδος ΖΗ υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}$  και μέτρου  $B = 1\text{ T}$ , του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα.

Γ1. Να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με τον χρόνο  $i - t$  σε ορθογώνιο σύστημα αξόνων και να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής  $\frac{\Delta i}{\Delta t}$  της έντασης του ρεύματος.

Να υπολογίσετε το φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του κυκλώματος στο χρονικό διάστημα από  $t = 0\text{ s}$  έως  $t = 2\text{ s}$ .

Γ2. Να σχεδιάσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο και να υπολογίσετε την απόλυτη τιμή αυτής.

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της ταχύτητας της ράβδου ΖΗ σε συνάρτηση με τον χρόνο  $v - t$ .

Γ4. Τη χρονική στιγμή  $t_1 = 2\text{ s}$  να υπολογίσετε:

α. Το μέτρο της δύναμης  $\vec{F}$ .

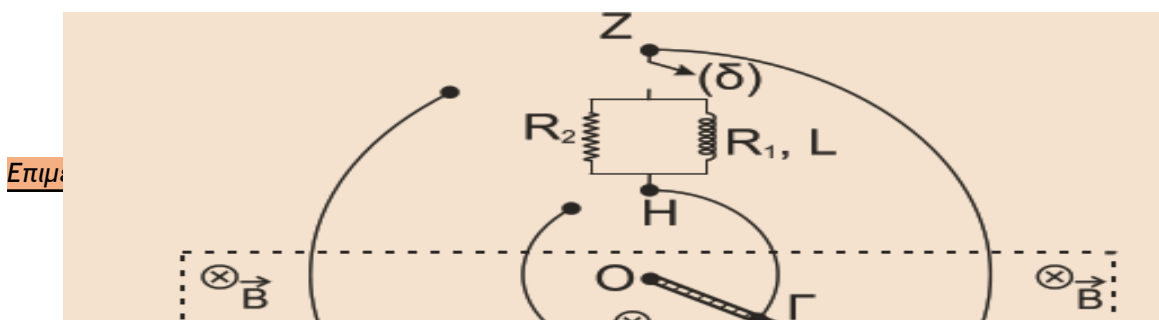
β. Τον ρυθμό μεταβολής με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια από την δύναμη  $\vec{F}$  στο κύκλωμα. γ. Τον ρυθμό με τον οποίο αποθηκεύεται ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου.

Να θεωρήσετε το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας:  $g = 10\text{ m/s}^2$ .

Ημερ. 2023

10. Η μεταλλική ράβδος ΟΑ περιστρέφεται κατά τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού με σταθερή γωνιακή ταχύτητα  $\vec{\omega}$  μέτρου  $\omega = 2\text{ rad/s}$  σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από κατακόρυφο άξονα που διέρχεται από το άκρο της Ο. Κατά τη διάρκεια της περιστροφής ο αγωγός εφάπτεται σε κυκλικούς αγωγίμους οδηγούς ακτίνων  $(ΟΑ) = \ell_1 = 0,4\text{ m}$  και  $(ΟΓ) = \ell_2 = 0,2\text{ m}$ . Οι κυκλικοί οδηγοί, τα σύρματα σύνδεσης και ο αγωγός ΟΑ έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση.

Ο διακόπτης (δ) αρχικά είναι ανοικτός. Το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου είναι ίσο με  $B = 1\text{ T}$  και η φορά της από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.



Γ1. Να αποδείξετε ότι η τάση  $V_{ΑΓ}$  μεταξύ των σημείων επαφής Α, Γ του περιστρεφόμενου αγωγού με τους κυκλικούς οδηγούς είναι ίση με  $V_{ΑΓ} = 0,12 \text{ V}$ .

Μεταξύ των άκρων Ζ και Η των κυκλικών οδηγών, παρεμβάλλεται το κύκλωμα του παραπάνω σχήματος, το οποίο βρίσκεται έξω από το ομογενές μαγνητικό πεδίο. Το κύκλωμα περιλαμβάνει πηνίο που έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,2 \text{ H}$  και ωμική αντίσταση  $R_1 = 1,2 \Omega$ . Ο αντιστάτης  $R_2$  έχει ωμική αντίσταση  $R_2 = 0,6 \Omega$ .

Γ2. Κάποια στιγμή κλείνουμε τον διακόπτη (δ). Να σχεδιάσετε και να αιτιολογήσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη (δ).

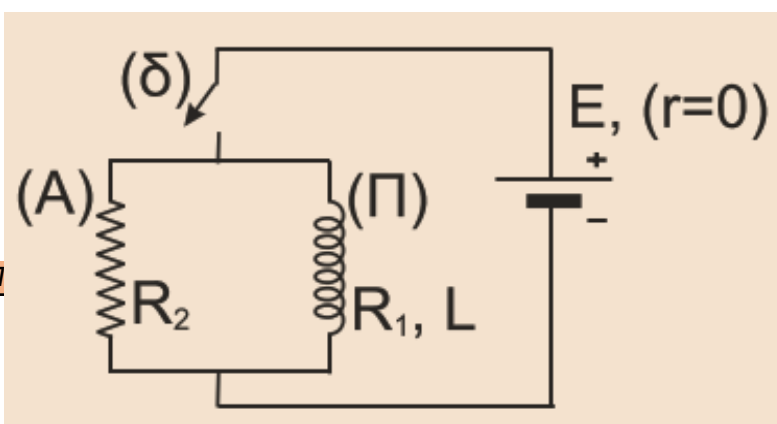
Γ3. Μετά από λίγο και ενώ ο αγωγός ΟΑ συνεχίζει να περιστρέφεται τα ρεύματα στο κύκλωμα σταθεροποιούνται. Υπολογίστε τις σταθεροποιημένες τιμές των εντάσεων των ρευμάτων.

Γ4. Κάποια στιγμή ανοίγουμε τον διακόπτη (δ). Να σχεδιάσετε και να αιτιολογήσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος στο πηνίο αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη (δ); Να υπολογίσετε το ποσό της θερμότητας που μεταφέρεται στο περιβάλλον λόγω φαινομένου Joule στους αντιστάτες, από τη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης (δ) και μέχρι το ρεύμα να μηδενιστεί.

Θεωρείστε ότι κατά τη διάρκεια της περιστροφικής κίνησης, ο αγωγός ΟΑ βρίσκεται διαρκώς μέσα στο ομογενές μαγνητικό πεδίο και για όσο χρονικό διάστημα μελετάμε το φαινόμενο δεν φτάνει στην περιοχή του κυκλώματος. Το σχήμα δεν είναι υπό κλίμακα.

Επαν. Ημερ. 2023

11. Ηλεκτρική πηγή, ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E = 0,12 \text{ V}$  και μηδενικής εσωτερικής αντίστασης ( $r = 0$ ) συνδέεται μέσω διακόπτη (δ) με κύκλωμα που αποτελείται από πηνίο (Π) και αντιστάτη (Α), όπως στο παρακάτω σχήμα. Το πηνίο (Π) έχει συντελεστή αυτεπαγωγής  $L = 0,2 \text{ H}$  και ωμική αντίσταση  $R_1 = 1,2 \Omega$ . Ο αντιστάτης (Α) έχει ωμική αντίσταση  $R_2 = 0,6 \Omega$ .



Αρχικά ο διακόπτης (δ) είναι ανοικτός. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  κλείνουμε το διακόπτη.

Γ1. i. Να σχεδιάσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας.

ii. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο (Π) αμέσως μετά το κλείσιμο του διακόπτη.

Γ2. Να υπολογίσετε τις τελικές τιμές των εντάσεων των ρευμάτων που διαρρέουν τον αντιστάτη (Α) και το πηνίο (Π).

Κάποια χρονική στιγμή  $t_1$  ανοίγουμε τον διακόπτη (δ).

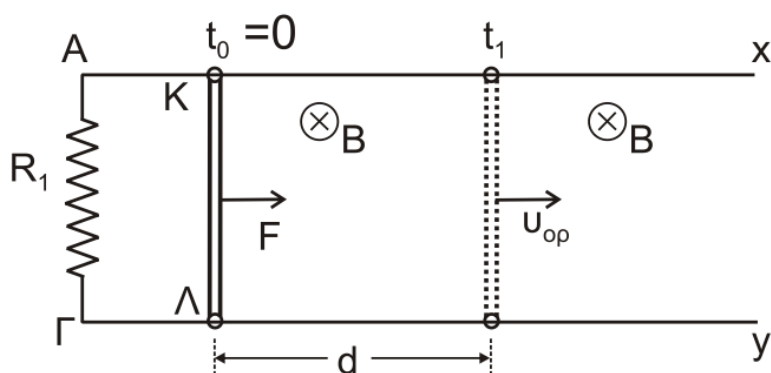
Γ3. i. Να σχεδιάσετε την πολικότητα της ΗΕΔ από αυτεπαγωγή στο πηνίο (μονάδα 1) και να αιτιολογήσετε την απάντησή σας (μονάδες 2). ii. Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο (Π) αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη.

Γ4. Να υπολογίσετε το ποσό της συνολικής θερμότητας που θα παραχθεί στον αντιστάτη (Α) και το πηνίο (Π), από τη στιγμή που ανοίγει ο διακόπτης (δ) και μέχρι το ρεύμα στο κύκλωμα να μηδενιστεί.

(Εξετ. Ομογ. 2023)

## Προβλήματα 4<sup>ου</sup> Θέματος

1.



Δύο παράλληλα οριζόντια σύρματα, Αx και Γy, μεγάλου μήκους και αμελητέας αντίστασης συνδέονται στα άκρα τους Α και Γ με τρίτο σύρμα αντίστασης  $R_1 = 6\Omega$ . Ένα τέταρτο σύρμα ΚΛ με μάζα  $m = 0,2\text{kg}$ , μήκος  $L = 1\text{m}$  και αντίσταση  $R_2 = 2\Omega$  μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, παραμένοντας κάθετο και σε επαφή, στα σημεία Κ και Λ με τα σύρματα αντίστασης Αx και Γy. Το σύστημα βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 2\text{T}$  κάθετο στο επίπεδο των συρμάτων με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα (Σχήμα).

Αρχικά ο αγωγός ΚΛ είναι ακίνητος. Τη χρονική στιγμή  $t_0 = 0$  ασκείται σταθερή δύναμη μέτρου  $F = 1\text{N}$ , στο μέσο του αγωγού ΚΛ παράλληλα στα Αx και Γy. Ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει σταθερή (οριακή) ταχύτητα αφού μετατοπιστεί κατά  $d = 0,8\text{m}$ .

**Δ1.** Να υπολογίσετε το μέτρο της σταθερής ταχύτητας που αποκτά ο αγωγός ΚΛ.

**Δ2.** Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα του αγωγού ΚΛ μετά τη σταθεροποίηση της ταχύτητάς του.

**Δ3.** Να υπολογίσετε τη θερμική ισχύ που αναπτύσσεται σε καθεμία από τις αντιστάσεις  $R_1$  και  $R_2$ , όταν ο αγωγός ΚΛ έχει αποκτήσει τη σταθερή (οριακή) ταχύτητα.

**Δ4.** Να υπολογίσετε τη θερμότητα που απέβαλε το κύκλωμα στο περιβάλλον μέχρι ο αγωγός να μετατοπιστεί κατά  $d = 0,8\text{m}$ .

Ομογ. 2021