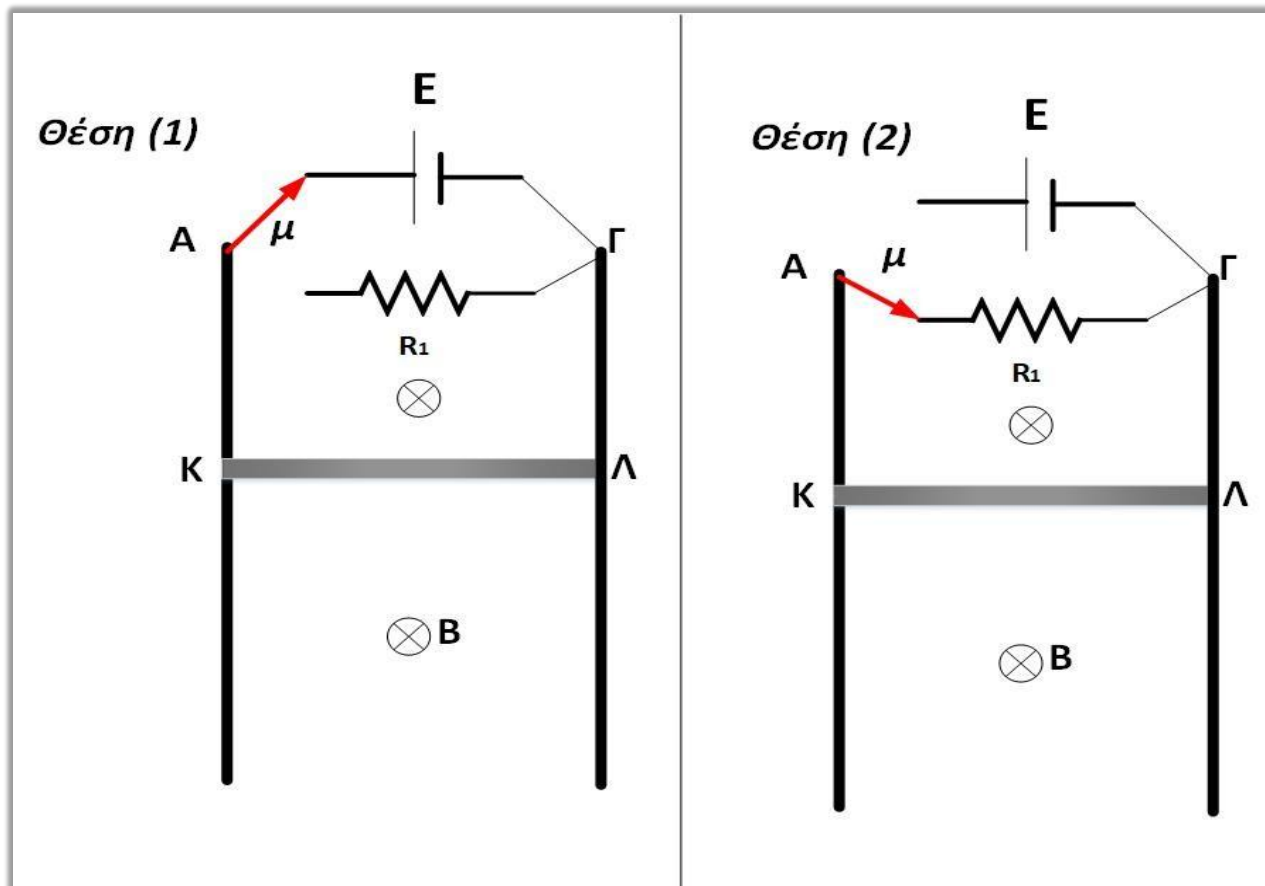


1^η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΑΓΩΓΗ- ΘΕΜΑ Δ

Δύο κατακόρυφοι παράλληλοι αγωγοί μεγάλου μήκους, αμελητέας αντίστασης Αx και Γy απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1\text{m}$. Αγωγίμη ράβδος ΚΛ μήκους $L = 1\text{m}$, μάζας $m = 0,2\text{kg}$ και αντίστασης $R = 8\Omega$ μπορεί να ολισθαίνει μένοντας συνεχώς οριζόντια και σε επαφή με τους κατακόρυφους αγωγούς.

Στο πάνω μέρος της διάταξης ένας μεταγωγός μ μπορεί να συνδέει τα άκρα Α και Γ είτε



μέσω μιας ιδανικής πηγής με ΗΕΔ E (θέση 1), είτε μέσω ενός αντιστάτη, αντίστασης $R_1 = 2\Omega$ (θέση 2). Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\text{T}$ η διεύθυνση του οποίου είναι κάθετη στο επίπεδο των αγωγών με την φορά που φαίνεται στο σχήμα

Δ1. Αν αρχικά ο μεταγωγός είναι στην θέση 1 και η ράβδος ισορροπεί, να υπολογίσετε την ΗΕΔ E της πηγής.

Μεταφέρουμε ακαριαία τον μεταγωγό στην θέση 2 και η ράβδος παύει να ισορροπεί και κατέρχεται. Κατά την κίνηση της δέχεται από τους κατακόρυφους αγωγούς μια δύναμη τριβής μέτρου $T = 1\text{N}$ που είναι αντίθετη της κίνησης.

Δ2. Να εξηγήσετε γιατί ο αγωγός θα αποκτήσει οριακή ταχύτητα και να την υπολογίσετε.

Δ3. Να υπολογίσετε την τάση στα άκρα της ράβδου την στιγμή που θα αποκτήσει την οριακή της ταχύτητα.

Δ4. Να υπολογίσετε την επιτάχυνση της ράβδου όταν η ταχύτητα της είναι ίση με το μισό της οριακής της τιμής.

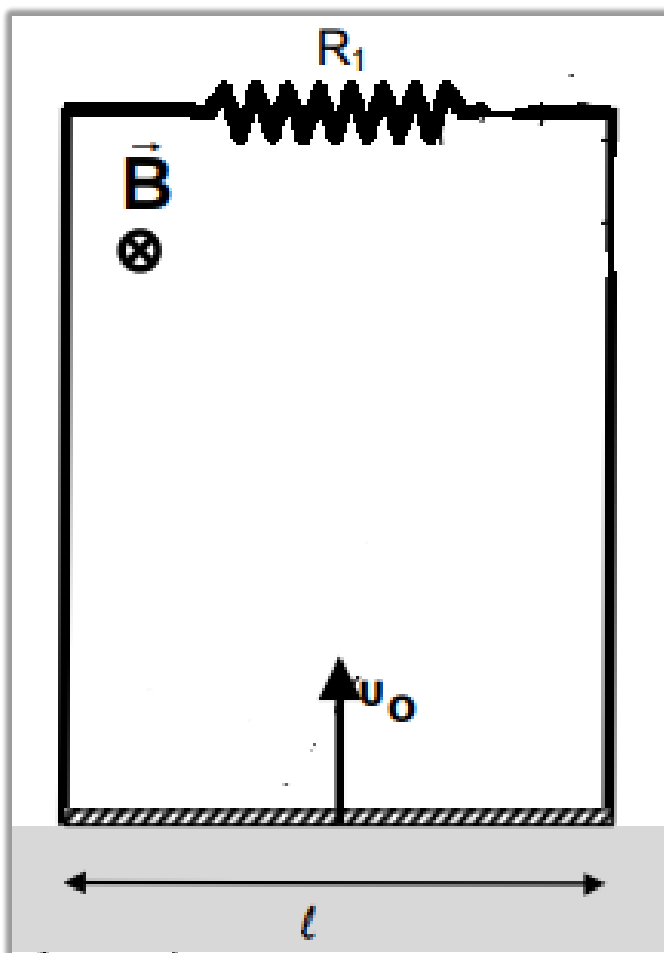
Δ5. Να υπολογίσετε το κατακόρυφο διάστημα που πρέπει να διανύσει η ράβδος κινούμενη με την οριακή της ταχύτητα, ώστε να εκλύεται από τους αντιστάτες για αυτό το διάστημα θερμότητα ίση με $Q_R = 2\text{J}$.

Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{m/s}^2$.

Να θεωρήσετε τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.

2^η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΑΓΩΓΗ- ΘΕΜΑ Δ

Ένας αγωγός σε σχήμα Π έχει το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές γραμμές μαγνητικού πεδίου έντασης $B = 2\text{ T}$. Τα κατακόρυφα τμήματα του αγωγού εμφανίζουν αμελητέα αντίσταση και ακουμπούν σε οριζόντιο μονωτικό επίπεδο, ενώ το οριζόντιο πάνω τμήμα έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 8\Omega$. Ευθύγραμμο αγωγίμο σύρμα μήκους $l = 1\text{ m}$ και μάζας $m = 0,5\text{ kg}$ και ωμικής αντίστασης R_2 έχει συνεχώς τα άκρα του επαφή με τα κατακόρυφα τμήματα του αγωγού και ισορροπεί πάνω στο μονωτικό επίπεδο. Την χρονική στιγμή $t = 0$ εκτοξεύουμε τον αγωγό κατακόρυφα προς τα πάνω με ταχύτητα μέτρου $u_0 = 5\text{ m/s}$. Την στιγμή της εκτόξευσης η τάση στα άκρα του σύρματος είναι $V = 8\text{ volt}$.



Δ1. Να υπολογίσετε την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του σύρματος την στιγμή της εκτόξευσης, καθώς και την αντίσταση R_2 .

Δ2. Να δείξετε ότι το σύρμα επιβραδύνεται συνεχώς κατά την άνοδο του.

Δ3. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής της ταχύτητας του σύρματος, καθώς και τον ρυθμό μεταβολής της Κινητικής του ενέργειας την στιγμή που η ταχύτητα του έχει υποδιπλασιαστεί.

Δ4. Αν σας είναι γνωστό ότι το σύρμα σταματά στιγμιαία σε ύψος $h = 1\text{ m}$ από το μονωτικό επίπεδο
(α) να βρεθεί το ποσό θερμότητας που εκλύεται στο περιβάλλον κατά την άνοδο του.

(β) να βρεθεί το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται μέσα από μια διατομή του σύρματος κατά την άνοδο του.

Δ5. Να δείξετε ότι ο αγωγός κατά την κάθοδο του δεν θα προλάβει να αποκτήσει την μέγιστη οριακή του ταχύτητα, πριν συγκρουστεί με το μονωτικό επίπεδο.

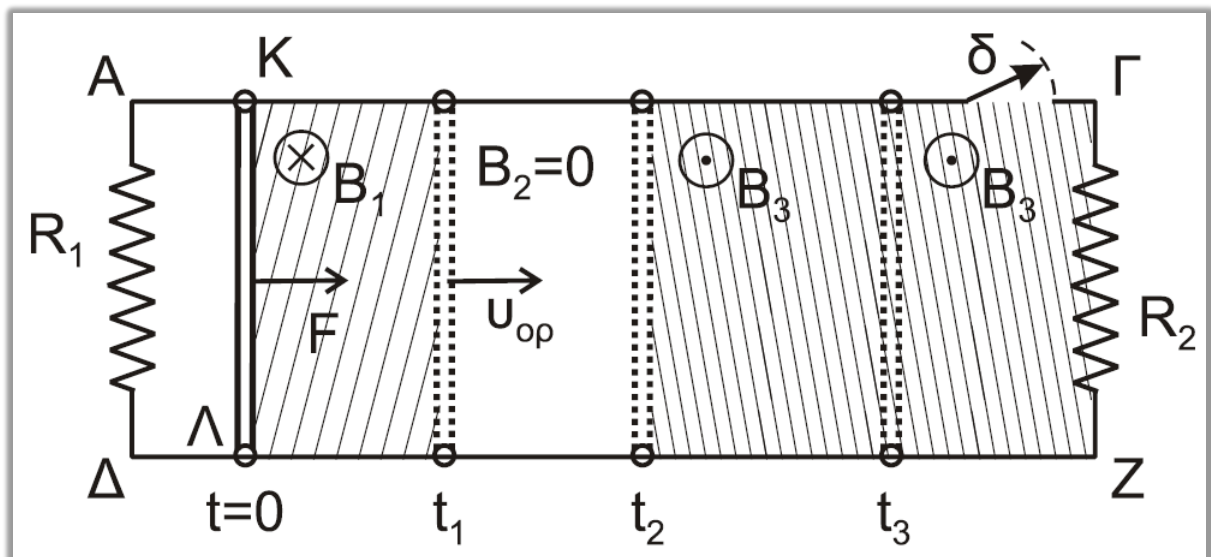
Δίνονται: η επιτάχυνση της βαρύτητας $g = 10\text{ m/s}^2$.

Να θεωρήσετε τις αντιστάσεις του αέρα αμελητέες.

3^η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΑΓΩΓΗ- ΘΕΜΑ Γ
ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ ΙΟΥΝΙΟΣ 2020

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 $ΚΛ = 1\text{m}$ έχει αντίσταση $R_{ΚΛ} = 3\Omega$ 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 (μονάδες 3) και να υπολογίσετε τη σταθερή οριακή ταχύτητα u_{op} (μονάδες 3). **Μονάδες 6**

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 v_{op} .

Μονάδες 6

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 $q_{επ}=0,2 \text{ C}$.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή t_3 κλείνουμε το διακόπτη δ 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 v_{op}' που αποκτά ο αγωγός (μονάδες 3), καθώς και τη τάση $V_{ΚΛ}$ στα άκρα του αγωγού ΚΛ (μονάδες 2) και τις εντάσεις των ρευμάτων, που διαρρέουν τους αντιστάτες R_1 και R_2 (μονάδες 2), όταν αυτός κινείται με τη νέα του οριακή ταχύτητα.

Μονάδες 7

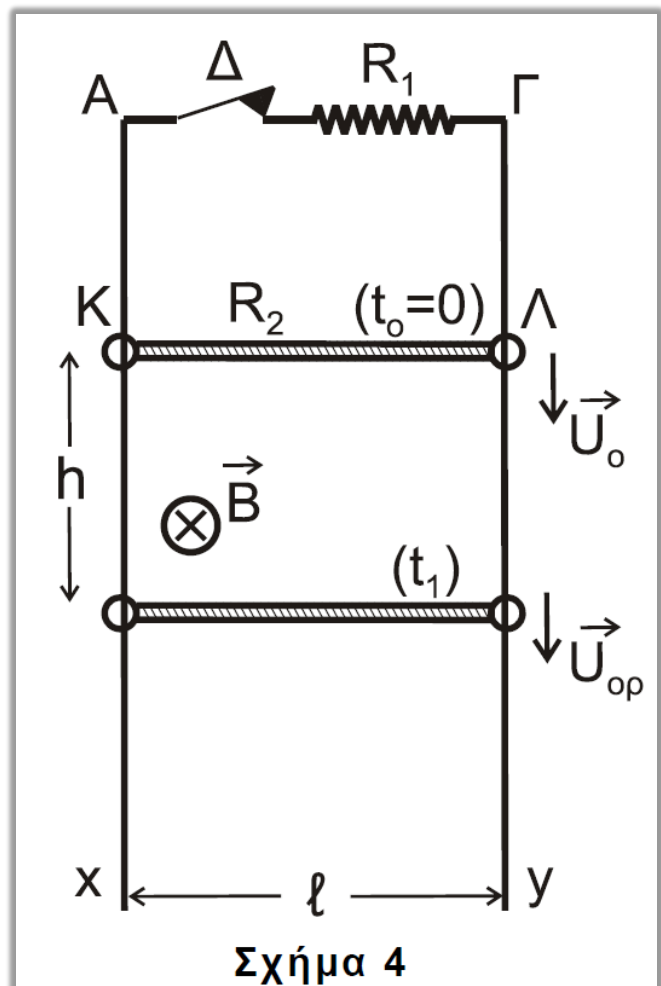
4^η ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΕΠΑΓΩΓΗ- ΘΕΜΑ Γ

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΕΣ 2020

Οι κατακόρυφοι, μεγάλοι 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 Δ , 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, μέτρου $B = 2\text{T}$, του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδο του σχήματος με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να ολισθαίνει κατά μήκος των



Σχήμα 4

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

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

Γ1. Να βρείτε το μέτρο της επιτάχυνσης a του αγωγού αμέσως μετά την εκτόξευσή του (μονάδες 3) και την κατεύθυνσή της (μονάδες 2).

Μονάδες 5

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.

Μονάδες 5

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.

Μονάδες 8

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 ($\Delta K / \Delta t$) με τον οποίο αυξάνεται η κινητική ενέργεια του αγωγού τη χρονική στιγμή t_3 .

Μονάδες 7

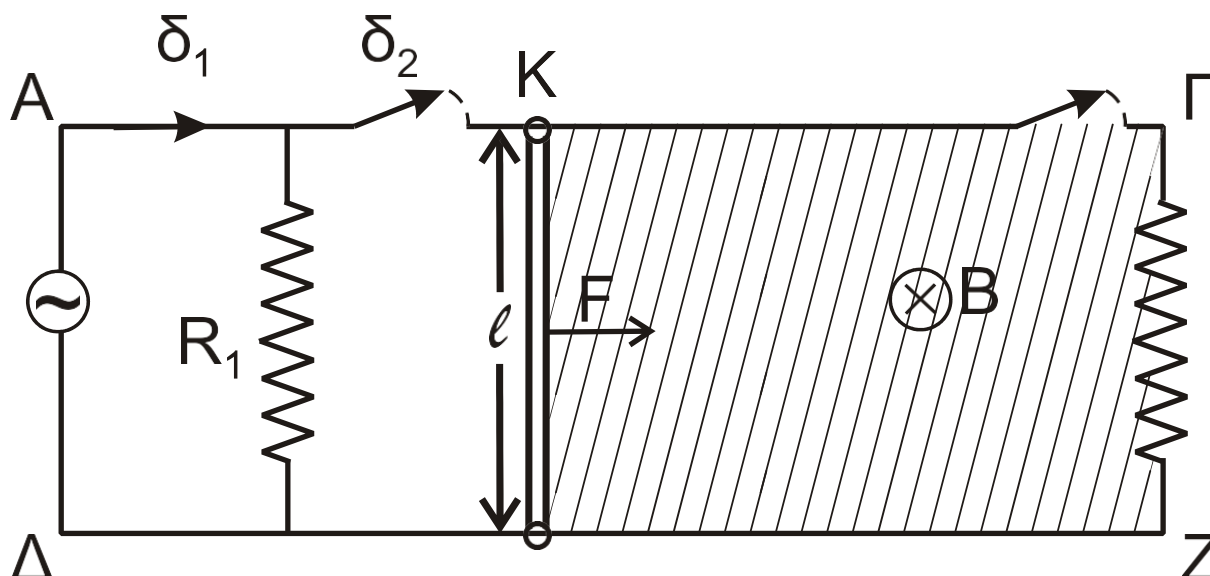
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας: $g = 10 \text{ m/s}^2$
Η αντίσταση του αέρα θεωρείται αμελητέα.

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ 2021 -ΙΟΥΝΙΟΣ

ΘΕΜΑ Γ

Στο σχήμα 4 οι αγωγοί ΑΓ, ΔΖ, μεγάλου μήκους, βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, είναι παράλληλοι μεταξύ τους, απέχουν $\ell = 1 \text{ m}$ και έχουν μηδενική ωμική αντίσταση. Η ράβδος ΚΛ έχει μήκος $\ell = 1 \text{ m}$ μάζα $m = 0,5 \text{ kg}$, αντίσταση $R_{\text{ΚΛ}} = 2 \, \Omega$ 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 ω γύρω από άξονα που βρίσκεται στο επίπεδο του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας τιμής της εναλλασσόμενης τάσης που εμφανίζεται στο πλαίσιο είναι $u = V \cdot \eta \mu(50 \pi t) \text{ S.I.}$ 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 δ_1 είναι κλειστός και οι δ_2 , δ_3 είναι ανοικτοί. Τότε, η μέση ισχύς στον αντιστάτη R_1 ισούται με $12W$. Υπολογίστε το πλάτος της τάσης V και την ενεργό ένταση του ρεύματος στον αντιστάτη R_1 .

Μονάδες 6

Γ2. Διατηρώντας τον διακόπτη δ_1 κλειστό και ανοιχτούς τους διακόπτες δ_2 και δ_3 , διπλασιάζουμε τη συχνότητα περιστροφής του πλαισίου στη γεννήτρια εναλλασσόμενης τάσης. Η στιγμιαία τιμή της τάσης που παράγεται τότε έχει τη μορφή $u' = V' \cdot \eta \mu(\omega' t)$. Να γραφεί η χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος στον αντιστάτη R_1 και να υπολογιστεί η τιμή της χρονικής στιγμής $5 \cdot 10^{-3} \text{sec}$.

Μονάδες 6

Γ3. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$, ανοίγουμε τον διακόπτη δ_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 sec κλείνουμε τους διακόπτες δ_2 και δ_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.

Μονάδες 6

Γ4. Για το χρονικό διάστημα 0 έως 5sec , να υπολογίσετε το ποσοστό επί τοις εκατό του έργου της F που μετατρέπεται σε θερμότητα στον αντιστάτη R_2 .

Μονάδες 7

ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ 2021

ΘΕΜΑ Γ

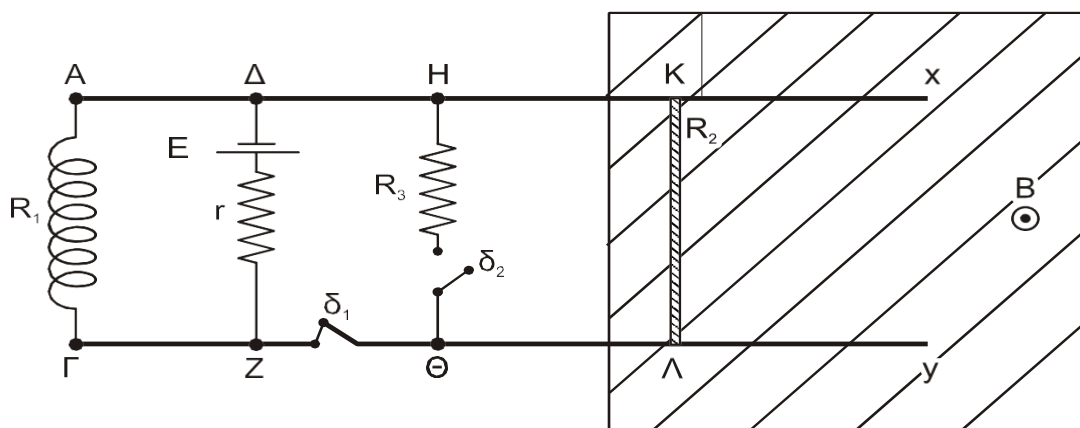
Οι δύο παράλληλοι οριζόντιοι αγωγοί, Αx και Γy του σχήματος 5, έχουν μεγάλο μήκος, αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $L = 1 \text{ m}$. Τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται με σωληνοειδές ωμικής αντίστασης $R_1 = 6 \Omega$, του οποίου ο αριθμός των σπειρών ανά μονάδα μήκους είναι $n = N/l = 200$ 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 δ_2 , ενώ μεταξύ των σημείων Ζ και Θ παρεμβάλλεται διακόπτης δ_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 δ_1 είναι κλειστός και ο διακόπτης δ_2 ανοιχτός. 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 . **Μονάδες 6**

Γ2. Να υπολογίσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσον του άξονα του σωληνοειδούς. Θεωρείστε πως τα δύο μαγνητικά πεδία δεν αλληλεπιδρούν. **Μονάδες 6**

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ κλείνουμε τον διακόπτη δ_2 και ανοίγουμε τον διακόπτη δ_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 $a = 4 \, \text{m/s}^2$ 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 .

Μονάδες 7

Γ4. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που πέρασε από μία διατομή του αγωγού, ΚΛ στο χρονικό διάστημα από $t_0 = 0$ έως $t_1 = 1 \, \text{s}$. **Μονάδες 6**

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

Δίνεται $K_{\text{μαγ}} = 10^{-7} \, \text{N/A}^2$

