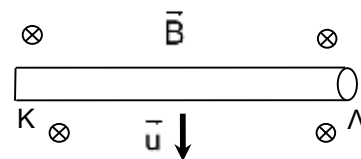


Επαγωγή – Κινούμενος αγωγός

Διαβάζουμε τις παραγράφους: 5.3 έως 5.5

1) Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές οριζόντιου μαγνητικού πεδίου $\vec{B}$. Αφήνουμε τον αγωγό ελεύθερο να πέσει. **Ποια πρόταση είναι σωστή;**

- Θα έχουμε περίσσεια θετικών φορτίων στο άκρο Κ.
- Θα έχουμε περίσσεια θετικών φορτίων στο άκρο Λ.
- Θα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, με φορά από το Κ→Λ.
- Θα διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, με φορά από το Λ→Κ.



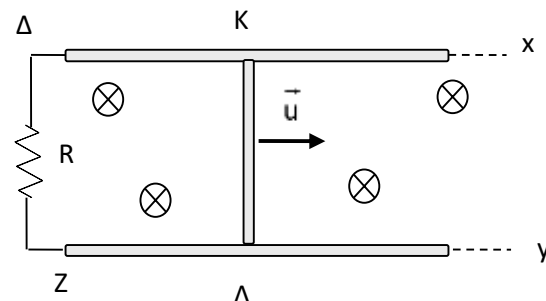
2) Ο ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ του σχήματος, μήκους ℓ και ωμικής αντίστασης R , κινείται με σταθερή ταχύτητα $\vec{u}$ κατά μήκος των οριζόντιων αγωγών Δx και $Z y$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και γιατί;

α. Η διαφορά δυναμικού στα άκρα του αγωγού ΚΛ είναι $V_{KL} = \frac{Blu}{2}$.

β. Στον αγωγό ΚΛ ασκείται δύναμη Laplace ομόρροπη της ταχύτητας του $\vec{u}$

γ. Στον αγωγό ΚΛ πρέπει να ασκούμε εξωτερική δύναμη για να κινείται με σταθερή ταχύτητα

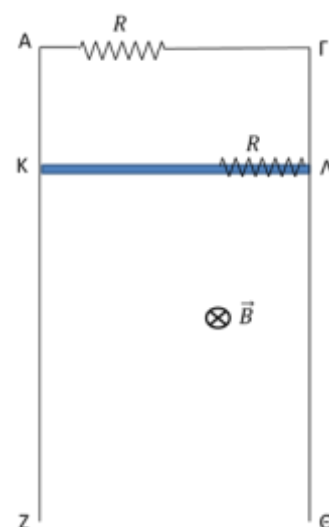
δ. Στον αγωγό ΚΛ πρέπει να προσφέρουμε ενέργεια με ρυθμό $P = \frac{B^2 l^2 u^2}{2R}$ για να κινείται με σταθερή ταχύτητα.



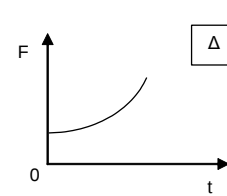
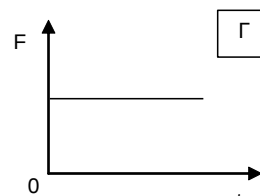
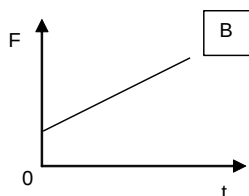
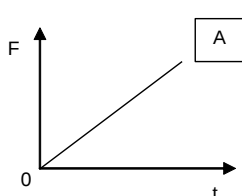
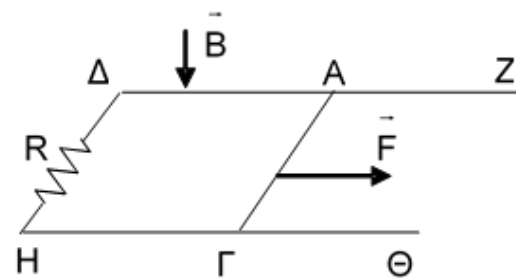
3) Οι αγωγοί ΑΖ και ΓΘ της διάταξης του διπλανού σχήματος είναι κατακόρυφοι, έχουν αμελητέα ωμική αντίσταση και απέχουν απόσταση ℓ . Μεταξύ των Α και Γ συνδέεται ωμική αντίσταση R . Ο αγωγός ΚΛ είναι οριζόντιος, έχει μήκος ℓ , μάζα m και ωμική αντίσταση R . Όλη η διάταξη βρίσκεται σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $\vec{B}$. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές, με τα άκρα του συνεχώς σε επαφή με τους αγωγούς ΑΖ και ΓΘ, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος. Ο αγωγός ΚΛ συγκρατείται ακίνητος και τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$ αφήνεται να κινηθεί οπότε, κάποια χρονική στιγμή, αποκτά οριακή ταχύτητα $\vec{u}_{op}$, της οποίας το μέτρο είναι ίσο με:

(α) $u_{op} = \frac{2mgR}{B^2 \cdot \ell^2}$ (β) $u_{op} = \frac{mgR}{B^2 \cdot \ell^2}$ (γ) $u_{op} = \frac{mgR}{2B^2 \cdot \ell^2}$

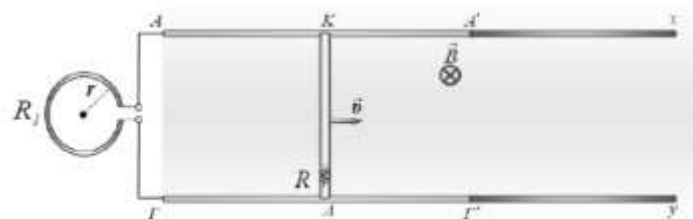
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



4) Δύο παράλληλα οριζόντια σύρματα ΔΖ, ΗΘ με αμελητέα αντίσταση, ενώνονται στα Δ, Η με σύρμα αντίστασης R . Πάνω στα σύρματα ΔΖ και ΗΘ τοποθετείται αγωγός ΑΓ, όπως στο σχήμα. Το επίπεδο της διάταξης είναι οριζόντιο και αυτή βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο. Ο αγωγός ΑΓ αρχικά είναι ακίνητος. Τη στιγμή $t=0$ αρχίζουμε να ασκούμε δύναμη $\vec{F}$, όπως στο σχήμα, ώστε ο αγωγός ΑΓ να ολισθαίνει με **σταθερή επιτάχυνση**. Οι τριβές είναι αμελητέες και ο αγωγός ΑΓ μετατοπίζεται παράλληλα προς τον εαυτό του, ευρισκόμενος σε επαφή συνεχώς με τα σύρματα ΔΖ και ΗΘ. Ποιο από τα παρακάτω διαγράμματα παριστάνει το μέτρο της δύναμης $\vec{F}$, συνάρτησε του χρόνου. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



5) Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ, μήκους $L=0,5\text{m}$, έχει ωμική αντίσταση $R=1\Omega$ και βρίσκεται πάνω σε δύο οριζόντιους αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς Αx και Γy. Τα τμήματα ΑΑ' και ΓΓ' των δύο οριζόντιων οδηγών **είναι λεία** ενώ τα υπόλοιπα κομμάτια τους Α'x και Γ'y **δεν είναι λεία**. Τα άκρα Α, Γ των δύο οριζόντιων οδηγών συνδέονται με μεταλλικό κυκλικό αγωγό ακτίνας $r = 2\text{cm}$ και αντίστασης $R_1=4\Omega$. Η παρακάτω διάταξη είναι τοποθετημένη πάνω σε οριζόντια επιφάνεια και μέρος της (σκιασμένη περιοχή) βρίσκεται μέσα σε κατακόρυφο, ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2\text{T}$ με φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Αρχικά ο αγωγός ΚΛ κινείται με σταθερή ταχύτητα μέτρου $u = 20\text{m/s}$ υπό την επίδραση σταθερής οριζόντιας δύναμης F μένοντας διαρκώς σε επαφή με τους δύο λείους οριζόντιους οδηγούς ΑΑ' και ΓΓ'.



Γ1. Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που αναπτύσσεται στον αγωγό ΚΛ. Μονάδες 6

Γ2. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού. Μονάδες 6

Γ3. Να υπολογίσετε το μέτρο της σταθερής οριζόντιας δύναμης F που πρέπει να ασκούμε στον αγωγό ώστε αυτός να κινείται με την παραπάνω σταθερή ταχύτητα. Μονάδες 6

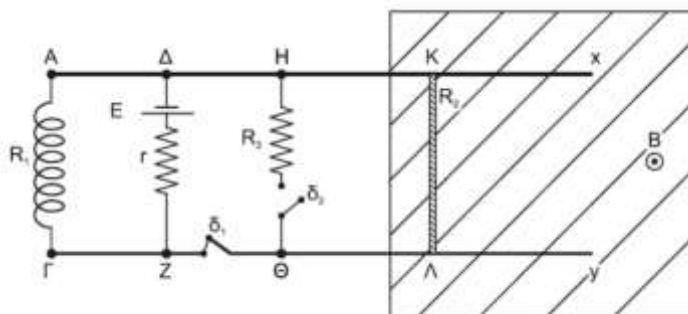
Γ4. Κάποια στιγμή ο αγωγός έρχεται σε επαφή με τα κομμάτια Α'x και Γ'y των δύο οριζόντιων οδηγών με τα οποία παρουσιάζει τριβή συνολικού μέτρου T .

Αν η ελάχιστη τιμή του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού κατά τη διάρκεια της κίνησης του αγωγού ΚΛ είναι $B'_k = 1,5\pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$ να υπολογίσετε το μέτρο της συνολικής τριβής T που παρουσιάζει ο αγωγός ΚΛ με τους δύο οριζόντιους οδηγούς (4 μονάδες) καθώς και την οριακή ταχύτητα που τελικά θα αποκτήσει ο αγωγός (3 μονάδες).

Μονάδες 7

(20V, $4\pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$, 4N, 2,5N, 7,5m/s)

6) 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 $n=N/\ell=200$ σπείρες/m. Στα σημεία Δ και Ζ των παράλληλων αγωγών



Σχήμα 5

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 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 .

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.

(4N, $16\pi \cdot 10^{-5} \text{ T}$, $F=8+t$, 0,5C)

7) Αγωγή ράβδος ΑΓ, μήκους $L = 2\text{m}$, στρέφεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B = 1\text{T}$, με σταθερή γωνιακή ταχύτητα $\omega = 20\text{rad/s}$, γύρω από άξονα που είναι κάθετος στη ράβδο. Το επίπεδο περιστροφής της ράβδου είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου όπως απεικονίζεται στα σχήματα (1) και (2).

A. Να βρεθεί το είδος του φορτίου (θετικό ή αρνητικό) που συσσωρεύεται στα άκρα Α και Γ της ράβδου, όταν ο άξονας περιστροφής διέρχεται:

- από το άκρο Α της ράβδου (σχήμα 1).
- από το μέσον Ο της ράβδου (σχήμα 2).

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

B. Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις να βρεθεί η διαφορά δυναμικού $\Delta V = V_A - V_\Gamma$ που αναπτύσσεται, λόγω επαγωγής, μεταξύ των άκρων της ράβδου.

(40V, 0)

8) Στο διπλανό σχήμα η ράβδος ΟΚΛ αποτελείται από δύο τμήματα ενωμένα σταθερά μεταξύ τους. Το τμήμα ΟΚ είναι πλαστικό και έχει μήκος r , ενώ το τμήμα ΚΛ είναι μεταλλικό και έχει μήκος ℓ . Η ράβδος ΟΚΛ περιστρέφεται με σταθερή γωνιακή γύρω από το άκρο της Ο, κάθετα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης $\vec{B}$ όπως φαίνεται στο σχήμα. Η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στο τμήμα ΚΛ είναι ίση με:

- $E_{επ} = B\ell^2\omega/2$
- $E_{επ} = B\ell(\ell + 2r)\omega/2$
- $E_{επ} = Br(2\ell + r)\omega/2$

A. Να επιλέξετε την ορθή απάντηση.

B. Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

