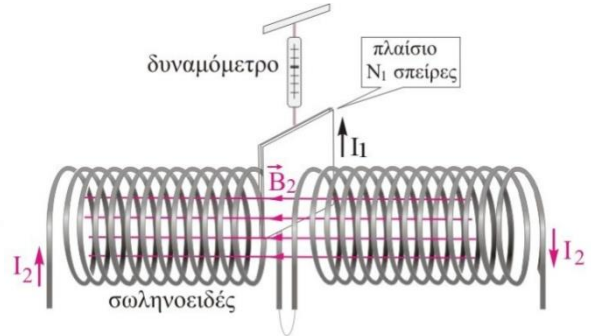


ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ – ΨΕΒ

Δ ΘΕΜΑ

1. Το σωληνοειδές του σχήματος διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I_2=10$ A και έχει $N_2/I_2=1000$ σπείρες/m. Ένα τετραγωνικό κατακόρυφο πλαίσιο μάζας m , πλευράς μήκους $l=0,05$ m, με $N_1=100$ σπείρες που διαρρέεται από ρεύμα έντασης I_1 , εξαρτάται από δυναμόμετρο και τοποθετείται στο μέσο του σωληνοειδούς, έτσι ώστε η κάτω οριζόντια πλευρά του, να βρίσκεται εντός του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς και κάθετα προς τον οριζόντιο άξονά του, ενώ η πάνω πλευρά του βρίσκεται εκτός του πεδίου. Στη θέση αυτή, το δυναμόμετρο δείχνει 2N. Αντιστρέφουμε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο, οπότε η ένδειξη του δυναμόμετρου γίνεται 6N. Να υπολογίσετε:

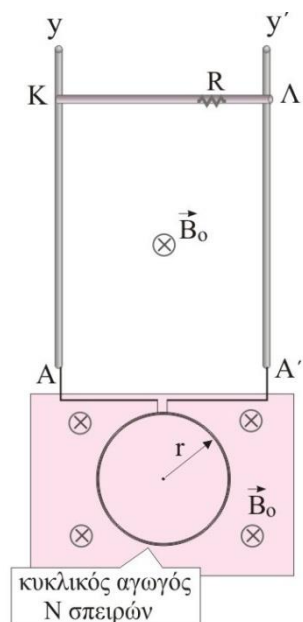


- την ένταση του μαγνητικού πεδίου του σωληνοειδούς, στο μέσο του και στα άκρα του.
- τη μάζα m του πλαισίου.
- την ένταση του ρεύματος I_1 .
- τις δυνατές ενδείξεις του δυναμόμετρου, αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο γίνει $I_1'=25/\pi$ A.
- την ένταση του ρεύματος που πρέπει να διαρρέει το πλαίσιο, ώστε το δυναμόμετρο να δείχνει μηδέν.

Δίνονται η σταθερά $k_\mu=10^{-7}$ N/A², η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10$ m/s² και ότι στο μέσον του σωληνοειδούς το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές σε όλη την έκταση μιας εγκάρσιας διατομής του.

(Απάντηση: α) $4\pi \cdot 10^{-3}$ T & $2\pi \cdot 10^{-3}$ T, β) $m=0,4$ kg, γ) $F_{\min}=3,5$ N, $F_{\max}=4,5$ N, δ) $I=200/\pi$ A)

2. Τα άκρα A και A' των μεταλλικών οδηγών είναι συνδεδεμένα με κυκλικό πλαίσιο που έχει $N=100$ σπείρες, ακτίνας $r=1/2\pi$ m και αντίστασης ανά μονάδα μήκους $R^*=0,03$ Ω/m. Στο χώρο των κατακόρυφων οδηγών καθώς και στο χώρο του κυκλικού αγωγού υπάρχει ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B_0=2$ T, κάθετο στο επίπεδό τους. Αρχικά κρατάμε τον αγωγό ΚΛ ακίνητο. Τη χρονική στιγμή $t_0=0$ αρχίζουμε να μειώνουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου μόνο στην περιοχή του κυκλικού αγωγού με σταθερό ρυθμό μέτρου, $|dB/dt|=\lambda$, μέχρι να μηδενιστεί, ενώ ταυτόχρονα αφήνουμε ελεύθερο τον αγωγό ΚΛ. Παρατηρούμε ότι ο αγωγός ΚΛ εξακολουθεί να ισορροπεί σε όλη τη χρονική διάρκεια μείωσης του μαγνητικού πεδίου και όταν αυτό μηδενιστεί ο αγωγός αρχίζει να κινείται.

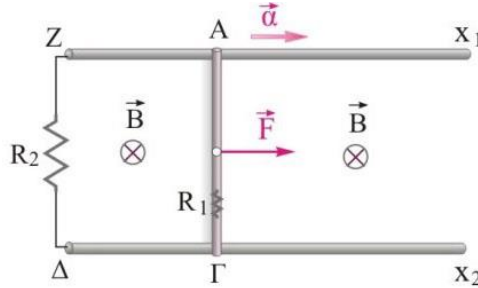


- Να προσδιορίσετε τη φορά και την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ΚΛ όταν αυτός ισορροπεί.
- Να υπολογίσετε την ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό.
- Να βρείτε το ρυθμό μείωσης του μαγνητικού πεδίου, λ , στην περιοχή του κυκλικού αγωγού.
- Να υπολογίσετε την σταθερή ταχύτητα που αποκτά τελικά ο αγωγός ΚΛ.

Δίνεται $g=10$ m/s² και ότι η Η.Ε.Δ. που αναπτύσσεται στον κυκλικό αγωγό εξαιτίας της μεταβολής της έντασης του ρεύματος σε αυτό είναι αμελητέα.

(Απάντηση: α) $I=0,1$ A, β) $E_{\text{ΗΠ}}=0,4$ V, γ) $\lambda=1,6\pi/100$ T/sec, δ) $u_{\text{ορ}}=0,4$ m/s)

3. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΑΓ μήκους $L=0,5$ m, μάζας $m=1$ kg, έχει ωμική αντίσταση $R_1=2\Omega$ και είναι ακίνητη πάνω στους οριζόντιους αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς Z_{x_1} και Δ_{x_1} . Στο χώρο υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Z, Δ συνδέονται με αντίσταση $R_2=3\Omega$. Ασκώντας κατάλληλη εξωτερική δύναμη F, τη χρονική στιγμή $t=0$, η ράβδος αρχίζει να κινείται χωρίς τριβές, με σταθερή επιτάχυνση $a=2\text{m/s}^2$, προς τα δεξιά. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση R_2 τη χρονική στιγμή $t_1=10\text{s}$ είναι $I=1\text{A}$. Να υπολογίσετε:

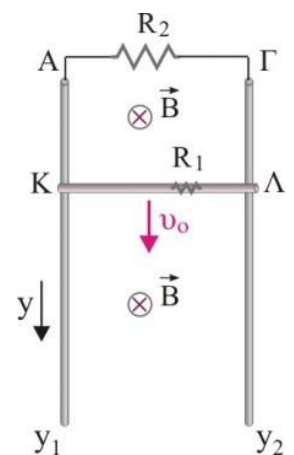


- την ένταση B του ομογενούς μαγνητικού πεδίου.
- τη σχέση της εξωτερικής δύναμη F σε συνάρτηση με το χρόνο και να την παραστήσετε γραφικά για το χρονικό διάστημα από 0s έως 10s.
- τη θερμική ισχύ στην αντίσταση R_2 τη χρονική στιγμή $t_1=10\text{s}$.
- το ρυθμό μεταβολής της κινητικής ενέργειας τη χρονική στιγμή $t_1=10\text{s}$.

(Απάντηση: α) $0,5\text{T}$, β) $F=0.025t + 2$, γ) $P=3\text{W}$, δ) $dK/dt=40\text{ J/sec}$)

4. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΚΛ μήκους $L=0,5$ m, μάζας $m=0,5\text{kg}$, έχει ωμική αντίσταση $R_1=0,1\Omega$ και συγκρατείται ακίνητη πάνω στους κατακόρυφους, αγωγίμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς A_{y_1} και Γ_{y_2} . Στο χώρο υπάρχει οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης $B=2\text{T}$, κάθετο στη ράβδο ΚΛ, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα A, Γ συνδέονται με αντίσταση $R_2=0,4\Omega$. Τη χρονική στιγμή $t=0$, εκτοξεύουμε τη ράβδο ΚΛ προς τα κάτω με αρχική ταχύτητα $v_{\text{αρχ}}=2\text{m/s}$, η οποία κινείται δεχόμενη από τους δύο οδηγούς συνολική τριβή μέτρου $T=2\text{N}$. Μετά από μετατόπιση $y=2\text{m}$, ο αγωγός αποκτά σταθερή ταχύτητα.

- Να προσδιορίσετε τη φορά και την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα αμέσως μετά την εκτόξευση της ράβδου.
- Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει η ράβδος και να βρείτε τη σταθερή (οριακή) ταχύτητα $v_{\text{ορ}}$, που θα αποκτήσει ο αγωγός.
- Να υπολογίσετε τη θερμική ενέργεια που εκλύθηκε στους ωμικούς αντιστάτες μέχρι τη στιγμή που η ράβδος αποκτάει την οριακή ταχύτητα.
- Να υπολογίσετε το ρυθμό μεταβολής της δυναμικής ενέργειας τη χρονική στιγμή t_1 , που η δύναμη Laplace ισούται με $3,5\text{N}$.
- Να υπολογίσετε τη διαφορά δυναμικού στην αντίσταση R_2 , τη χρονική στιγμή t_1 .



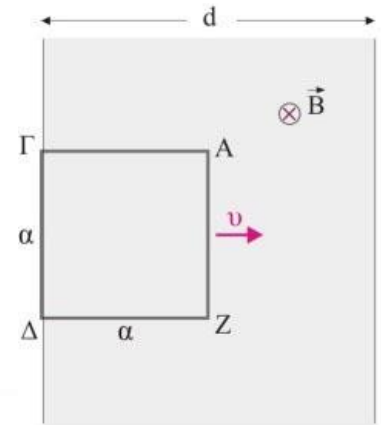
Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας $g=10\text{ m/s}^2$.

(Απάντηση: α) $I=4\text{ A}$, β) $1,5\text{m/s}$, γ) $Q=6,4375\text{J}$, δ) $dU/dt=-8,75\text{ J/s}$, ε) $V=1,4\text{V}$)

5. Το οριζόντιο τετραγωνικό συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ του σχήματος, έχει πλευρά $a=0,5$ m και αντίσταση σε κάθε πλευρά του $R = 5\Omega$. Το πλαίσιο, τη χρονική στιγμή $t=0$, βρίσκεται στη θέση του σχήματος κινούμενο με σταθερή ταχύτητα $v=0,5$ m/s μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο που έχει ένταση $B=2$ T και πλάτος $d=1$ m.

α) Να γράψετε τους μαθηματικούς τύπους της μαγνητικής ροής που διέρχεται από το πλαίσιο και να κατασκευάσετε το διάγραμμά της σε συνάρτηση με το χρόνο, σε αριθμημένους άξονες, μέχρι τη χρονική στιγμή που το πλαίσιο εξέρχεται ολόκληρο από το μαγνητικό πεδίο.

β) Να κατασκευάσετε σε αριθμημένους άξονες το διάγραμμα της τάσης από επαγωγή που δημιουργείται στο πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο, μέχρι την χρονική στιγμή που το πλαίσιο εξέρχεται ολόκληρο από το μαγνητικό πεδίο.



Για τη χρονική στιγμή $t=1,25$ s να υπολογίσετε:

γ) το μέτρο της δύναμης Laplace που ασκείται στο πλαίσιο και να τη σχεδιάσετε.

δ) την ηλεκτρική ισχύ που μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση της πλευράς ΑΖ.

ε) τον ρυθμό με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια στο πλαίσιο για να εξέρχεται αυτό με σταθερή ταχύτητα από το μαγνητικό πεδίο.

(Απάντηση: γ) $2,4 \cdot 10^{-2}$, δ) $3,125 \cdot 10^{-3}$ W , ε) $1,25 \cdot 10^{-2}$ J/s)