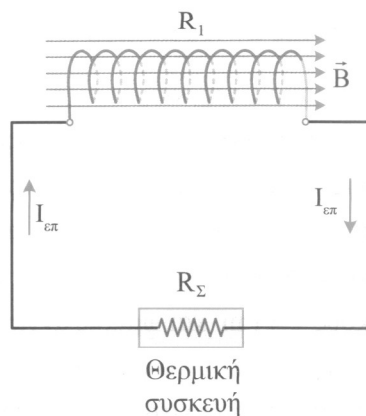


1

Το σωληνοειδές του διπλανού σχήματος έχει μήκος $\ell = 0,4 \text{ m}$, ωμική αντίσταση $R_1 = 2 \ \Omega$ και βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο με τον άξονά του παράλληλο προς τις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Το σωληνοειδές αποτελείται από $N = 1.000$ σπείρες εμβαδού $A = 10^{-2} \text{ m}^2$ η καθεμία και τα άκρα του είναι συνδεδεμένα με θερμική συσκευή που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας $P_K = 2 \text{ W}$ και $V_K = 4 \text{ V}$. Το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό, οπότε η θερμική συσκευή διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα σταθερής έντασης $I_{\text{επ}} = 0,4 \text{ A}$, του οποίου η φορά φαίνεται στο διπλανό σχήμα.



α. Να υπολογίσετε την ωμική αντίσταση της θερμικής συσκευής και να αποδείξετε ότι η θερμική συσκευή δεν λειτουργεί κανονικά.

β. Να αποδείξετε ότι το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το σωληνοειδές αυξάνεται.

γ. Να υπολογίσετε τον ρυθμό μεταβολής του μέτρου της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το σωληνοειδές.

δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές στο κέντρο του, εξαιτίας του επαγωγικού ρεύματος που το διαρρέει.

ε. Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού με τον οποίο θα έπρεπε να αυξάνεται το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το σωληνοειδές, ώστε η θερμική συσκευή να λειτουργεί κανονικά.

Δίνεται η μαγνητική διαπερατότητα του κενού: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$

2

Το κατακόρυφο αγώγιμο κυκλικό πλαίσιο του ακόλουθου σχήματος έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 4 \ \Omega$ και αποτελείται από $N = 50$ σπείρες ακτίνας $a = \left(\frac{1}{\sqrt{\pi}}\right) \text{ m}$ η καθεμία. Το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο (1), του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες στο επίπεδό του. Το μέτρο της έντασης \vec{B}_1 του μαγνητικού πεδίου (1) αυξάνεται με σταθερό ρυθμό $\frac{dB_1}{dt} = +0,2 \text{ T/s}$.

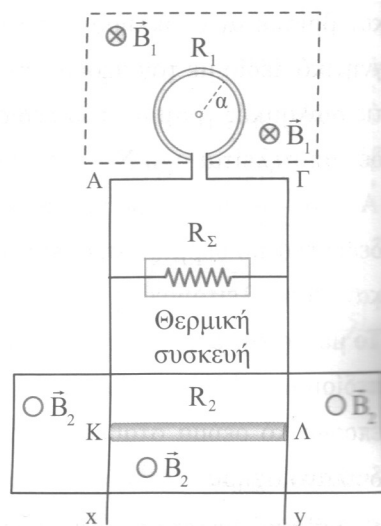
Στα άκρα του κυκλικού πλαισίου έχουμε συνδέσει, παράλληλα μεταξύ τους, μια θερμική συσκευή με χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $P_K = 10 \text{ W}$ και $V_K = 10 \text{ V}$ και έναν οριζόντιο ευθύγραμμο αγωγό ΚΛ μάζας $m = 0,04 \text{ kg}$, μήκους $\ell = 1 \text{ m}$ και ωμικής αντίστασης $R_2 = 15 \Omega$. Ο αγωγός ΚΛ μπορεί να κινείται, χωρίς τριβές, επάνω σε δύο κατακόρυφα ευθύγραμμα αγωγιμα σύρματα Αχ και Γγ αμελητέας ωμικής αντίστασης, παραμένοντας συνεχώς οριζόντιος και με τα άκρα του σε συνεχή επαφή με αυτά.

Ο αγωγός ΚΛ βρίσκεται ολόκληρος μέσα σε άλλο οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο (2)

έντασης \vec{B}_2 , του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες σε αυτόν και έχουν άγνωστη φορά. Ο αγωγός ΚΛ διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα σταθερής έντασης και ισορροπεί ακίνητος, χωρίς να συγκρατείται.

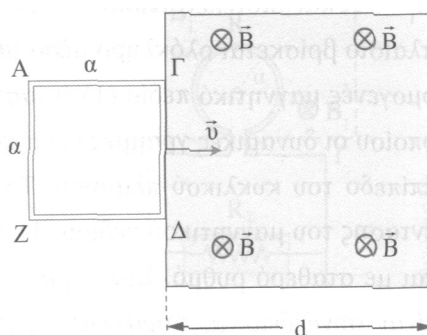
- Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο και να υπολογίσετε την έντασή του.
- Να αποδείξετε ότι η θερμική συσκευή δεν λειτουργεί κανονικά και να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει.
- Να σχεδιάσετε τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου (2) και να υπολογίσετε το μέτρο της έντασής του.
- Να υπολογίσετε το μέτρο του ρυθμού με τον οποίο πρέπει να αυξάνεται το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου (1), ώστε η θερμική συσκευή να λειτουργεί κανονικά.

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



3

Τετράγωνο αγωγίμο πλαίσιο ΑΓΔΖ πλευράς $a = 0,5 \text{ m}$ και ωμικής αντίστασης $R = 2 \Omega$ κινείται επάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο με σταθερή ταχύτητα \vec{v} , μέτρου $v = 2 \text{ m/s}$. Το πλαίσιο αρχίζει τη χρονική στιγμή $t = 0$ να εισέρχεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 2 \text{ T}$. Το εύρος του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στη διεύθυνση κίνησης του πλαισίου είναι $d = 1 \text{ m}$ και οι δυναμικές γραμμές του είναι κάθετες στο επίπεδο και την ταχύτητα του πλαισίου. Το πλαίσιο στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή $t = 0$ στην οποία αρχίζει να εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο μέχρι τη χρονική στιγμή στην οποία ολοκληρώνεται η έξοδός του από αυτό κινείται συνεχώς με σταθερή ταχύτητα \vec{v} .

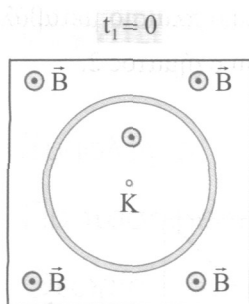


- α. Να παραστήσετε γραφικά τη μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια του πλαισίου από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή στην οποία ολοκληρώνεται η έξοδος του πλαισίου από το ομογενές μαγνητικό πεδίο.
- β. Να παραστήσετε γραφικά την ηλεκτρεγερτική δύναμη από επαγωγή που αναπτύσσεται στο πλαίσιο από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή στην οποία ολοκληρώνεται η έξοδος του πλαισίου από το ομογενές μαγνητικό πεδίο.
- γ. Να παραστήσετε γραφικά την ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή στην οποία ολοκληρώνεται η έξοδος του πλαισίου από το ομογενές μαγνητικό πεδίο.
- δ. Να υπολογίσετε το μέτρο της εξωτερικής δύναμης που πρέπει να ασκείται στο πλαίσιο, παράλληλα προς τις πλευρές ΑΓ, ΔΖ, ώστε από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή στην οποία ολοκληρώνεται η έξοδος του από το ομογενές μαγνητικό πεδίο να κινείται με σταθερή ταχύτητα.
- ε. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που διέρχεται από μια διατομή του αγωγού του πλαισίου από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή στην οποία ολοκληρώνεται η έξοδος του πλαισίου από το ομογενές μαγνητικό πεδίο.

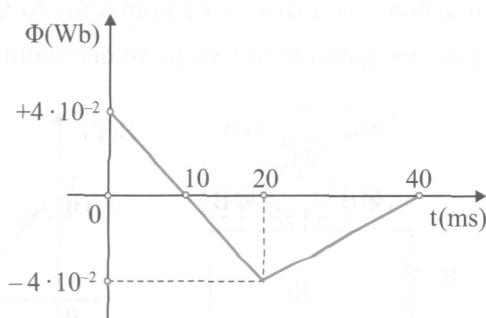
4

Το ακλόνητο κυκλικό αγωγίμο πλαίσιο του ακόλουθου σχήματος 1 αποτελείται από $N = 10$ σπείρες και έχει ωμική αντίσταση $R = 10 \Omega$. Το κυκλικό πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο, του οποίου η ένταση \vec{B} μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τον χρόνο. Οι μαγνητικές γραμμές του ομογενούς μαγνητικού πεδίου είναι κάθετες στο επίπεδο του πλαισίου και τη χρονική στιγμή $t = 0$ έχουν φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.

Στο διάγραμμα του σχήματος 2 απεικονίζεται η γραφική παράσταση της μαγνητικής ροής που διέρχεται από μια σπείρα του πλαισίου σε συνάρτηση με τον χρόνο.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

- α. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης από επαγωγή που αναπτύσσεται στο κυκλικό πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 40$ ms.
- β. Να σχεδιάσετε τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t_1 = 15$ ms.
- γ. Να υπολογίσετε το επαγωγικό φορτίο που μετατοπίζεται στο κυκλικό πλαίσιο από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 40$ ms.

δ. Να υπολογίσετε το πλήθος των ελεύθερων ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του αγωγού του κυκλικού πλαισίου από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 40$ ms.

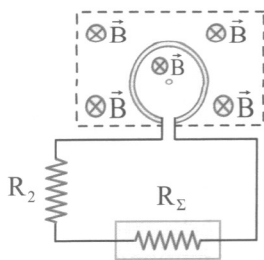
ε. Να υπολογίσετε το ποσό θερμότητας που εκλύεται από το κυκλικό πλαίσιο προς το περιβάλλον, λόγω φαινομένου Joule, από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 40$ ms.

Δίνεται το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

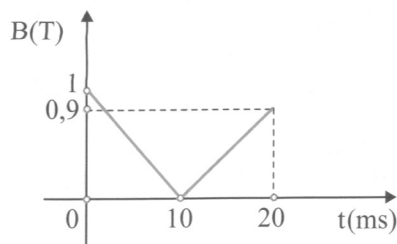
5

Το οριζόντιο κυκλικό, αγωγίμο πλαίσιο του σχήματος 1 έχει ωμική αντίσταση $R_1 = 10 \Omega$ και αποτελείται από $N = 4$ σπείρες εμβαδού $A = 25 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ η καθεμία. Το πλαίσιο βρίσκεται ολόκληρο μέσα σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} , του οποίου οι δυναμικές γραμμές έχουν σταθερή φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.

Στα άκρα του κυκλικού πλαισίου έχουμε συνδέσει, σε σειρά μεταξύ τους, έναν αντιστάτη ωμικής αντίστασης $R_2 = 20 \Omega$ και μια θερμική συσκευή με χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας $P_K = 80 \text{ W}$ και $V_K = 40 \text{ V}$. Το μέτρο της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου μέσα στο οποίο βρίσκεται το κυκλικό πλαίσιο μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τον χρόνο σύμφωνα με το διάγραμμα του σχήματος 2.



Σχήμα 1



Σχήμα 2

- α. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της ηλεκτρεγερτικής δύναμης από επαγωγή που αναπτύσσεται στο κυκλικό πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 20$ ms.
- β. Να σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες τη γραφική παράσταση της έντασης του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο σε συνάρτηση με τον χρόνο, από τη χρονική στιγμή $t = 0$ έως τη χρονική στιγμή $t = 20$ ms.
- γ. Να εξετάσετε σε ποιο από τα χρονικά διαστήματα $\Delta t_1 = (10 - 0)$ ms και $\Delta t_2 = (20 - 10)$ ms, η θερμική συσκευή λειτουργεί κανονικά.
- δ. Να υπολογίσετε την ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνει ο αντιστάτης R_2 τη χρονική στιγμή $t_1 = 5$ ms.
- ε. Να σχεδιάσετε στο σχήμα 1 τη φορά του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το κυκλικό πλαίσιο τη χρονική στιγμή $t_1 = 5$ ms.