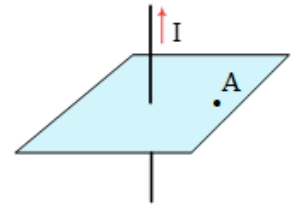


## ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΣ – ΨΕΒ

## Γ ΘΕΜΑ

1. Ένας ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου (απείρου) μήκους διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης  $I$  και από μια διατομή του σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 0,2$  s διέρχεται φορτίο  $q = 0,4$  C. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε ένα σημείο A που απέχει  $r$  από τον αγωγό είναι  $B = 10^{-5}$  T.



α) Να σχεδιάσετε την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο σημείο αυτό.

β) Να βρείτε την απόσταση  $r$  του σημείου A από τον αγωγό.

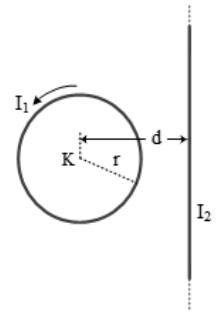
Αντιστρέφουμε τη φορά του ρεύματος.

γ) Να βρείτε το μέτρο της μεταβολής της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο σημείο A.

δ) Να βρείτε την μεταβολή του μέτρου της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο ίδιο σημείο .

Δίνεται  $k_\mu = 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>.

2. Ένας κυκλικός αγωγός ακτίνας  $r = 2\pi$  cm και ένας ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο με το κέντρο του κυκλικού αγωγού, K, να απέχει από τον ευθύγραμμο αγωγό  $d$  που είναι απόσταση μικρότερη από το μήκος της περιφέρειας του κυκλικού αγωγού. Οι αγωγοί διαρρέονται από ρεύματα έντασης  $I_1$  και  $I_2$  αντίστοιχα, με  $I_2 = 12\pi$  A. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν οι δύο ρευματοφόροι αγωγοί στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού ισούται με  $4 \cdot 10^{-5}$  T και αν διακόψουμε το ρεύμα σε οποιονδήποτε αγωγό το μέτρο της έντασης μειώνεται χωρίς να μεταβληθεί η φορά της. Ο ένας αγωγός δημιουργεί στο κέντρο του κυκλικού αγωγού, K, μαγνητικό πεδίο τριπλάσιου μέτρου από τον άλλον.



α) Να σχεδιάσετε τη φορά του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό δικαιολογώντας την απάντησή σας.

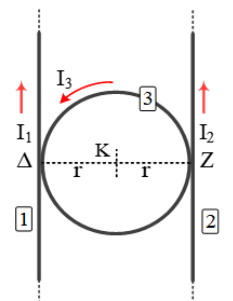
β) Να βρείτε τις πιθανές τιμές των μέτρων των εντάσεων των μαγνητικών πεδίων που δημιουργούν οι ρευματοφόροι αγωγοί στο κέντρο του κύκλου.

γ) Να υπολογίσετε την απόσταση  $d$  μεταξύ του κέντρου K του κυκλικού αγωγού και του ευθύγραμμου αγωγού.

δ) Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος  $I_1$ .

Δίνεται ότι  $k_\mu = 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>.

3. Ένας ηλεκτρικά μονωμένος κυκλικός αγωγός (3) ακτίνας  $r$  διαρρέεται από ρεύμα έντασης  $I_3 = \frac{3}{\pi}$  A και εφάπτεται στα αντιδιαμετρικά μεταξύ τους σημεία Δ και Z με δύο ηλεκτρικά μονωμένους ευθύγραμμους αγωγούς μεγάλου μήκους. Οι τρεις αγωγοί βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Οι δύο ευθύγραμμοι αγωγοί διαρρέονται από ίσα ρεύματα,  $I_1 = I_2 = 2$  A, αρχικά ίδιας φοράς και το συνολικό μαγνητικό πεδίο στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού έχει ένταση μέτρου  $B = 3 \cdot 10^{-5}$  T.



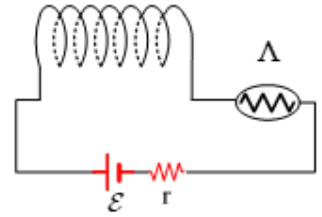
α) Να υπολογίσετε την απόσταση μεταξύ των δύο ευθύγραμμων αγωγών.

β) Περιστρέφουμε τον αγωγό (2) δεξιόστροφα ως προς τον άξονα που συμπίπτει με την ευθεία ΔZ κατά  $90^\circ$ , ώστε να γίνει κάθετος στο επίπεδο των άλλων δύο χωρίς να αλλάξουμε κάποιο ρεύμα (η κατεύθυνση του ρεύματος έντασης  $I_2$  γίνεται από τα μάτια του αναγνώστη προς τη σελίδα). Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K.

γ) Περιστρέφουμε τον αγωγό (2) ακόμη  $90^\circ$ , ώστε να επανέλθει στο αρχικό επίπεδο αλλά η φορά του ρεύματος να γίνει αντίθετη από την αρχική του, δηλαδή από πάνω προς τα κάτω. Να υπολογίσετε εκ νέου την ένταση του μαγνητικού πεδίου, στο κέντρο K του κυκλικού αγωγού.

Δίνεται ότι  $k_\mu = 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>.

4. Ένα σωληνοειδές με  $N_1 = 1000$  σπείρες και μήκος  $\ell_1 = 1$  m έχει αντίσταση  $R_1 = 8\Omega$ . Συνδέουμε το σωληνοειδές σε σειρά με λαμπτήρα που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας «12V, 48W» και στα άκρα της συνδεσμολογίας αυτής συνδέουμε μια ηλεκτρική πηγή που έχει ΗΕΔ,  $\mathcal{E} = 48$  V και εσωτερική αντίσταση  $r$ . Ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.



α) Να βρείτε την αντίσταση του λαμπτήρα.

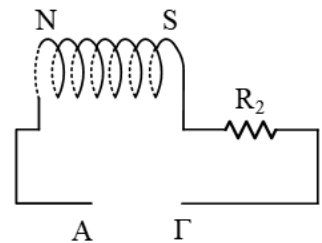
β) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

Κόβουμε στη μέση το σωληνοειδές και τοποθετούμε στη θέση του αρχικού το ένα από τα δύο κομμάτια που προέκυψαν.

γ) Να βρείτε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στα άκρα του νέου σωληνοειδούς.

δ) Να εξετάσετε τι θα συμβεί με την λειτουργία του λαμπτήρα.

5. Το σωληνοειδές του διπλανού κυκλώματος έχει μήκος  $\ell = 1$  m, αποτελείται από  $N = 500$  σπείρες, έχει αντίσταση  $R_1 = 3\Omega$  και είναι συνδεδεμένο σε σειρά με αντιστάτη που έχει αντίσταση  $R_2 = 2\Omega$ . Το κύκλωμα τροφοδοτείται από ηλεκτρική πηγή (δεν έχει σχεδιαστεί) που έχει ΗΕΔ  $\mathcal{E}$  και εσωτερική αντίσταση  $r = 1\Omega$ . Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς έχει μέτρο  $B = \pi \cdot 10^{-3}$  T. Στο σχήμα έχει σχεδιαστεί ο βόρειος (N) και ο νότιος (S) πόλος του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί το σωληνοειδές.



α) Να σχεδιάσετε την πηγή στα άκρα A και Γ του κυκλώματος.

β) Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της πηγής.

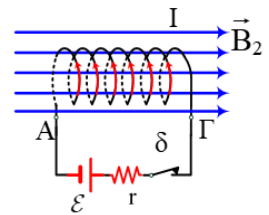
Συνδέουμε έναν αντιστάτη με αντίσταση  $R_3 = 6 \Omega$  παράλληλα στο σωληνοειδές.

γ) Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στο κέντρο του σωληνοειδούς.

δ) Να υπολογίσετε τη θερμική ισχύ που αναπτύσσεται στο σωληνοειδές.

Δίνεται:  $k_\mu = 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>.

6. Το σωληνοειδές του διπλανού σχήματος έχει μήκος  $\ell = 0,4$  m, αποτελείται από  $N = 800$  σπείρες και βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο εξωτερικό ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_2$ . Οι μαγνητικές γραμμές του πεδίου αυτού είναι παράλληλες στον άξονα του σωληνοειδούς και κάθετες στο επίπεδο των σπειρών. Τα άκρα A και Γ του σωληνοειδούς είναι συνδεδεμένα μέσω διακόπτη με ηλεκτρική πηγή που έχει ΗΕΔ  $\mathcal{E} = 20$  V και εσωτερική αντίσταση  $r = 2\Omega$ . Όταν κλείσουμε τον διακόπτη η ένταση του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του σωληνοειδούς γίνεται ίση με μηδέν, ενώ αν αντιστρέψουμε την πολικότητα της ηλεκτρικής πηγής, το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο ίδιο σημείο γίνεται ίσο με  $B_K = 16\pi \cdot 10^{-4}$  T.



α) Να υπολογίσετε το μέτρο  $B_2$  της έντασης του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου.

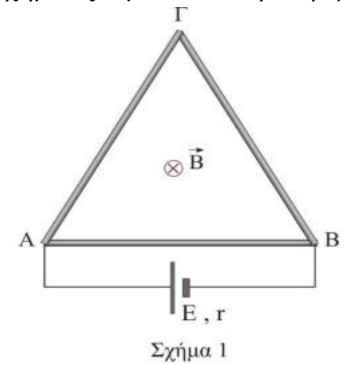
β) Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το σωληνοειδές.

γ) Να βρείτε την θερμική ισχύ που δαπανά το σωληνοειδές.

δ) Στρέφουμε το σωληνοειδές από την αρχική θέση δεξιόστροφα κατά  $120^\circ$ , γύρω από νοητό οριζόντιο άξονα που περνά από το κέντρο K, χωρίς ν' ανοίξουμε το διακόπτη. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του συνολικού μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του σωληνοειδούς.

Δίνεται:  $k_\mu = 10^{-7}$  N/A<sup>2</sup>.

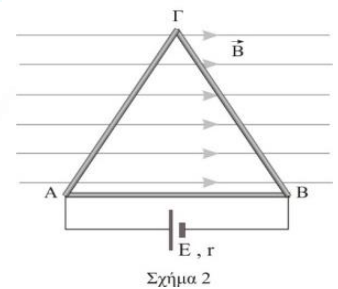
7. Με αγώγιμο άκαμπτο σύρμα μήκους  $0,6\text{m}$  , που παρουσιάζει αντίσταση  $9\Omega$ , σχηματίζουμε ισόπλευρο τρίγωνο  $AB\Gamma$ . Στα άκρα  $A$  και  $B$  συνδέουμε με αγωγούς αμελητέας αντίστασης, πηγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης  $E=6\text{V}$  και εσωτερικής αντίστασης  $r=1\Omega$ . Τοποθετούμε το τρίγωνο εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης  $B=0,3\text{T}$ , με τρόπο που το επίπεδό του να είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές του. (Σχήμα 1)



A1) Να υπολογίσετε τις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν κάθε πλευρά του τριγώνου.

A2) Να υπολογίσετε τη δύναμη Laplace που δέχεται κάθε πλευρά του τριγώνου, καθώς και τη συνισταμένη αυτών (διεύθυνση, φορά, μέτρο).

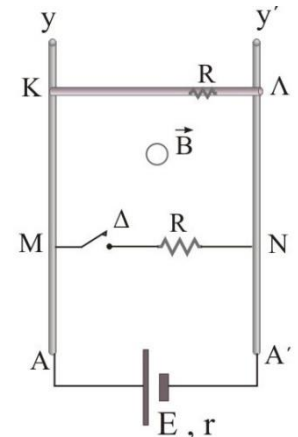
Στρέφουμε το μαγνητικό πεδίο κατά  $90^\circ$ , έτσι ώστε η πλευρά  $AB$  και το επίπεδο του τριγώνου να είναι παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου. (Σχήμα 2)



B1) Να υπολογίσετε τη συνισταμένη δύναμη Laplace που δέχεται το τρίγωνο  $AB\Gamma$  από το μαγνητικό πεδίο.

B2) Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης ροπής, που δέχεται το τρίγωνο  $AB\Gamma$  από το μαγνητικό πεδίο.

8. Στο κύκλωμα του σχήματος, οι κατακόρυφοι μεταλλικοί οδηγοί  $Ay$  και  $A'y'$  έχουν αμελητέα αντίσταση, με τα άκρα τους  $A$  και  $A'$  να συνδέονται με πηγή Η.Ε.Δ.  $E=12\text{V}$  και εσωτερικής αντίστασης  $r=1\Omega$ . Τα σημεία  $M$  και  $N$  είναι γεφυρωμένα με σύρμα αντίστασης  $R=2\Omega$  μέσω διακόπτη  $\Delta$ , ο οποίος είναι αρχικά ανοικτός. Η ράβδος  $KL$  έχει μάζα  $m = 0,1\text{ kg}$  , μήκος  $\ell = 0,2\text{ m}$  , αντίσταση  $R=2\Omega$  και μπορεί να κινείται χωρίς τριβές πάνω στους  $Ay$  και  $A'y'$  επαπτόμενη διαρκώς σε αυτούς. Το επίπεδο των  $Ay$  και  $A'y'$  βρίσκεται εντός οριζώντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης  $\vec{B}$  , του οποίου οι δυναμικές γραμμές είναι κάθετες σε αυτό. Ο αγωγός  $KL$  ισορροπεί.



A1) Να προσδιορίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

A2) Να προσδιορίσετε τη φορά των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου και να υπολογίστε το μέτρο της έντασής του.

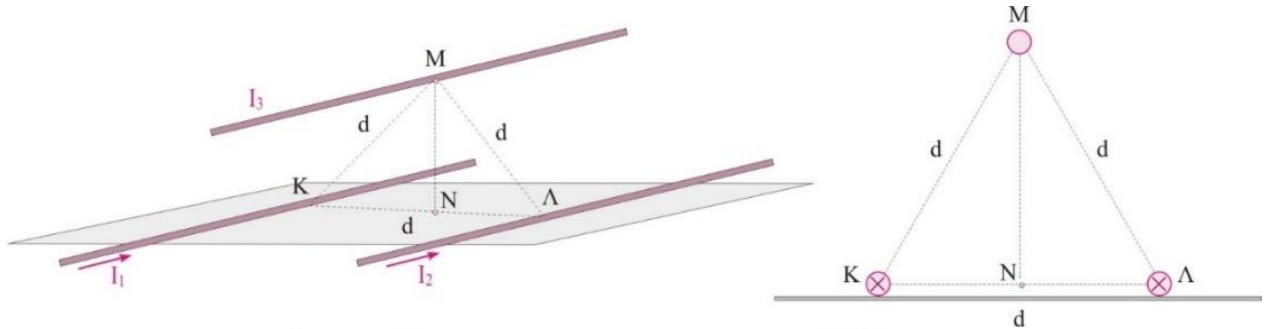
Κλείνουμε το διακόπτη  $\Delta$ .

B1) Να προσδιορίσετε την αρχική επιτάχυνση που αποκτά η ράβδος  $KL$  (φορά και μέτρο) .

B2) Να υπολογίσετε την Η.Ε.Δ.  $E'$  , με την οποία θα έπρεπε να αντικαταστήσουμε την συνδεδεμένη πηγή, ώστε η ράβδος  $KL$  να παραμείνει ακίνητη, αν γνωρίζουμε ότι η νέα πηγή έχει εσωτερική αντίσταση  $r' = 2\Omega$  .

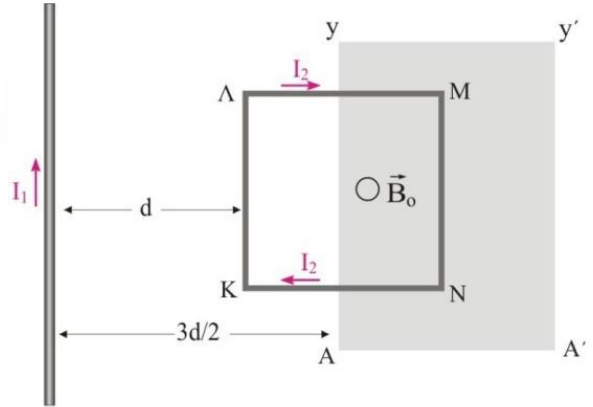
Δίνεται  $g=10\text{m/s}^2$

9. Τρεις παράλληλοι άκαμπτοι αγωγοί πολύ μεγάλου μήκους, (1), (2), (3), είναι τοποθετημένοι έτσι, ώστε οι (1) και (2) να είναι ακλόνητοι στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο, διαρρέομενοι από ομόρροπα ρεύματα  $I_1 = 200 \text{ A}$  και  $I_2$ . Ο αγωγός (3) αιωρείται και ισορροπεί λόγω του βάρους του και των δυνάμεων που δέχεται από τους άλλους δύο. Η εγκάρσια τομή των τριών αγωγών, σχηματίζει ισόπλευρο τρίγωνο πλευράς  $d = 0,1 \text{ m}$ .



Η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι  $g=10\text{m/s}^2$  η πυκνότητα του αγωγού (3) είναι  $\rho = 4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ , το εμβαδό διατομής του είναι  $S = \sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$  και η σταθερά.

- Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος  $I_2$ .
  - Να υπολογίσετε την ένταση και τη φορά του ρεύματος  $I_3$ .
  - Να υπολογίσετε τη δύναμη ανά μονάδα μήκους που δέχεται ο αγωγός (1) από τους άλλους δύο.
  - Αν τοποθετήσουμε στο μέσο N της ΚΛ, μια μικρή μαγνητική βελόνα, που μπορεί να περιστρέφεται χωρίς τριβές γύρω από κατακόρυφο άξονα, πώς θα προσανατολισθεί αυτή;
10. Στο σχήμα απεικονίζονται ένας ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους που διαρρέεται από σταθερό ρεύμα έντασης  $I_1=20 \text{ A}$  και σε απόσταση  $d=0,1 \text{ m}$  ένα τετραγωνικό πλαίσιο ΚΛΜΝ, ομοεπίπεδο με τον ευθύγραμμο αγωγό. Ο αγωγός και το πλαίσιο βρίσκονται πάνω σε λείο οριζόντιο επίπεδο. Το πλαίσιο έχει πλευρά μήκους  $\ell = 0,1 \text{ m}$ , μάζα  $m = 0,1 \text{ kg}$  και διαρρέεται με ρεύμα έντασης  $I_2 = 10 \text{ A}$ , με φορά ίδια με αυτήν των δεικτών του ρολογιού. Στην περιοχή που ορίζουν οι ευθείες Αy και Α'y' υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $\vec{B}_0$ . Το πλαίσιο ισορροπεί λόγω των δυνάμεων που δέχεται από τον ευθύγραμμο αγωγό και το μαγνητικό πεδίο  $\vec{B}_0$  ενώ ο ευθύγραμμος κρατιέται ακίνητος από εμάς.



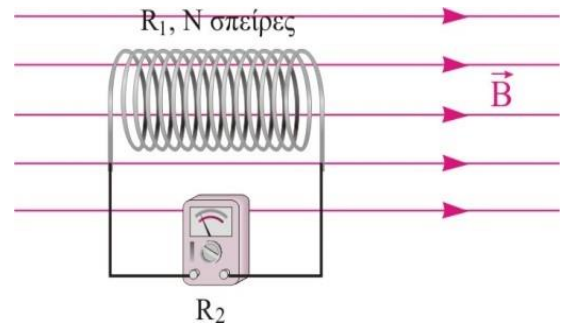
- Να υπολογίσετε τις δυνάμεις που δέχονται οι πλευρές ΚΛ και ΜΝ από τον ευθύγραμμο αγωγό, καθώς και τη δύναμη που δέχεται ο ευθύγραμμος αγωγός από το πλαίσιο.
- Να προσδιορίσετε την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}_0$  καθώς και το μέτρο της έντασής του.

Διπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον ευθύγραμμο αγωγό.

- Να προσδιορίσετε προς ποια κατεύθυνση θα κινηθεί το πλαίσιο και το μέτρο της αρχικής του επιτάχυνσης.
- Να υπολογίσετε τη δύναμη που δέχεται το πλαίσιο, τη στιγμή που εξέρχεται του μαγνητικού πεδίου  $\vec{B}_0$ . Δίνεται η σταθερά  $k_\mu = 10^{-7} \text{ N/A}^2$ .

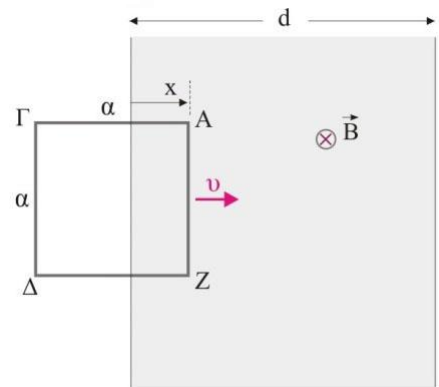
11. Ένα πηνίο έχει  $N = 500$  σπείρες, αντίσταση  $R_1 = 1\Omega$  και κάθε σπείρα του έχει εμβαδόν  $S = 20\text{cm}^2$ . Το πηνίο βρίσκεται με τον άξονά του παράλληλο σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 10^{-1}\text{ T}$ . Συνδέουμε τις άκρες του πηνίου με αμπερόμετρο αντίστασης  $R_2 = 1\Omega$  και σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 0,05\text{ s}$  διπλασιάζουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου με σταθερό ρυθμό. Να υπολογίσετε:

- την μαγνητική ροή που διέρχεται αρχικά από μία σπείρα του πηνίου.
- την ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στα άκρα του πηνίου.
- την ένδειξη του αμπερομέτρου.
- το φορτίο που θα περάσει μέσα από το αμπερόμετρο.
- την ηλεκτρική ισχύ στη αντίσταση  $R_1$  του πηνίου.



12. Το οριζόντιο τετραγωνικό συρμάτινο πλαίσιο ΑΓΔΖ του σχήματος, έχει πλευρά  $a = 0,5\text{ m}$  και αντίσταση σε κάθε πλευρά του  $R = 5\Omega$ . Το πλαίσιο, τη χρονική στιγμή  $t = 0$ , αρχίζει να εισέρχεται με σταθερή ταχύτητα  $v = 0,5\text{ m/s}$  σε κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο που έχει ένταση  $B = 2\text{ T}$  και πλάτος  $d = 1\text{ m}$ .

- Να γράψετε το μαθηματικό τύπο 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 εισέρχεται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο.
- 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 εισέρχεται ολόκληρο μέσα στο μαγνητικό πεδίο.

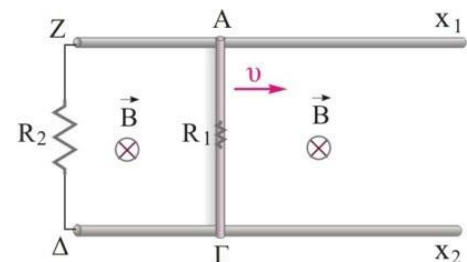


Για τη χρονική στιγμή  $t = 0,25\text{ s}$  να υπολογίσετε:

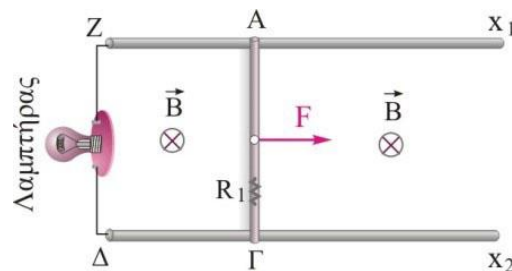
- το μέτρο της συνολικής δύναμης Laplace που ασκείται στο πλαίσιο και να την σχεδιάσετε.
- την ηλεκτρική ισχύ που μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση της πλευράς ΓΔ.
- τον ρυθμό με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια στο πλαίσιο για να κινείται αυτό με σταθερή ταχύτητα κατά την είσοδό του στο μαγνητικό πεδίο.

13. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΑΓ μήκους  $L = 50\text{ cm}$ , έχει ωμική αντίσταση  $R_1 = 4\Omega$  και κινείται χωρίς τριβές με σταθερή ταχύτητα  $v = 5\text{ m/s}$  πάνω στους οριζόντιους αγώγιμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς  $Zx_1$  και  $\Delta x_2$ . Στο χώρο υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης  $B = 0,4\text{ T}$ , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Τα άκρα Ζ, Δ συνδέονται με αντίσταση  $R_2 = 1\Omega$ . Να υπολογίσετε:

- την Η.Ε.Δ. από επαγωγή που θα αναπτυχθεί στο κλειστό κύκλωμα.
- την εξωτερική δύναμη που ασκείται στη ράβδο και το έργο που παράγει σε χρονικό διάστημα  $\Delta t = 2\text{ s}$ .
- την θερμική ισχύ στην αντίσταση  $R_1$ .
- την συνολική θερμική ενέργεια που θα ελευθερωθεί σε χρονικό διάστημα  $t = 10\text{ sec}$ .
- τη διαφορά δυναμικού  $V_{Z\Delta}$ .



14. Η οριζόντια μεταλλική ράβδος ΑΓ μάζας  $m=2\text{kg}$ , μήκους  $L=0,5\text{ m}$ , έχει ωμική αντίσταση  $R_1=0,5\ \Omega$  και βρίσκεται πάνω στους λείους οριζόντιους αγωγίσιμους – αμελητέας αντίστασης – οδηγούς  $Zx_1$  και  $\Delta x_2$ . Τα άκρα  $\Delta$ ,  $Z$  συνδέονται με λαμπτήρα που έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας  $6\text{W}/3\text{V}$ . Στο χώρο υπάρχει κατακόρυφο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης  $B=2\text{T}$ , όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Κάποια στιγμή ασκείται στην αρχικά ακίνητη ράβδο σταθερή οριζόντια δύναμη  $F=2\text{N}$ , προς τα δεξιά.



- α) Να προσδιορίσετε το είδος της κίνησης που θα εκτελέσει η ράβδος.  
 β) Να υπολογίσετε την οριακή ταχύτητα  $v_{op}$ , με την οποία κινείται τελικά η ράβδος.  
 γ) Να ελέγξετε αν ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά, μετά τη σταθεροποίηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος.  
 δ) Να υπολογίσετε το ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας από τη δύναμη Laplace και το ρυθμό κατανάλωσης ενέργειας από τις αντιστάσεις τη χρονική στιγμή που η ταχύτητα της ράβδου είναι ίση με το ένα τέταρτο της  $v_{op}$ .

15. Τετραγωνικό αγωγίμο πλαίσιο πλευράς  $a = 0,1\text{ m}$  έχει  $N=100$  σπείρες αμελητέας αντίστασης και στρέφεται με γωνιακή ταχύτητα  $\omega = 200\text{ rad/s}$  μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B = 1\text{ T}$ , γύρω από άξονα που περνά από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Τη στιγμή  $t=0$  το πλαίσιο είναι κάθετο στις γραμμές του πεδίου.

- α) Να γράψτε τη χρονική εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης που δημιουργείται στα άκρα του πλαισίου και να σχεδιάσετε τη γραφική παράσταση τάσης-χρόνου για το χρονικό διάστημα δύο περιόδων, δηλαδή από 0 έως  $2T$ .  
 β) Τα άκρα του πλαισίου συνδέονται με αντιστάτη αντίστασης  $R = 100\ \Omega$ .

β1) Να υπολογίσετε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=4\text{s}$ .

β2) Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της στιγμιαίας ισχύος που απορροφά ο αντιστάτης και να βρείτε τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή της.

- γ) Κόβουμε τον αντιστάτη στη μέση και τα δύο κομμάτια τα συνδέουμε παράλληλα μεταξύ τους, εφαρμόζοντας στα άκρα του συστήματός τους την αρχική εναλλασσόμενη τάση. Να βρείτε τη θερμότητα που εκλύεται στο κύκλωμα σε χρονικό διάστημα  $\Delta t' = 2\text{s}$ .

16. Δύο αντιστάτες αντιστάσεων  $R_1=10\ \Omega$ ,  $R_2=30\ \Omega$  αντίστοιχα, συνδέονται σε σειρά και στα άκρα του συστήματός τους εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση που περιγράφεται από τη συνάρτηση  $v=200\sqrt{2}\eta\mu 100\pi t$  (SI).

α) Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της έντασης του εναλλασσόμενου ρεύματος, καθώς και τις χρονικές εξισώσεις της τάσης στα άκρα κάθε αντιστάτη ξεχωριστά.

β) Να υπολογίσετε τη μέση ισχύ που απορροφά το κύκλωμα.

γ) Να βρείτε το λόγο των θερμοτήτων που εκλύονται στους δύο αντιστάτες, στο ίδιο χρονικό διάστημα.

δ) Να υπολογίσετε τη στιγμιαία ισχύ που απορροφά το κύκλωμα τις χρονικές στιγμές στις οποίες η ένταση του ρεύματος γίνεται ίση με την ενεργό της τιμή.

17. Στα άκρα αντιστάτη αντίστασης  $R=100\ \Omega$  εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση  $v=V\eta\mu\omega t$ . Τη χρονική στιγμή  $t=7T/6$  η ένταση του ρεύματος είναι ίση με  $i=\sqrt{3}A$ .

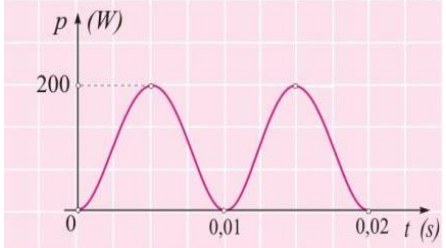
α) Να βρείτε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης.

β) Υπολογίστε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=1\text{min}$ .

γ) Υπολογίστε τη φάση της εναλλασσόμενης τάσης τη χρονική στιγμή που η στιγμιαία ισχύς του ρεύματος γίνεται ίση με το 50% της μέγιστης τιμής της για πρώτη φορά.

δ) Η τάση που τροφοδοτεί τον αντιστάτη παράγεται από αγωγίμο πλαίσιο αμελητέας αντίστασης που στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου  $B$  με γωνιακή ταχύτητα  $\omega$ . Διπλασιάζουμε ταυτόχρονα την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου και τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του πλαισίου.

Να βρείτε πόσο τοις εκατό (%) μεταβάλλεται η ενεργός τάση στα άκρα του αντιστάτη.

- 18.** Στα άκρα ενός αντιστάτη αντίστασης  $R$  εφαρμόζεται η εναλλασσόμενη τάση  $u=V\eta\mu 100\pi t$  (SI) . Ο μέσος ρυθμός έκλυσης θερμότητας στον αντιστάτη είναι  $\Delta Q/\Delta t=10^3$  J/s και η τιμή της τάσης τη χρονική στιγμή  $t= 25T/12$  s είναι  $v=100\sqrt{2}$  V.
- Να υπολογίσετε το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης και την τιμή της αντίστασης  $R$ .
  - Να βρείτε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη, στο χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών μηδενισμών της εναλλασσόμενης τάσης.
  - Να βρείτε τη συνάρτηση που περιγράφει τη στιγμιαία ισχύ που καταναλώνει ο αντιστάτης σε σχέση με το χρόνο και να τη σχεδιάσετε σε αριθμημένους άξονες.
  - Να βρείτε ποιες χρονικές στιγμές μέσα στην πρώτη περίοδο η στιγμιαία ισχύς ισούται με το μισό της μέγιστης τιμής της.
- 19.** Με σύρμα μήκους  $L=16$ m αμελητέας αντίστασης κατασκευάζουμε πλαίσιο με  $N=10$  σπείρες. Κάθε σπείρα έχει σχήμα τετραγώνου πλευράς  $a$ . Το πλαίσιο στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B=\sqrt{2}$  T με γωνιακή ταχύτητα  $\omega=100$ rad/s , γύρω από άξονα που διέρχεται από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Την αρμονικά εναλλασσόμενη τάση που αναπτύσσεται στα άκρα του πλαισίου την εφαρμόζουμε σε θερμική συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας 120 V και 100 W. Τη χρονική στιγμή  $t=0$  το πλαίσιο είναι κάθετο στο μαγνητικό πεδίο.
- Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της μαγνητικής ροής που περνά από κάθε σπείρα του πλαισίου και να κάνετε την αντίστοιχη γραφική παράσταση μαγνητικής ροής-χρόνου σε αριθμημένους άξονες.
  - Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης.
  - Να εξετάσετε αν η συσκευή λειτουργεί κανονικά. Αν όχι, να υπολογίσετε την αντίσταση  $R_x$  του αντιστάτη που πρέπει να συνδέσουμε σε σειρά με τη συσκευή, για να λειτουργήσει κανονικά.
  - Να υπολογίσετε πόσο τοις εκατό (%) πρέπει να μεταβάλλουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, ώστε η συσκευή να λειτουργεί κανονικά, χωρίς την προσθήκη της  $R_x$ .
- 20.** Θερμική συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας  $P_k=400$  W,  $V_k=160$  V συνδέεται σε σειρά με αντιστάτη αντίστασης  $R=16$  Ω. Στα άκρα του συστήματος εφαρμόζεται εναλλασσόμενη τάση  $v=V\eta\mu\omega t$  και η συσκευή λειτουργεί κανονικά. Η τάση εκτελεί 6000 πλήρεις εναλλαγές σε χρονικό διάστημα  $\Delta t=2$ min.
- Να βρείτε την ενεργό ένταση του ρεύματος που διαρρέει τη θερμική συσκευή και την αντίστασή της,  $R_x$ .
  - Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης.
  - Να βρείτε το ρυθμό έκλυσης θερμότητας στο κύκλωμα τη χρονική στιγμή  $t= 11/600$  sec .
  - Η εναλλασσόμενη τάση παράγεται από αγωγίμο πλαίσιο αμελητέας αντίστασης, που στρέφεται κατάλληλα μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$ . Αφαιρούμε τον αντιστάτη από το κύκλωμα. Να βρείτε πόσο τοις εκατό (%) πρέπει να μεταβάλλουμε την ένταση του μαγνητικού πεδίου, ώστε η συσκευή να λειτουργεί κανονικά.
- 21.** Ένας αντιστάτης αντίστασης  $R=200\Omega$  τροφοδοτείται από εναλλασσόμενη τάση  $v=V\eta\mu\omega t$ . Στο διπλανό σχήμα φαίνεται η γραφική παράσταση της στιγμιαίας ισχύος στον αντιστάτη σε συνάρτηση με το χρόνο.
- 
- Να βρείτε την περίοδο, τη συχνότητα και το πλάτος της εναλλασσόμενης τάσης.
  - Υπολογίστε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη σε χρόνο ίσο με αυτόν που χρειάζεται η τάση για να ολοκληρώσει 500 πλήρεις εναλλαγές.
  - Ποια χρονική στιγμή η στιγμιαία ισχύς του εναλλασσόμενου ρεύματος ισούται με τη μέση ισχύ για πρώτη φορά;
  - Αντικαθιστούμε τον αντιστάτη με δύο άλλους αντίστασης  $100\Omega$  ο καθένας, τους οποίους συνδέουμε παράλληλα μεταξύ τους και στη συνέχεια στα άκρα του συστήματός τους εφαρμόζουμε την ίδια εναλλασσόμενη τάση. Να βρείτε πόσο τοις εκατό (%) μεταβάλλεται η μέση ισχύς στο κύκλωμα.

22. Ένα συμμάτινο πλαίσιο σχήματος τετραγώνου πλευράς  $a=0,1\text{m}$ , αμελητέας αντίστασης, έχει  $N=100$  σπείρες και στρέφεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$ , με γωνιακή ταχύτητα  $\omega$  γύρω από άξονα που περνά από τα μέσα δύο απέναντι πλευρών του πλαισίου και είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές του πεδίου. Στο διπλανό σχήμα παριστάνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από κάθε σπείρα του πλαισίου σε συνάρτηση με το χρόνο.

α) Να βρείτε την ένταση  $B$  του μαγνητικού πεδίου.

β) Να γράψετε τη χρονική εξίσωση της εναλλασσόμενης τάσης που δημιουργείται στα άκρα του πλαισίου.

γ) Να βρείτε για πόσο χρονικό διάστημα σε κάθε περίοδο η αλγεβρική τιμή της στιγμιαίας τάσης είναι μεγαλύτερη ή ίση από την ενεργό τάση.

δ) Συνδέουμε τα άκρα του πλαισίου με αντιστάτη αντίστασης  $R=10\Omega$ . Να βρείτε τη θερμότητα που εκλύεται στον αντιστάτη, στο χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο το πλαίσιο εκτελεί 200 στροφές.

